

Univerzitet u Beogradu  
Biološki fakultet

Aleksandra R. Savić

Etnobotanička istraživanja sorti kruške  
(*Pyrus communis* L.) centralne i jugozapadne Srbije i  
biološka aktivnost ekstrakata plodova

doktorska disertacija

Beograd, 2023.

University of Belgrade  
Faculty of Biology

Aleksandra R. Savić

Ethnobotanical research of pear varieties  
(*Pyrus communis* L.) from Central and Southwest  
Serbia and biological activity of fruit extracts

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2023.

Mentor:

---

**dr Petar Marin, redovni profesor**  
Univerzitet u Beogradu  
Biološki fakultet

Članovi Komisije za ocenu i odbranu doktorske disertacije:

---

**dr Peđa Janačković, redovni profesor**  
Univerzitet u Beogradu  
Biološki fakultet

---

**dr Ana Džamić, vanredni profesor**  
Univerzitet u Beogradu  
Biološki fakultet

---

**dr Ana Alimpić Aradski, viši naučni saradnik**  
Univerzitet u Beogradu  
Biološki fakultet

---

**dr Snežana Jarić, naučni savetnik**  
Univerzitet u Beogradu,  
Institut za biološka istraživanja „Siniša Stanković“ –  
Institut od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju

---

**dr Jelena Živković, viši naučni saradnik**  
Institut za proučavanje lekovitog bilja  
„Dr Josif Pančić“

Datum odbrane: \_\_\_\_\_

## Zahvalnica

*Ova doktorska disertacija je urađena na Katedri za morfologiju i sistematiku biljaka Instituta za botaniku i Botaničke bašte „Jevremovac“ Biološkog fakulteta Univerziteta u Beogradu.*

*Istraživanja su obavljena na Katedri za sistematiku i morfologiju biljaka, Instituta za botaniku i Botaničkoj bašti „Jevremovac“ Biološkog fakulteta Univerziteta u Beogradu, Hemijskom fakultetu Univerziteta u Beogradu, Poljoprivrednom fakultetu Univerziteta u Beogradu, Departmanu za biologiju i ekologiju Univerziteta u Kragujevcu, Prirodnjačkom muzeju u Beogradu i Institutu za proučavanje lekovitog bilja „Dr Josif Pančić“ u Beogradu.*

*Disertacija je, gotovo do završnice, rađena pod mentorstvom dr Sonje Duletić Laušević, redovnog profesora Biološkog fakulteta, koja mi je pružila izuzetnu stručnu i prijateljsku podršku, rešavala probleme i pokazala veliko strpljenje tokom mentorstva. Ostala je duboka zahvalnost, ali i praznina što više nije sa nama i što nismo zajedno završile započeti posao. Hvala, draga Sonja!*

*Zahvalnost na preuzetom mentorstvu i pomoći, a posebno na konstruktivnim sugestijama u finalizaciji ovog rada izražavam dr Petru Marinu, redovnom profesoru i šefu Katedre za morfologiju i sistematiku biljaka Biološkog fakulteta Univerziteta u Beogradu.*

*Dr Snežani Jarić, kolegini i prijatelju, dugujem ogromnu zahvalnost što mi je otkrila tajne etnobotanike, podržavala, i pomogla da sistematizujem i objavim brojne podatke koje sam godinama prikupljala. Dragoj kolegini dr Ani Alimpić Aradski dugujem veliku zahvalnost na podršci, pomoći i saradnji koju mi je pružila tokom eksperimentalnog rada, a posebno na konstruktivnim i korisnim savetima tokom pisanja doktorata i zajedničkih radova. Zahvalnost dugujem i dr Mariani Oalđe Pavlović na veoma lepoj saradnji.*

*Hvala dr Jeleni Živković na konstruktivnim i analitičkim sugestijama u izradi teze, što je unapredilo njen kvalitet. Takođe, zahvalna sam prof. dr Ani Džamić i prof. dr Peđi Janačkoviću na korisnim i konstruktivnim predlozima, kako bi tekst doktorata bio kvalitetniji. Zahvaljujem se dr Katarini Šavikin, sa Instituta za proučavanje lekovitog bilja „Dr Josif Pančić“, na svesrdnoj pomoći u hemijskoj analizi uzoraka.*

*Uvaženom dr Miroslavu Vrviću, redovnom profesoru (u penziji) Hemijskog fakulteta u Beogradu i njegovoj saradnici, dr Jovani Stefanović, veoma sam zahvalna što su mi otvorili vrata laboratorije gde sam uradila brojne hemijske analize. Realizaciju ove doktorske disertacije podržale su redovne profesorke Poljoprivrednog fakulteta u Beogradu: dr Evica Mratinić (u penziji) i dr Zora Dajić Stevanović, i veoma sam im zahvalna na idejama i pomoći na samom početku istraživanja.*

*Zahvalnost dugujem svojoj matičnoj ustanovi, Prirodnjačkom muzeju u Beogradu, na organizacionoj podršci, koja mi je bila od izuzetnog značaja. Zahvaljujem se Bori Milićeviću, muzejskom kolegi, na izuzetnoj izradi ilustracija plodova krušaka. Takođe, zahvalna sam svojim prijateljima na ohrabrenju, iskrenoj podršci i tehničkoj pomoći tokom izrade doktorata.*

*Beskrajnu zahvalnost dugujem svojoj porodici, ćerki Isidori, sinu Jovanu i supruhu Milanu, koji su me podržavali i ohrabivali tokom izrade doktorata, i njima posvećujem ovaj doktorat.*

*Aleksandra Savić*



# Etnobotanička istraživanja sorti kruške (*Pyrus communis* L.) centralne i jugozapadne Srbije i biološka aktivnost ekstrakata plodova

## Sažetak

Plod kruške se koristi u ljudskoj ishrani od nastanka ljudskog roda, pa do današnjih dana. Osim prijatnog ukusa, za ljudsku ishranu je od značaja njegov hemijski sastav, prisustvo antioksidanasa i visoka biološka aktivnost. Brojna etnobotanička istraživanja ukazuju da se kruška koristi u etnomedicinske svrhe širom sveta i na Balkanskom poluostrvu. Cilj ove doktorske disertacije je utvrđivanje diverziteta autohtonih sorti krušaka na području centralne (rudničko-takovski kraj) i jugozapadne Srbije (srednje i donje Polimlje), etnobotaničko istraživanje, hemijska analiza metanolnih ekstrakata ploda i delova ploda odabranih sorti kruške (pokožica, meso) i utvrđivanje njihove biološke aktivnosti (antioksidativne, antineurodegenerativne, antidijabetične i citotoksične). Etnobotaničko istraživanje je rađeno metodom polu-strukturiranog intervjua, fizičko-hemijska analiza je rađena standardnim metodama, a fitohemijska karakterizacija je urađena korišćenjem spektrofotometrijskih metoda i HPLC-DAD analizom. Biološka aktivnost ekstrakata ploda je utvrđena testiranjem njihove antioksidativne, antineurodegenerativne, antidijabetične i citotoksične aktivnosti. Etnobotaničkom analizom je utvrđeno prisustvo 28 autohtonih sorti na području rudničko-takovskog kraja i 26 sorti na području Polimlja. Etnomedicinska upotreba kruške je izraženija u Polimlju. Ekstrakti ploda autohtonih sorti krušaka su bogati sekundarnim metabolitima, posebno iz grupe fenolnih jedinjenja. Pojedine sorte (Takiša i Lončara) imaju visoku vrednost ukupnog sadržaja fenola u ekstraktu ploda, a pokožica sadrži višu vrednost sadržaja ukupnih fenola u odnosu na meso. Najzastupljenije fenolne komponente u pokožici su hlorogenska kiselina, arbutin i kvercitrin. Ekstrakti autohtonih plodova krušaka pokazali su značajnu antioksidativnu aktivnost, a u testovima koji se baziraju na različitim antioksidativnim mehanizmima izdvojile su se Takiša, Lončara i Jeribasma. Svi testirani uzorci su slabo do umereno inhibirali aktivnost AChE, dok je najvišu TYR inhibitornu aktivnost pokazala pokožica Takiše, što je značajno za dalja istraživanja antineurodegenerativne aktivnosti. Rezultati dobijeni ispitivanjem antidijabetične aktivnosti pokazuju da su ispitivani uzorci slabo inhibirali  $\alpha$ -amilazu, dok je inhibicija  $\alpha$ -glukozidaze bila veoma značajna. Posebno su se izdvojili ekstrakti Takiše, Lončare i Jeribasma, što je značajno za dalja ispitivanja ploda kruške kao potencijalno antidijabetičnog sredstva. Testirani ekstrakti su imali umeren citotoksični efekat na ćelije kolorektalnog karcinoma, dok je najveći citotoksični efekat pokazao ekstrakt ploda evropske kruške. Najveću biološku aktivnost su pokazale Takiša, a zatim Lončara, Jeribasma i evropska kruška, čime se otvara mogućnost za njihova dalja istraživanja u ishrani i u lekovite svrhe.

Ključne reči: *Pyrus*; kruške; autohtone sorte; agrobiodiverzitet; etnobotanička upotreba; metanolni ekstrakti; hemijska karakterizacija; biološka aktivnost.

Naučna oblast: Biologija

Uža naučna oblast: Morfologija, fitohemija i sistematika biljaka

# **Ethnobotanical research of pear varieties (*Pyrus communis* L.) from Central and Southwest Serbia and biological activity of fruit extracts**

## **Abstract**

The pear fruit has been used in human nutrition from the dawn of mankind to modern times. Apart from its pleasant taste, its chemical composition, and the presence of antioxidants and high biological activity are also important for human nutrition. Numerous ethnobotanical studies indicate that the pear is used for ethnomedicinal purposes all over the world and also in the Balkans. The aim of this doctoral dissertation was to determine the diversity of autochthonous pear varieties in the area of central (Rudničko-Takovski region) and south-western Serbia (Central and Lower Polimlje), ethnobotanical research, chemical analysis of methanol extracts of pear fruit and fruit parts (peel, flesh) and the assessment of their biological activity (antioxidant, antineurodegenerative, antidiabetic and cytotoxic). The ethnobotanical analysis was carried out by the method of semi-structured interview, physical-chemical analysis using standard methods, and the phytochemical characterisation using spectrophotometric methods and HPLC-DAD. The biological activity of the fruit extracts was determined by testing their antioxidant, antineurodegenerative, antidiabetic and cytotoxic activity. The ethnobotanical analysis revealed the presence of 28 autochthonous varieties in the Rudničko-Takovski region and 26 varieties in the Polimlje region. The ethnomedicinal use of pear fruit is more intensive in Polimlje. The fruit extracts of autochthonous pear varieties are rich in secondary metabolites, especially from in phenolic compounds. Takiša and Lončara have a high total phenolic content in the fruit extract, and the peel contains a higher total phenolic content than the flesh. The most abundant phenolic components in the peel were chlorogenic acid, arbutin and quercitrin. Extracts from autochthonous pear fruit showed significant antioxidant activity. In the tests based on different antioxidant mechanisms, Takiša, Lončara and Jeribasma showed the strongest activity. All samples of pear fruit extracts showed low to moderate AChE inhibitory activity, while the highest TYR inhibitory activity was exhibited by the peel of Takiša, which is important for future antineurodegenerative research. The results obtained in testing the antidiabetic activity showed that the pear fruit extracts weakly inhibited  $\alpha$ -amylase, while the inhibition of  $\alpha$ -glucosidase was significant. The extracts from Takiša, Lončara and Jeribasma had the strongest antidiabetic activity, which is important for further testing of pear fruit as a potential antidiabetic agent. The extracts tested showed moderate cytotoxic activity on colorectal cancer cells, with the extract from European pear fruit having the strongest effect. The significant biological activity was shown by the Takiša, followed by the Lončara, the Jeribasma and the European pear, which opens the possibility for further research in the field of nutrition and medicine.

**Keywords:** *Pyrus*; pears; autochthonous varieties; agrobiodiversity; ethnobotanical use; methanol extracts; chemical characterization; biological activity.

**Scientific field:** Biology

**Scientific subfield:** Morphology, phytochemistry and systematics of plants

# SADRŽAJ

<b>1. UVOD</b> .....	1
1.1. Upotreba kruške kroz istoriju i danas .....	4
1.2. Familija Rosaceae .....	7
1.3. Rod <i>Pyrus</i> L. ....	8
1.4. Zastupljenost vrsta roda <i>Pyrus</i> na području Srbije .....	9
1.5. <i>Pyrus communis</i> L. – evropska kruška.....	11
1.5.1. Opšte karakteristike .....	11
1.5.2. Morfološke karakteristike.....	12
1.5.3. Upotreba kruške u ishrani, tradicionalnoj medicini i u kozmetičke svrhe .	18
1.5.4. Hemijski sastav kruške .....	21
1.5.5. Biološka aktivnost kruške .....	25
1.6. Agrobiodiverzitet i biljni genetički resursi na području Srbije.....	31
1.7. Gajenje evropske kruške ( <i>Pyrus communis</i> L.) na području Srbije.....	34
1.8. Etnobotanika i metodologija etnobotaničkih istraživanja.....	36
1.9. Etnobotanička istraživanja roda <i>Pyrus</i> .....	38
1.10. Biološke i pomološke karakteristike istraživanih sorti krušaka .....	40
<b>2. CILJEVI RADA</b> .....	47
<b>3. MATERIJAL I METODE</b> .....	48
3.1. Oblast istraživanja.....	48
3.1.1. Područje centralne Srbije-rudničko-takovski kraj.....	48
3.1.1.1. Geografske karakteristike .....	48
3.1.1.2. Demografske karakteristike .....	50
3.1.2. Područje jugozapadne Srbije – srednje i donje Polimlje .....	50
3.1.2.1. Geografske karakteristike .....	50
3.1.2.2. Demografske karakteristike .....	52
3.2. Lokaliteti etnobotaničkih istraživanja .....	52
3.2.1. Područje centralne Srbije-rudničko-takovski kraj .....	52
3.2.2. Područje jugozapadne Srbije – srednje i donje Polimlje .....	60
3.3. Etnobotaničke metode.....	64
3.4. Biljni materijal .....	65
3.5. Hemikalije i reagensi .....	67
3.6. Mikromorfološka analiza sklereida skenirajućom elektronskom mikroskopijom....	68
3.7. Standardne fizičko-hemijske analize ploda.....	68
3.8. Priprema ekstrakata .....	71
3.9. Određivanje ukupnog sardžaja fenola u ekstraktima .....	72
3.10. Određivanje ukupnog sardžaja flavonoida u ekstraktima .....	72
3.11. HPLC analiza ekstrakata .....	72
3.12. Određivanje antioksidativne aktivnosti.....	73
3.12.1. DPPH test .....	73
3.12.2. ABTS test .....	73
3.12.3. FRAP test .....	74

3.12.4. $\beta$ -karoten/linolna kiselina test .....	74
3.12.5. TRP test .....	75
3.13. Određivanje antineurodegenerativne aktivnosti .....	75
3.13.1. Test inhibicije acetilholinesteraze .....	75
3.13.2. Test inhibicije tirozinaze .....	76
3.14. Određivanje antidijabetične aktivnosti .....	76
3.14.1. Test inhibicije $\alpha$ -amilaze .....	76
3.14.2. Test inhibicije $\alpha$ -glukozidaze .....	76
3.15. Određivanje citotoksične aktivnosti .....	77
3.15.1. MTT test.....	77
3.16. Statistička analiza .....	77
<b>4. REZULTATI I DISKUSIJA .....</b>	<b>78</b>
4.1. Etnobotanička istraživanja autohtonih sorti krušaka na odabranim područjima ...	78
4.1.1. Način gajenja autohtonih sorti krušaka .....	78
4.1.2. Zastupljenost autohtonih sorti krušaka .....	85
4.1.3. Tradicionalna upotreba kruške u ishrani .....	105
4.1.4. Etnomedicinska upotreba kruške .....	108
4.2. Mikromorfološka analiza sklereida skenirajućom elektronskom mikroskopijom	114
4.3. Standardna fizičko-hemijska analiza ploda kruške .....	118
4.4. Određivanje sadržaja ukupnih fenola i flavonoida u ekstraktima .....	135
4.5. HPLC analiza fenolnih komponenti .....	139
4.6. Određivanje antioksidativne aktivnosti ekstrakata .....	145
4.7. Određivanje antineurodegenerativne aktivnosti ekstrakata .....	151
4.8. Određivanje antidijabetične aktivnosti ekstrakata .....	156
4.9. Određivanje citotoksične aktivnosti ekstrakata .....	161
4.10. Korelacija između sadržaja ukupnih fenolnih jedinjenja, ukupnih flavonoida i ispitivanih bioloških aktivnosti ekstrakata ploda .....	166
<b>5. ZAKLJUČCI .....</b>	<b>169</b>
<b>6. LITERATURA .....</b>	<b>172</b>
<b>PRILOZI .....</b>	<b>192</b>

## 1. UVOD

*Pyrus communis* L. (kruška) pripada podfamiliji Amygdaloideae u okviru familije Rosaceae, i jedna je od najrasprostranjenijih vrsta voća u kontinentalnom delu severne hemisfere. Njen areal su umereni regioni Evrope, Azije i Amerike (Quinet i Wesel, 2019). Smatra se da je rod *Pyrus* L. nastao za vreme tercijera u predelima zapadne Kine, centralne Azije i srednjeg Istoka, odakle se širio na zapad i istok (Mratinić i Kojić, 1998; Mišić, 2002). Divlja, evropska kruška (*Pyrus communis* L.) predstavlja deo zajednica hrastovih šuma i autohtona je za područje srednjeevropske flore (Quinet i Wesel, 2019). Postoje dokazi da je čovek još od neolita koristio plod kruške, zajedno sa jabukom, u svojoj ishrani (Kaur i Arya, 2012).



*P. communis* L. je višegodišnja drvenasta listopadna cvetnica i u povoljnim ekološkim uslovima može da živi do 200 godina, dok joj je u intenzivnom gajenju vek kraći (Mratinić, 2000). Drvo je srednje visine (10-17 m), listopadno, sa prostim i naizmenično raspoređenim listovima (dužine 2-12 cm) (Sharma i sar., 2015). Na teritoriji Srbije, divlja evropska kruška raste do 800 m n.v., a rasprostranjena je na području Stare i Suve planine, Svrlijskih planina, Homoljskih planina, na obroncima Kopaonika, Jastrepca, Stolova, Jelice, Rudnika, Suvobora, Maljena, kao i u Polimlju (Šoškić, 2008).

Plod kruške je specijalna koštunica - *pommum*, sa jednoslojnim ili višeslojnim epidermisom i često brojnim sklereidima (kamenim ćelijama) raspoređenim u mesnatom delu. Plod je sladak i sočan, prijatno hrskav i topljiv, karakteristične arome i ukusa i dobrih organoleptičkih osobina (Li i sar., 2016). Jedna od značajnijih karakteristika plodova kruške je i njihov hemijski sastav koji ima pozitivan uticaj na ljudsko zdravlje, kao i njihova visoka biološka aktivnost i prisustvo antioksidanasa u plodu, što je od značaja za ljudsku ishranu (Mahammad i sar., 2010; Silva i sar., 2014; Reiland i Slavin, 2015; Parle i Arzoo, 2016).

Istraživanje nutritivnog sastava kruške ukazuje na prisustvo šećera, organskih kiselina, amino kiselina, vitamina i isparljivih materija u plodu, kao i fosfora, natrijuma, kalcijuma, magnezijuma i drugih mineralnih sastojaka (Li i sar., 2016). Takođe, plod je bogat i visokim sadržajem polifenola (flavonoida i fenolkarbonskih kiselina), alkaloida i saponina, zahvaljujući kojima se ispoljavaju raznovrsne biološke aktivnosti (Kaur i Arya, 2012; Li i sar., 2014; Reiland i Slavin, 2015; Parle i Arzoo, 2016; Kolniak-Ostek, 2016 a,b). Pojedini delovi ploda imaju različit hemijski sastav, zbog čega i pokazuju različitu biološku aktivnost (Li i sar., 2014; Reiland i Slavin, 2015; Kolniak-Ostek,

2016a,b). Egzokarp, tj. pokožica ploda sadrži veću količinu polifenola koji su nosioci antioksidativnog delovanja u odnosu na mesnati deo ploda, što ukazuje na značaj konzumiranja celog ploda (Imeh i Khokhar, 2002; Salta i sar., 2010, Li i sar., 2014, 2016; Kolniak-Ostek, 2016 a,b).



**Slika 2.** Proizvodi od kruške: pita, sušena kruška, džem, rakija.  
(Izvor 1)<sup>1</sup>

Plod kruške se konzumira svež, konzerviran, prerađen ili sušen. U svežem stanju konzumira se tokom cele godine, zahvaljujući posebno razvijenim metodama skladištenja, ali je i odlična sirovina u industriji prerade hrane (sok, džem, kompot, sirup, žele, čaj, hrana za bebe, pite i kolači, kulinarstvo, rakija, sušena kruška) (Parle i Arzoo, 2016).

Plod takođe predstavlja dobar izvor dijetalnih vlakana i vitamina C, monosaharida, minerala, organskih kiselina, aminokiselina i drugih nutrijenata. Kruška je značajna u ishrani dijabetičara, jer sadrži mali procenat natrijumovih soli (Parle i Arzoo, 2016; Li i sar., 2016).

Svaki deo biljke ima višestruki značaj: plod, list, cvet, kora stabla i koren sadrže brojne sekundarne metabolite, koji imaju značajnu biološku ulogu kao lekovita sredstva u prevenciji mnogih bolesti (Kaur i Arya, 2012). Osim široke upotrebe u ishrani, plod se koristi u narodnoj medicini kao hipolipidemik, hipoglikemik, analgetik, spazmolitik, antitusik, antidijaroik, laksativ, u prevenciji malignih oboljenja i za regulisanje telesne težine (Imeh i Khokhar, 2002; Kaur i Arya, 2012; Dajić Stevanović i sar., 2014; Li i sar., 2014; Kolniak-Ostek, 2016a; Parle i Arzoo, 2016).

Osim ploda, list, cvet, kora stabla i koren se takođe koriste u narodnoj medicini za tretman različitih zdravstvenih problema: kao antipiretici, antitusici, antioksidansi, analgetici, antifungicidi, antidijaroici, za sniženje holesterola, kao i baktericidi i hepatoprotektivi (Kaur i Arya, 2012; Li i sar., 2014; Parle i Arzoo, 2016). Listovi su bogat izvor bioaktivnih supstanci, jer sadrže mnoge polifenolne komponente među kojima su arbutin, izokvercetin, astagalin i tanini (Sharma i sar., 2015; Tešić i sar., 2018). Arbutin je prirodni polifenolni glukozid, koji ima primenu u lečenju urinarnih infekcija, ali i kao agens za izbeljivanje kože, dok neka istraživanja pokazuju da ima baktericidnu ulogu. Cvet kruške se koristi u narodnoj medicini kao komponenta analgetika ili kao sastavni deo spazmolitika. Kora stabla sadrži fridelin, epifridelanol i beta-sitosterol i dokazano je da ima ulogu u zarastanju rana (Sharma i sar., 2015).

Ranije sprovedena etnobotanička istraživanja pokazala su da se kruška koristi u ishrani i etnomedicini naroda Balkanskog poluostrva (Pieroni i sar., 2011; 2014a, b; Menković i sar., 2011; Šarić-Kundalić i sar., 2010, 2011; Mustafa i sar., 2012a,b; Šavikin i sar., 2013; Zlatković i sar., 2014; Jarić i sar., 2007, 2011, 2015; Dajić Stevanović i sar., 2014; Savić 2013; 2014; 2016; Söukand i sar., 2015, Matejić i sar., 2020), kao i u ostalim delovima sveta (Johnson, 1998; Imeh i Khokhar, 2002; Jadali i sar., 2009; Kaur i Arya, 2012; Li i sar., 2014; Söukand i sar., 2015; Bussmann i sar., 2016; Parle i Arzoo, 2016, Günes, 2017; Anam i sar., 2017; Prakash i sar., 2021; Hong i sar., 2021, Biscotti i sar., 2022; Bibi i sar., 2022).

<sup>1</sup> <https://pixabay.com/images/pear/>, pristupljeno 12. 9. 2021.

Takođe, kruška ima primenu u industriji nameštaja, kao i u izradi visokokvalitetnih ukrasnih predmeta (Parle i Arzoo, 2016), a ima i određenu ulogu u obrednoj praksi i tradiciji, kao deo materijalnog i nematerijalnog nasleđa (Savić, 2014; 2016). Kao drvenasta biljka, kruška predstavlja deo prirodnog pejzaža sela, čime ulepšava i obogaćuje ruralne predele.

Prema ukupnoj proizvodnji u svetu, kruška je na petom mestu kao voćna vrsta umerenog pojasa, sa produkcijom 23,9 miliona metričkih tona, i proizvodnjom na preko 1,61 miliona ha (Quinet i Vesel, 2019). Kina je najveći proizvođač kruške u svetu (15,9 miliona tona na preko milion hektara), zatim Italija, SAD, Argentina, Španija, Turska i Južna Afrika, a u poslednje vreme i Japan, Koreja i Indija (Li i sar., 2016).

U Srbiji se do 30-ih godina prošlog veka kruška proizvodila ekstenzivno, na tradicionalan način, uglavnom uzgojem autohtonih i tradicionalnih sorti, koje datiraju iz 19. veka i ranije. Tokom 20. veka proizvodnja kruške na teritoriji Srbije je povećana, a posebno uzgojem novih, komercijalnih sorti, koje potiskuju tradicionalne sorte (Savić, 2016).

Pod *autohtonim vrstama* (sortama, rasama) nekog geografskog područja podrazumevaju se one vrste, sorte ili rase, koje su prilagođene uslovima života nekog područja, i koje na tom području uspevaju kao rezultat prirodnih procesa, bez ljudske intervencije (Niketić, 1950). Prema Mratinić (2000) one predstavljaju genotipove koje se gaje od davnina i čije se poreklo ne zna, ili nije utvrđeno; dok prema Šoškiću (1994) autohtone, domaće sorte su sve one koje vode poreklo sa određenog područja, i duže vreme se gaje u ekološkim uslovima tog podneblja, a po svojim karakteristikama predstavljaju resurs od opšteg značaja, posebno kao materijal za oplemenjivanje. Pod uticajem čoveka nove alohtone vrste unose se na određeno područje, što utiče na potiskivanje autohtonih vrsta (Šoškić, 1994).

*Tradicionalne sorte* voća su sorte poznatog geografskog porekla. One su adaptirane na postojeće uslove, i u dužem vremenskom periodu se gaje na nekom području, tako da su postale deo tradicije. Takve sorte mogu biti i visoko profitabilne u intenzivnoj proizvodnji (kruške: Viljamovka, Kaluđerka, Hardepontova, Abate Fetel, Društvenka i dr.) (Mratinić, 2000). *Komercijalne sorte* (standardne, tradicionalne ili novostvorene sorte) se intenzivno gaje u rasadničkoj proizvodnji, visoko su profitabilne, iznose se na domaće tržište ili su za izvoz, i u njihovoj proizvodnji, uzgoju, branju, skladištenju i transportu se koriste savremene agrotehničke mere (Mratinić, 2020).

Autohtone i tradicionalne sorte voća su nosioci pogodnih bioloških i privrednih osobina (bujnost stabla, veličina i kvalitet ploda, vreme berbe i produktivnost, boja pokožice, vreme cvetanja, otpornost prema bolestima i štetočinama itd.), koje mogu značajno da posluže kao početni materijal za oplemenjivanje novih sorti (Šoškić, 2008; Kajkut-Zeljковиć i sar., 2021). Ovakve sorte predstavljaju donore gena novim sortama.

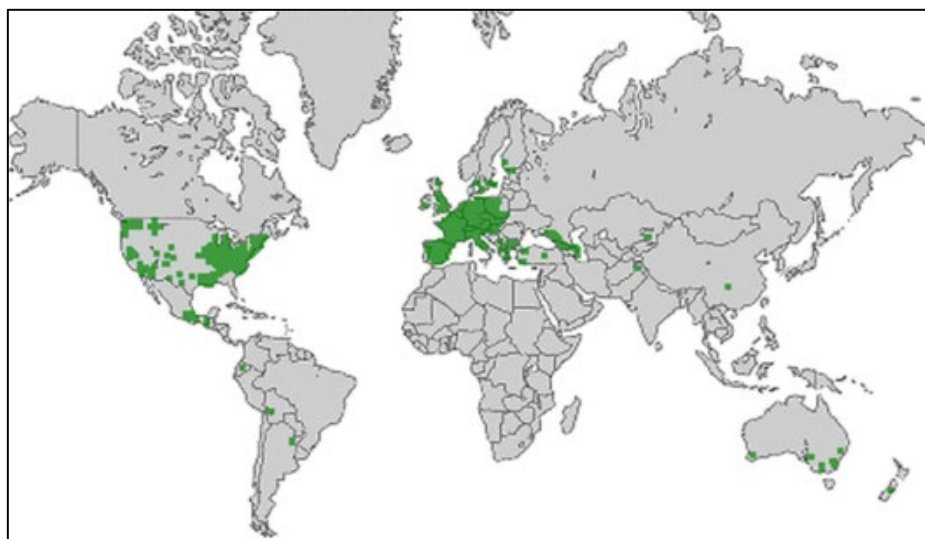
Teritorija Srbije, kao dela Balkana, još uvek je nedovoljno istražena sa etnobotaničkog aspekta, a devastacija genofonda autohtonih i tradicionalnih sorti krušaka dešava se ubrzano, što vodi nestanku velikog broja sorti (Dajić Stevanović i sar., 2014; Savić, 2014, 2016; Kajkut-Zeljковиć i sar., 2021). U Srbiji je i danas sporadično sačuvan određeni broj autohtonih i tradicionalnih sorti krušaka, čiji je genofond ugrožen, zbog uvođenja novih, komercijalnih sorti, modernizacije poljoprivrede i komercijalizacije tržišta (Mratinić i Kojić, 1998; Mratinić 2000; Savić 2013, 2014, 2016). Posebno je značajno obratiti pažnju na očuvanje ovog genofonda koji se čuva *in situ* u seoskim domaćinstvima širom Srbije, među kojima su od značaja i brojni ekotipovi starih sorti, prilagođeni lokalnom klimatskom području (Dajić Stevanović i sar., 2014). Takođe, od opšteg značaja je i preduzimanje odgovarajućih mera zaštite autohtonih sorti krušaka u Srbiji u cilju očuvanja njihovog genofonda, upotrebe u ishrani i etnomedicini, beleženja i prenošenja tradicionalnih znanja kao dela materijalnog i nematerijalnog nasleđa, kao i u budućim oplemenjivanjima (Vasić i sar., 2013; Savić, 2016).



## 1.1. Upotreba kruške kroz istoriju i danas

Pretpostavlja se da je rod *Pyrus* L. nastao u planinskim predelima centralne Azije, zapadne i južne Kine, odakle se širio na zapad i istok (Quinet i Vesel, 2019).

Smatra se da je specijacija nastala kao posledica geografske izolacije populacija roda *Pyrus* i njegovog prilagođavanja hladnijim i suvljim uslovima sredine (Mišić, 2002). Evolucija roda tekla je prostranstvima Evroazije u umerenokontinentalnoj, kontinentalnoj i subtropskoj klimi, zahvaljujući čemu je nastao visok stepen genetičke varijabilnosti (Quinet i Vesel, 2019). Areal rasprostranjenja divlje kruške proteže se od Evrope, preko Kavkaza, Turkmenistana, planine Altaj, Sibira, do Kine i Japana. Neke vrste su introdukovane na područje Amerike, gde su se odomaćile, iako Amerika nije deo areala roda *Pyrus* (Kaur i Ayra, 2012).



**Slika 3.** Distribucija *Pyrus communis* L. u svetu.  
(Izvor 2)<sup>2</sup>

Prema Vavolovu (Mišić, 2002) postoje tri centra porekla i genetičke raznonovrsnosti kruške: kineski centar, u kojem su zastupljene vrste *P. serotina* Rehd. i *P. ussuriensis* Maxim.; srednjeazijski centar, u kojem su zastupljene *P. communis* L. i *P. heterophylla* Regel i Schmalh; i bliskoistočni centar, iz kojeg potiču *P. communis* L., *P. salicifolia* Pall., *P. elaeagrifolia* Pall., *P. syriaca* Boiss. i *P. nivalis* Jack. Domestifikacija kruške odvijala se nezavisno na Dalekom Istoku – u Kini, kao i na zapadu – na Kavkazu (Ferradini i sar., 2017). U poređenju sa drugim vrstama voća, kultivacija kruške se odvijala prilično kasno, uglavnom zbog male veličine ploda divlje kruške (De Vilmorin i Clebant, 1996).

Tokom istorije, kruška je preko Irana i Male Azije dospela u Evropu i na druge kontinente. U Evropi se gaji oko 3.000 godina. Kruška je kultivisana u antičkoj Grčkoj oko 2.800 godina p.n.e. pod imenom „Achras“, a pre toga se već gajila u Egiptu i antičkom Rimu (Hedrick i sar., 1921). U svojim delima spominju je pesnici i filozofi antičke Grčke i Rima: Homer, Teofrast, Plinije, Plutarh, Katon kao i mnogi drugi (Mratinić, 2000).

<sup>2</sup> [http://www.agroatlas.ru/en/content/cultural/Pyrus\\_communis\\_K/map/index.html](http://www.agroatlas.ru/en/content/cultural/Pyrus_communis_K/map/index.html), pristupljeno 14. 3. 2022.





Slika 4. Delovi mozaika sa motivom kruške, antička Grčka i Rim.  
(Izvor 3)<sup>3</sup>

Kruška je prvi put spomenuta u grčkoj literaturi u Homerovoj Odiseji (Royer, 1853; Hedrick, 1921), a prvi definitivni zapisi o njenom gajenju nađeni su u Teofrastovim spisima 370-286. godine p.n.e. Iz brojnih zapisa saznajemo da su krušku gajili bogati i privilegovani ljudi (Leroy, 1867; Hedrick i sar., 1921). Grčki historičar Plutarh (120-50. g p.n.e.), pisao je da su se plodovima kruške kao loptom igrali i dobacivali dečaci tokom festivala. U grčkoj mitologiji, kruška je žrtvovana dvema boginjama: Heri (boginji žena i braka) i Afroditi (boginji lepote). U rimskoj mitologiji, kruška je žrtvovana boginji Pomoni (koja simbolizuje stablo voća, plodonošenje i dug život), čiji je tron bio napravljen od krušaka (Parle i Arzo, 2016). Homer (8. vek p.n.e.) u trećoj knjizi Odiseje, pored masline i nara, navodi i krušku kao „dar bogova“. Kruška je rasla u vrtu feačkog kralja Alkinoja na ostrvu Šerija (današnji Krf), u mračnom carstvu Hada iznad Tantalove glave, koji zbog kazne nikad nije mogao da je dohvati (Parle i Arzo, 2016).

U antičkom Rimu kruška se gajila intenzivno na području zapadnog Sredozemlja, a područje Italije, Španije i Francuske pogodovalo je uzgoju kruške zbog blage klime (Mratinić, 2000). Teofrast, otac botanike (3. vek p.n.e.) u svom delu *De Causis Plantarum* opisao je četiri sorte krušaka i istakao da se kruške ne mogu razmnožavati iz semena, jer „sejanci ne zadržavaju osobine roditelja“. Pisao je i o umnožavanju kruške iz semena i korena, kao i umnožavanju kalemljenjem, a utvrdio je da je za oprašivanje neophodna unakrsna polinacija, iako nije imao objašnjenje za ovaj proces (Hedrick i sar., 1921). Katon je 178. godine p.n.e. napisao prvu knjigu o poljoprivredi na latinskom jeziku, u kojoj je opisao šest sorti krušaka, a ujedno i detaljno objasnio svaku od metoda umnožavanja, kalemljenja, nege stabla i čuvanja ploda, koje su i danas poznate uzgajivačima voća (Mratinić, 2000). Kolumela opisuje 20 sorti, a Plinije Stariji u knjizi *Historia naturalis* opisuje čak 41 sortu tog doba. Takođe, Plinije je pisao da su Rimljani, osim za ishranu, krušku koristili i u etnomedicini (Quinet i Vesel, 2019).

U Kini, gde se kruška uzgaja preko 4.000 godina, u pojedinim verovanjima (1134. godina p.n.e.) se smatra da je darovanje kruške predstavljalo lošu sreću, razdvajanje prijatelja ili zaljubljenih, ali da je poklanjanje ploda kruške povodom *Festivala gladnih duhova* simbolizovalo umirenje nemirnih duhova. Osim Kine, kruška je bila atraktivno voće i drugim drevnim narodima Male Azije, Sirije i Irana, gde se uzgaja preko 2500 godina, a neka sačuvana semena u tim oblastima stara su i do 300 godina (Parle i Arzo, 2016). U doba Aleksandra Velikog (356 – 323. godina p.n.e.) poznate su bile tzv. *fokijske kruške*, a pojedina mesta na Peloponezu lokalno stanovništvo je nazivalo „Apia“, što je značilo „zemlja krušaka“ (Mratinić, 2000).

Tokom srednjeg veka, kruška se uzgajala na manastirskim imanjima širom Evrope, a više se o njoj znalo od kraja 14. veka (Parle i Arzo, 2016). Francuski vladar Šalerman (9. vek n.e.) uzgajao je

<sup>3</sup> <https://www.pinterest.com/pear>, pristupljeno 12. 2. 2020.

u svojim voćnjacima različite sorte krušaka i prvi je u istoriji uzgoja kruške, ustanovio i zapisao geografsko poreklo sorti (Quinet i Vesel, 2019).

Tokom 17. i 18. veka počinje zlatno doba evropskog uzgoja kruške (Francuska, Engleska, Belgija, Italija, Rusija), kada je ukrštanjem ili iz prirodnih populacija nastao veliki broj sorti, koje se gaje i danas (Mratinić, 2000). Belgijski monah Nikolas Hardepont (18. vek) selekcijom je dobio Hardepontovu sortu kruške, odličnog kvaliteta, koja se i danas intenzivno proizvodi. Pod uticajem Hardepontovog, Žan Baptist van Mons je u periodu od 1758. do 1900. godine hibridizacijom stvorio preko 80.000 sejanaca, od kojih je 149 priznato kao nove sorte u Belgiji (Quinet i Vesel, 2019). Lesijer, advokat francuskog kralja Orleansa, 1682. godine je opisao 254 sorti krušaka, Merlet je 1667. godine opisao 197 sorti, dok je Tokard 1851. godine opisao 120 sorti (Parle i Arzoo, 2016). Kaluđer Le Roj je 1760. godine u jednoj šumi kod Kiona (Francuska) pronašao spontani sejanac, koji se i danas gaji širom sveta pod imenom Kaluđerka (Curê), dok je 1867. opisao 900 različitih tadašnjih sorti krušaka. Viljamovka, sorta kruške koja se i danas uzgaja i svojim visokim kvalitetom ploda nadmašuje sve dosadašnje desertne sorte, pronađena je 1796. godine u Engleskoj, kao spontani sejanac (Mratinić, 2000). Hortikulturno društvo Londona je 1826. godine objavilo katalog sa čak 622 sorte pobrojanih krušaka (Parle i Arzoo, 2016).

Kruška je iz Evrope prenetu u Severnu Ameriku i Kanadu doseljavanjem stanovništva. Među prvim sortama, u Ameriku je prenetu Beurré d'Anjou, gde se i danas uzgaja (Hedrick i sar., 1921). Prvi guverner države Masačusets zasadio je 1630. godine jedno od prvih stabala kruške u Americi. To stablo se još uvek čuva i danas ima starost od preko 385 godina (Parle i Arzoo, 2016). Prema literaturnim podacima iz 1858. godine, u SAD-u se uzgajalo 854 sorti kruške. Ipak, do današnjih dana kruška u SAD nije stekla onu popularnost kakvu imaju jabuka, breskva i drugo voće, a smatra se da je uzrok tome hladnija klima koja ne pogoduje njihovom uzgoju (Mratinić, 2000).

Tokom 20. veka privatne i nacionalne istraživačke stanice u Evropi, Americi i Aziji osnovale su brojne programe za razvoj novih komercijalnih sorti krušaka. Ipak, ovaj sortiment krušaka je manji nego sortiment jabuka. Mnoge nove sorte ustanovljene su kao komercijalno isplative, među kojima su Konferans (Conference) i Društvenka (Doyenné du Comice) (Brewer i Palmer, 2011; Dondini i Sansavini, 2012).

Poslednjih 15-20 godina stvoreno je oko 300 novih sorti, koje uključuju 200 evropskih i oko 100 azijskih sorti. Međutim, svega desetak novostvorenih sorti i dalje čini 90% celokupne svetske proizvodnje krušaka (Pesson i Louveaux, 1984; Miranda i sar., 2010). Napori u formiranju novih sorti krušaka odnose se na poboljšanje otpornosti na biljne bolesti i parazite, poboljšanje kvaliteta, izgleda i trajnosti plodova, samooprašivanje, veći prinos i bolji habitus (Jun i Hongsheng, 2002; Brewer i Palmer, 2011; Dondini i Sansavini, 2012). Poslednjih godina, moderne genetičke metode, uključujući i molekularne markere, mapiranje gena i genetičke transformacije, rezultovale su razvojem velikog broja sorti sa vrednim biološkim resursima koje unapređuju proizvodnju kruške, a u tom procesu značajnu ulogu ostvarile su brojne tradicionalne i lokalne sorte. Putem genetičkih molekularnih markera radi se analiza (engl. *screening*) germplazme iz različitih kolekcija, i ulažu se napori da se potvrdi tačan identitet brojnih starih i novih sorti u nacionalnim kolekcijama širom sveta (Evans i sar., 2015).

Do sada je u svetu registrovano oko 5.000 sorti krušaka u čijem stvaranju je učestvovalo desetak vrsta krušaka. Među svim vrstama i sortama krušaka, klasifikovanim na osnovu porekla i komercijalne upotrebe, izdvajaju se tri osnovne grupe: evropska (*Pyrus communis* L.), japanska (*Pyrus pyrifolia* Burm.) i kineske kruške (*Pyrus bretschneideri* Rehd. i *Pyrus ussuriensis* Maxim.) (Kaur i Ayra, 2012). Kasnije, na osnovu porekla, izvedene su samo dve grupe: zapadna i istočnjačka grupa krušaka. U zapadnu grupu spada preko 20 vrsta krušaka koje su poreklom iz Evrope, severne Afrike, Male Azije, Irana i centralne Azije. U istočnjačku grupu spada 12-15 vrsta krušaka koje su poreklom sa područja Tjan-Šena (srednja Azija), pa do Japana (Silva i sar., 2014).

Nove, molekularne analize su pokazale da je evropska kruška (*P. communis*) najverovatnije izvedena od jedne ili dve divlje vrste krušaka: *P. pyraster* (L.) Burgsd. i/ili *P. caucasica* Fed. (Ferradini i sar., 2017), a da azijska kruška ima širu genetičku osnovu i izvedena je od nekoliko vrsta: usurijske kruške (*P. ussuriensis*), kineske kruške (*P. x bretschneideri*), dalekoistočne kruške (*P. pyrifolia*) i ksinjang kruške (*P. sinkiangensis* T.T.Yu) (Bao i sar., 2007; Katayama i sar., 2016).

Plodovi sorti izvedenih od evropske kruške karakteristični su po svom kruškastom obliku (proširene osovine i izduženog vrata) i sočnom mesu sa sitnozrnim strukturama sklereida, karakteristične arome i ukusa (Ferradini i sar., 2017; Quinet i Vesel, 2019). Plodovi azijskih sorti su dominantno okruglastog oblika, hrskavog čvrstog mesa, sa visokim procentom šećera i niskim procentom kiselina, blaže arome i ukusa (Ferradini i sar., 2017; Quinet i Vesel, 2019). Prema godišnjim izveštajima FAO (*Food and Agriculture Organization of The United Nations*) kruška je, po obimu proizvodnje, peto kontinentalno voće u svetu, sa 23.919 miliona tona godišnje proizvodnje u 2019. godini (Izvor 4)<sup>4</sup>.

Najveći proizvođači kruške danas su zemlje Azije, Južne i Severne Amerike, Evrope i Afrike. Prema podacima FAO za 2019. godinu, najveći proizvođač krušaka je bila NR Kina sa 17.091.032 t, što je preko 67% ukupne svetske produkcije, zatim SAD (661.360 t), Italija (840.516 t), Argentina (595.427 t), Turska (530.723 t), kao i Španija, Južna Koreja, Japan, Južna Afrika i dr. U godišnjim izveštajima FAO navodi se podatak da je proizvodnja kruške u Srbiji za period 2010 – 2019. varirala od 47.501 t u 2010. godini do 54.859 t u 2019. godini (Izvor 5)<sup>5</sup>.

Prema podacima Republičkog zavoda za statistiku Republike Srbije iz 2017. godine, u Srbiji je ukupno 5.703 ha pod zasadima kruške, što je daleko ispod zasada šljive, maline, jabuke i višnje, a najveći prinos kruške u iznosu od 82.055 t ostvaren je 2013. godine, dok je danas proizvodnja u drastičnom opadanju (Izvor 6)<sup>6</sup>. Na domaćoj trpezi kruška je u manjoj meri sa plantaža Srbije (Šumadija, zapadni i južni deo Srbije), a većim delom je iz uvoza (Argentina, Čile, Turska, Italija), sa cenom znatno višom u odnosu na drugo sezonsko voće (Savić, 2016). Bez obzira na povoljne prirodne uslove za gajenje kruške u Srbiji, neophodno je osavremenivanje njene proizvodnje, uz očuvanje bogatog genofonda autohtonih i tradicionalnih sorti, kako kruška ne bi neprimetno iščezla sa naših prostora (Savić, 2016).

## 1.2. Familija Rosaceae

Familija ruža (Rosaceae) jedna je od najbogatijih vrstama i geografski najrasprostranjenijih biljnih familija cvetnica, sa 90 rodova i, po različitim procenama, 2.500 do 2.900 vrsta. Vrste familije Rosaceae su jednogodišnje i višegodišnje biljke, a mogu biti u formi drvenstih, žbunastih i zeljastih biljaka, kao i lijana. Istraživanja varijabilnosti sekvenci DNK kod skrivenosemenica su pokazala da ova familija predstavlja jasnu monofiletsku grupu (Quinet i Vesel, 2019).

Rosaceae je heterogena familija u okviru koje su u zavisnosti od tipa ploda i drugih morfoloških i molekularnih karakteristika izdvojene 3 potfamilije: Rosoideae, Amygdaloideae i Dryadoideae (Xiang i sar., 2017). Za tradicionalnu podelu familije osnovni taksonomski kriterijum je tip ploda, koji može biti: orašica (ahenija), suva koštunica, zbirna orašica, zbirna koštunica, mešak i pomum (Tatić i Blečić, 1988). Osim tipa ploda, za izdvajanje potfamilija koriste se i dodatni kriterijumi - morfološke karakteristike, kao i genetički i fitohemijski karakteri (Quinet i Vesel, 2019).

<sup>4</sup> <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>, pristupljeno 27. 8. 2021.

<sup>5</sup> <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>, pristupljeno 27. 8. 2021.

<sup>6</sup> <https://data.stat.gov.rs/Home/Result/13050101?languageCode=sr-Cyrl>, pristupljeno 1. 10. 2021.

Potfamilija Amygdaloideae sadrži oko 1000 vrsta (Xiang i sar., 2017), a podjeljena je na 11 tribusa, uključujući Maline. Tradicionalno, Amygdaloideae uključuje komercijalno važno voće kao što su šljiva, trešnja, kajsija, breskva i badem. Plod ovih biljaka je koštunica koja sadrži jedno seme. Raste u obliku žbunja ili drveća, ponekad kao grmlje ili zeljaste biljke. Listovi su naizmjenični, ponekad naspramni, prosti, ponekad perasto složeni; stipule su prisutne ili odsutne. Cvetovi: receptakulum je odsutan ili mali; karpela 1–5(–8), pojedinačne ili +/- u grupama, slobodne ili +/- srasle za hipantium, stubići su pojedinačni ili +/- srasli; semenih zametaka (1 ili) 2(–5+). Plod je mešak ili agregat meškova, čahura, koštunica, agregat koštunica, specijalna koštunica - pomum, agregat orašica, ahenija ili agregat ahenija (Xiang i sar., 2017).

Vrste familije Rosaceae imaju karakteristične listove, koji su raspoređeni spiralno i naizmjenično i obično imaju zaliske, koji rastu bočno iz osnove lisne drške. Cvetni delovi su najčešće ciklično raspoređeni, osim prašnika koji su mnogobrojni. Cvetovi su aktinomorfni, hermafroditni (ređe jednopolni), u cvastima ili pojedinačni. Cvetni omotač je dvojan, najčešće petočlan (ili četvoročlan). Veći broj prašnika je raspoređen po obodu cvetne lože na kojoj se nalazi nektarija. Broj karpela može da bude isti kao broj čašičnih listića, ali može da ih ima i 2-3 puta više od čašičnih listića ili samo jedna. Oprašivanje je entomofilno. Postoji sklonost ka apomiksismu i partenokarpiji. Utvrđeno je prisustvo cijanogenih glikozida u semenima većeg broja predstavnika familije Rosaceae (Tatić i Blečić, 1988; Quinet i Vesel, 2019).

### 1.3. Rod *Pyrus* L.

Rod *Pyrus* pripada potfamiliji Amygdaloideae tribusu Maleae i podtribusu Malinae i sadrži od oko 75–80 vrsta i interspecijskih hibrida i kultivara (sorti, varijeteta), uglavnom rasprostranjenih na severnoj hemisferi, u Evropi, Aziji i Severnoj Americi (Li i sar., 2014; Quinet i Vesel, 2019). Takođe, rodu *Pyrus* pripadaju vrste umerenog klimatskog područja Evroazije, na jugu do planine Atlas u severnoj Africi, a na istoku do južne Kine i Japana.

Filogenetske analize su pokazale da je rod *Pyrus* monofiletska grupa, koja se sastoji od dve osnovne klade: istočno-azijske i zapadno-evroazijske, koje su divergirale među sobom u oligocenu. Istočno-azijska klada je nastala pre 15,7 miliona godina, a zapadno-evroazijska se pojavljuje pre 12,38 miliona godina (Korotkova i sar., 2018). Istočno-azijska klada obuhvata vrste srednjeg i dalekog Istoka, a zapadno-evroazijska objedinjuje vrste iz Evrope, jugozapadne Azije i kavkaskog regiona. Pretpostavlja se da hipotetički zajednički predak vodi poreklo iz kineskog područja, pri čemu se rod širio na zapad. Smatra se da je razdvajanje ove dve klade uzrokovano nastankom Turgajskog epikontinentalnog moreuza, koji je odvajao prakopna Evrope i Azije, u periodu od mezozika do kasnog oligocena (Korotkova i sar., 2018; Quinet i Vesel, 2019).

Rod *Pyrus* obuhvata listopadno drveće ili žbunje, sa ili bez trnova. Drveće je visine od 10 do 17 m. Kora na starijim stablima je ispucala, a izdanci dvostruki, kratki ili dugi, goli ili pokriveni dlakama. Listovi su naizmjenično raspoređeni na granama, celi, ili ređe perasto deljeni, nazubljenog ili celog oboda. Cvetovi su dvopolni, mirišljavi, sakupljeni u cvasti (gronje) u kojima ih bude po 3 do 20. Cvet ima po pet čašičnih i kruničnih listića. Krunični listići su bele ili ružičaste boje. Prašnika ima od 5 do 50, raspoređeni su u 3 kruga, i svetlojubičaste su boje. Plodnik se sastoji od 2 do 5 karpela, i u svakoj karpeli se formiraju po 2 semena zametka. Plod je mesnat, ima karakteristične kamene ćelije (sklereide), i po tipu je specijalna koštunica (*pommum*), čiji veći deo nastaje razrastanjem cvetne lože sa priključenim potcvetnim plodnikom (Tatić i Blečić, 1988).





**Slika 5.** Stablo evropske kruške, Polimlje (*P. communis*). (Fotografija: A. Savić)

Istraživanjima je utvrđeno postojanje preko 5000 sorti krušaka (varijeteta, kultivara) širom sveta, koje imaju usku genetičku osnovu (Quinet i Vesel, 2019). Sve vrste roda *Pyrus* su u mogućnosti da učestvuju u procesu interspecijske hibridizacije, bez obzira na njegovu široku geografsku distribuciju. Zato je veoma često teško napraviti razliku između sličnih taksona, kao i taksona nastalih tokom vremena, da bi se utvrdilo da li su u pitanju prirodno nastali hibridi, podvrste ili varijeteti (Li i sar., 2016; Quinet i Vesel, 2019).

Raznovrsnost vrsta roda *Pyrus* je teško tačno proceniti, zbog niskog morfološkog diverziteta i nedostatka karaktera za diferencijaciju vrsta, kao i zbog izraženog ukrštanja među vrstama, podvrstama i varijetetima (Quinet i Vesel, 2019). Brojne molekularne studije bazirane na genetičkom istraživanju markerskih lokusa sorti krušaka, koriste se danas za determinisanje sorti i određivanje njihovog porekla u odnosu na ishodnu vrstu. Takva genetička istraživanja sorti, iako su još uvek na početku, predstavljaju osnovu za njihovu dalju upotrebu u cilju stvaranja novih komercijalnih sorti (Volk i Cornille, 2019; Postman, 2019).

#### 1.4. Zastupljenost vrsta roda *Pyrus* na području Srbije

U ekosistemima Srbije zastupljene su 4 vrste roda *Pyrus*. Osim evropske, divlje kruške (*Pyrus communis* L. syn. *P. pyraeaster* L.), koja će biti detaljnije predstavljena u sledećem potpoglavlju, sporadično su zastupljene i: slanopađa, kruška trnovača ili dugolisna kruška (*Pyrus spinosa* Forsk. syn. *Pyrus amygdaliformis* Vill.); dafinolisna kruška (*Pyrus elaeagnifolia* Pallas) i snežna, kasna kruška (*Pyrus nivalis* Jacq.). U okviru istog areala, ove vrste stupaju u proces hibridizacije, čime nastaju podvrste, forme ili varijeteti, koji su ograničeni na areal kontaktne zone ukrštanja (Mratinić i Kojić, 1998).

Slanopađa (*Pyrus amygdaliformis* Vill., *Pyrus spinosa* Forsk. Sun.), kruška trnovača ili dugolisna kruška, izrazito je kserofitna biljka koja nastanjuje suve i siromašne terene, skeletno i kamenito zemljište i raste do 1500 m nadmorske visine. Rasprostranjena je u submediteranskom i mediteranskom području, na jugozapadu Balkanskog poluostrva do Male Azije i Sirije. U Srbiji je rasprostranjena u jugoistočnoj Srbiji. Razmnožava se vegetativno (putem izdanaka i izbojaka) i generativno (putem semena u prirodi), ali i u rasadničkoj proizvodnji kao generativna podloga. Na nju se kaleme bujnije, vitalnije i otporne sorte koje mogu da podnesu teže ekološke uslove (Mratinić i Kojić, 1998; Mišić, 2002).

Dafinolisna kruška (*Pyrus elaeagnifolia* Pallas) ima žbunasto ili drvoliko stablo, visine do 8 m, male bujnosti, sa trnolikim izraštajima. Razmnožava se semenom i vegetativno. Otporna je na sušu, mraz i zaslanjenost zemljišta. Nalazi se u zajednicama termofilnih šuma čiji su edifikatori hrast medunac (*Quercus pubescens* Willd.) i grabić (*Carpinus orientalis* Mill.). Rasprostanjena je u jugoistočnoj Evropi, Maloj Aziji, Zakavkazju i na Krimu (Mišić, 2002). Prema Mratinić i Kojić (1998), dafinolisna kruška je nađena i u istočnoj Srbiji i na području Kosova i Metohije. Ova vrsta je deo divlje populacije i za sada nema veći ekonomski značaj, jer ima slabu kompatibilnost sa mnogim sortama gajenim u kulturi (Mratinić i Kojić, 1998; Brewer i Volz, 2019).



**Slika 6.** a) *P. amygdaliformis* (fotografija Marie Portas); b) *P. elaeagnifolia* (fotografija Ori Fragman Sapir); c) *P. nivalis* (nepoznati autor). (Izvor 7)<sup>7</sup>

Snežna, kasna kruška (*P. nivalis* Jacq.) rasprostranjena je u srednjoj i južnoj Evropi, Iranu, Kavkazu, Krimu, Francuskoj, Austriji, južnim delovima Nemačke, Švajcarskoj, kao i na Balkanskom poluostrvu. U Srbiji se sreće sporadično u istočnim delovima (Mratinić i Kojić, 1998). Postoji u formi stabla i u žbunastom obliku. Stablo dostiže visinu 15-20 m sa širokom loptastom krunom. Nalazi se na strmim terenima, u mezokserotermnim šumama sladuna (*Quercus conferta* Kit.), cera (*Quercus cerris* L.), kitnjaka (*Quercus petraea* (Mattuschka) Liebl.) i medunca (*Quercus pubescens* Willd.). Ima ekološki značaj u pogledu očuvanja strmog tla od erozije i pogodna je za kalemljenje sorti koje bi se gajile na ovakvim terenima. Snežna kruška se gaji i kao hortikultura biljka (Mišić, 2002).

Novija istraživanja pokazuju da se usled hibridizacije dve vrste divlje kruške javljaju mnoge podvrste, kao npr. notopodvrsta divlje kruške u novoj kombinaciji *Pyrus* × *jordanovii* nothosubsp. *velenovskiyi* (Dostálek) Niketić, koja je nastala kao hibrid između *P. communis* subsp. *pyraster* i *P. spinosa*, a koja je prvi put konstatovana za floru Srbije 1989. godine. Domestifikovane podvrste roda *Pyrus* verovatno su izvedene iz različitih ekogeografskih divljih podvrsta sa teritorija Evrope i zapadne Azije (Niketić, 2018).

Slanopađa, dafinolisna kruška i snežna kruška imaju privredni značaj, jer se u voćarskoj proizvodnji koriste kao generativne podloge za kalemljenje mnogih komercijalnih sorti krušaka. Visoka biološka vrednost plodova potiče od šećera (posebno glukoze), tanina, pektina, mineralnih supstanci i dr., pa mogu da se koriste u ljudskoj ishrani kao sveži plodovi ili u prerađenom obliku (Mišić, 2002). Navedene vrste su značajni faktori ekosistema jer sprečavaju eroziju, a njihovo stablo ima ekonomsku vrednost u izradi predmeta od drveta (Mratinić i Kojić, 1998).

<sup>7</sup> <http://www.plantsoftheworldonline.org>, pristupljeno 7. 10. 2021.

## 1.5. *Pyrus communis* L. – evropska kruška

### 1.5.1. Opšte karakteristike

Evropska ili obična kruška (*Pyrus communis* L.) raste u Evropi, od Atlanskog okeana do Kaspijskog mora, u Maloj Aziji, i po obodu severne Afrike (Sharma i sar., 2015; Quinet i Vesel, 2019). Pretpostavlja se da je vrsta iz Azije migrirala u centralnu i zapadnu Evropu tokom post-glacijalnog perioda (Haas i sar., 1999; Quinet i Vesel, 2019).

Smatra se da je evropska kruška deo zajednica hrastovih šuma i da je autohtona za područje srednjeevropske flore. Obuhvata areale umerenih regiona koji se prostiru u Evropi, Aziji i Americi, do 800 m.n.v (Quinet i Vesel, 2019). Izrazito je zastupljena i na Balkanskom poluostrvu u dolinama reka, po obodu listopadnih šuma sladuna, cera, graba i bukve i na planinama do 1600 mnv U Srbiji je rasprostranjena u nižim predelima Stare planine i Suve planine, Svrljiških planina, Homoljskih planina, na obroncima Kopaonika, Jastrepca, Stolova, Jelice, Rudnika, Suvobora, Maljena, i u Polimlju (Mratinić, 2000; Mratinić i Kojić, 2008; Šoškić, 2008).



**Slika 7.** *P. communis* var. *pyraster* – evropska kruška, list i plod. (Fotografija: A. Savić)

Evropska kruška je višegodišnje drvo sa širokom piramidalnom krunom i dominirajućom vođicom. Visina stabla može da bude 10-30 m, a širina krune najčešće 1-15 m. Predstavlja široku prirodnu populaciju mnogobrojnih fenotipova i genotipova koji su nastali kao rezultat alogamnog oprašivanja. Ima izražen polimorfizam i javlja se u velikom broju varijeteta i formi, koji se razlikuju po morfološkim, fiziološkim i hemijskim osobinama (Mratinić i Kojić, 1998). Pri oprašivanju često dolazi do spontane hibridizacije sa drugim vrstama kruške (*P. amygdaliformis*, *P. elaeagnifolia*, *P. nivalis*), ali i sa mnogim sortama u kulturi, čime se polimorfnost značajno povećava (Mratinić i Kojić, 1998). Plodonosi nakon 4 do 8 godina starosti, a u prirodi može da živi i preko 200 godina (Hessazon, 1990). Prijaju joj osunčana staništa, a ređe zasenčena. Mlado drvo je trnoliko, ima gole tamnomrke grančice sa izraženim lenticelama. Pupoljci su sitni i oštri (Mratinić i Kojić, 1998).

Prema Mratinić i Kojić (1998), u populacijama na području Srbije se razlikuju 4 varijeteta:

- *P. communis* L. var. *pyraster* – odlikuje se okruglastim oblikom lišća i sreće se u šumskim populacijama, na visinama 200-900 mnv;
- *P. communis* L. var. *ovata* – odlikuje se izrazito okruglastim oblikom lista i najzastupljeniji je u prirodi. Sreće se u različitim šumskim asocijacijama, na visinama 150-1500 mnv;



- *P. communis* L. var. *nardiana* – odlikuje se izrazito duguljastim lišćem i nalazi se u istim šumskim asocijacijama kao i *P. communis* L. var. *ovata*;
- *P. communis* L. var. *penzesiana* – karakteriše se lancetastim oblikom lista, i zastupljen je u mnogobrojnim šumskim asocijacijama, na visinama 250-1200 mnv.

Kao mezofilna biljka, evropska kruška je karakteristična za područja sa dobro izraženom vlažnošću. Ima dubok i razgranat korenov sistem. Ukoliko je zastupljena na aridnom području, formira sitnije plodove i podložna je uticaju parazita i biljnih bolesti (Mratinić i Kojić, 1998). Najčešće se sreće u dolinama reka, aluvijalnim i rastresitim zemljištima, a korenov sistem joj dospeva do podzemnih voda. Dobro podnosi teška i zbijena zemljišta, ali je osetljiva na karbonatna zemljišta visoke pH. Plod evropske kruške je sitan, okruglast i malo spljošten, sa drškom ili bez nje. Seme je posebno značajno za uzgoj podloge za kalemljenje plemenitih sorti (Mratinić i Kojić, 1998).

### 1.5.2. Morfološke karakteristike

**Koren.** Koren kruške je dobro razvijen, može biti vertikalni (pravi) i horizontalni (bočni). Pravi koren je jači, vitalniji, prodire dublje u zemlju (od 2,5 do 6 m) i obezbeđuje stablu veću bujnost, dok su bočni korenovi plići, razvijeni ispod površine i zauzimaju manju zapreminu zemljišta (Šoškić, 2008). Razvoj korena zavisi od vrste, sorte, fizičko-hemijskog sastava zemljišta, podzemnih voda, starosti kruške itd. (Mratinić i Kojić, 1998). Na suvim i neplodnim zemljištima koren se mnogo više razvija u prečniku, kako bi zauzeo što veću površinu i dopreo do vode. Ukoliko se jedinka razvija na suvom zemljištu, koren može 2-4 puta da prevaziđe prečnik obima krune. Kod najvećeg broja voćnih vrsta, među kojima je i kruška, razvija se mikoriza, posredstvom koje se koren snabdeva azotom (Mratinić, 2000).

**Stablo.** Stablo kruške je radijalne građe, sastoji se od *glavne osovine (deblo)*, koja raste apikalno naviše, i *skeletnih grana (kruna)*, koje rastu pod određenim uglom u odnosu na stablo. Listovi na stablu su spiralno raspoređeni, a dužina internodija je karakteristična za vrstu i sortu (Mratinić, 2000).



**Slika 8.** a) Habitus; b) Deblo divlje kruške. (Izvor 8)<sup>8</sup>

<sup>8</sup> [http://euromed.luomus.fi/euromed\\_map.php?taxon=452403&size=medium](http://euromed.luomus.fi/euromed_map.php?taxon=452403&size=medium), pristupljeno 14. 3. 2022.



Deblo kruške predstavlja uspravni i nerezgranati deo stabla kruške, i može da bude nisko (do 60 cm), polunisko (60-90 cm), poluvisoko (90-120 cm) i visoko (preko 1-2 m). Njegova visina zavisi od brojnih faktora (kao što su karakteristika sorte, vrste, uslovi sredine), ali i načina kalemljenja određene sorte na podlogu (Mratinić i Kojić, 1998). Kod opisa stabla sorti kruške, kao najvažniji elementi uzimaju se: bujnost stabla, oblik krune, zbijenost krune i visina debela. Stablo može da bude slabo bujno (Krasanka, Kleržo), srednje bujno (Viljamovka, Konferans, Abate Fetel), bujno (Kaluderka, Društvenka) i veoma bujno (Hardepontova maslovka). Bujnost stabla je bitna sortna osobina, od koje zavisi način razmaka stabala u rasadu, kao i kvalitet ploda (Mratinić, 2000).

Kruna kruške se sastoji od grana različite veličine, sa raspoređenim pupoljcima, lišćem, cvetovima i plodovima. Veličina, oblik i struktura krune uzrokovani su naslednom osnovom sorte, ekološkim uslovima, bujnošću podloge i uslovima gajenja. Postoje dva tipa krune: prirodni (slobodan) tip koji se formira prirodno, i koji se karakteriše velikom bujnošću grana, ali malim prinom plodova; i veštački tip, koji formira čovek orezivanjem, u cilju povećanja rodnosti kruške i kvaliteta plodova (Mratinić, 2000; Šoškić, 2008). Prirodni oblik krune je bitna osobina u uzgoju kruške. Kruna kruške može biti široko piramidalna (Hardepontova maslovka, Krasanka) ili usko piramidalna (Društvenka, Druardova). Sorte se među sobom razlikuju i po gustini krune, koja može biti retka (Žifardova maslovka) ili gusta (Hardepontova maslovka) (Mratinić, 2000).

Grane predstavljaju skelet krune. Neposredno iz debela razvija se vođica – centralna grana, na kojoj su spiralno raspoređene grane prvog, drugog, trećeg reda. Grančice mogu biti: *rodne* (nose generativne (cvetne) pupoljke, a kasnije i plod); *mešovite* (iz njih se obrazuju cvet i plodovi, sa listovima); i *nerodne* (koje nose vegetativne pupoljke iz kojih se obrazuje skelet krune). Nerodne grančice su: vodopije – bujne grane, koje izbijaju iz starijih delova stabla ili grana; letorasti – nerodne grančice, koje se razvijaju iz bočnih pupoljaka i rastu od proleća do jeseni, i trnoliki izraštaji (bodlje), koji se javljaju kod sorti slabijeg kvaliteta, kao i kod divlje kruške (Mratinić, 2000; Mratinić i Kojić, 1998). Skeletne grane mogu biti veoma duge (Žifardova), a mogu se i razgranavati: dobro (Kaluderka, Boskova bočica, Crvena Viljamovka), srednje (Viljamovka), slabo (Abate Fetel, Krasanka) ili veoma slabo (Hardijeva maslovka) (Mratinić, 2000; Šoškić, 2008).

Zastupljenost rodni grančica predstavlja karakteristiku sorte, a takođe od posebnog značaja je i poznavanje načina rezidbe, kako ne bi došlo do njihovog oštećenja zbog pogrešne rezidbe i gubitka ploda (Mratinić 2000; Šoškić 2008). Kod malog broja sorti mogu biti zastupljeni i trnoliki izraštaji, karakteristični za evropsku krušku (Zimska dekantkinja) (Mratinić, 2000).

Pupoljci mogu biti: vegetativni (drvni, lisni, adventivni ili latentni) i generativni, reproduktivni (cvetni). Morfološke razlike između cvetnih i vegetativnih pupoljaka su jasno izražene: cvetni pupoljci su krupniji, okruglasti i kod većine sorti nalaze se na vrhu rodni grančica (terminalno), a vegetativni pupoljci su sitniji, izduženi i sa oštrim vrhom, i češće se nalaze lateralno u odnosu na rodnu grančicu. Generativni pupoljci su mešovito složeni, jer se iz njih razvija više cvetova i više listova (Mratinić, 2000).

**List.** List je jedan od osnovnih vegetativnih organa kruške koji je značajan za determinaciju vrste i sorte. Od broja listova i njihovog stanja zavisi rodnost kruške i kvalitet ploda. List kruške je prost, a oblik liske može da bude: okruglast, jajast, ovalan, lancetast, srcolik ili eliptičan (Šoškić, 2008). Takođe, i veličina lista je različita; kod mlađih stabala listovi su krupniji u odnosu na listove starijih stabala. Površina liske može da bude glatka i pokrivena voštanom kutikulom, ili maljava, ravna ili neravna. Liska može da bude sitna (Viljamovka), srednje krupna (Decana D'Inverno) i krupna (Giardiana). Listovi su bifacijalni. Nervatura lista je uglavnom mrežasta, sa mnogobrojnim stomama. Ivica liske je nazubljena, talasasta i ravna. Po završetku vegetacione sezone list otpada, ali, ako je kruška nedovoljno ishranjena ili napadnuta biljnim bolestima, list otpada i ranije (Mratinić, 2000).



**Slika 9.** List i cvet kruške. (Fotografija A.Savić)

**Cvet.** Cvetovi su hermafroditni, beli, entomofilni, na kratkim peteljicama ili lateralnim grančicama, sastoje se od pet čašičnih i pet kruničnih listića, sa brojnim prašnicima, dijametra 2 do 4 cm. Različite sorte krušaka se razlikuju po obliku kruničnih listića, koji mogu biti okruglasti, kvadratno-pravougaoni, ovalno-okruglasti, ovalno-šiljati ili eliptični. Cvetna drška može biti maljava ili glatka, kratka, srednje dugačka ili dugačka, a čašični listići se takođe razlikuju po dužini, i mogu biti dugački, srednji i kratki (Mratinić, 2000). Plodnik se sastoji od pet karpela, u kojima se nalaze po dva semena zametka (Mratinić i Kojić, 1998; Quinet i Vesel, 2019). Neke sorte se odlikuju izraženom pojavom heterostilije. Kod različitih sorti kruške razlikuju se dva tipa cveta: ružolik (Dilova maslovka) i zvezdast (Boskova bočica). Najznačajniji elementi za determinaciju sorte su: oblik kruničnih listića, veličina cvetne drške, prisustvo malja na cvetnoj dršci i veličina čašičnih listića (Mratinić, 2000).

Cvetovi kruške su raspoređeni u racemoznu cvast – gronju. Vrste i sorte se međusobno razlikuju po broju cvetova u cvasti, tako da se kod najvećeg broja sorti cvast sastoji od 5 do 9 cvetova, ali kod nekih sorti taj broj dostiže i do 17. Evropska kruška je ranocvetna forma i cveta pre drugih vrsta i sorti krušaka, a fenofaza cvetanja traje veoma kratko između 6 i 20 dana, u zavisnosti od vrste i sorte (Mratinić i Kojić, 1998).

Na početak i tok cvetanja kruške utiču genotipske karakteristike vrste i sorte, kao i uticaj ekoloških činilaca. Po tipu cvetanja sorte se grupišu u: ranocvetne (Karamanka, Ječmenjača), srednje ranocvetne (Kaluderka, Kleržo, Arapka), srednje poznocvetne (Viljamovka, Takiša) i poznocvetne (Boskova bočica, Društvenka) (Mratinić, 2000). Sve sorte krušaka su autosterilne (ne dolazi do samooprašivanja) i upućene su na poligamno (unakrsno) oplođenje zbog genetske samo-nekompatibilnosti. Ipak, iako ne dolazi do intra-specijske hibridizacije, često dolazi do inter-specijske hibridizacije (Quinet i Vesel, 2019).

U procesu oplemenjivanja kruške koriste se *hibridizacija* i *klonska selekcija*. Hibridizacija može biti spontana (iz prirodnih populacija – tako su nastale sorte Kaluderka i Viljamovka), veštačka (čovjek učestvuje indirektno – odabirom majke, čije seme koristi za stvaranje sejanaca, od kojih se kasnije iz populacije izdvaja odabrani primerak – npr. Šarena julska) i planska (čovjek odabira i ženskog i muškog roditelja i veštački vrši oprašivanje) (Mratinić, 2000). Klonska selekcija je manje značajan metod za stvaranje novih sorti, jer je genotip kruške mnogo stabilniji i spontane mutacije kod kruške se retko dešavaju. Zbog toga se kruška uglavnom razmnožava kalemljenjem ili reznicama.

Kalemljenjem vršnih delova sejanaca na vegetativnu podlogu ubrzava se početak rađanja plodova (Mratinić, 2000).

**Plod.** Plod je najvažniji organ kruške za determinaciju vrste i sorte (Quinet i Vesel, 2019). Nastaje iz jednog cveta i predstavlja sinkarpnu koštunicu – *pommum*, čiji je perikarp sagrađen iz većeg broja međusobno sraslih karpela. Sočni deo ploda nastao je razrastanjem cvetne lože i on predstavlja meso ploda. Egzokarp predstavlja pokožicu ploda. Mezokarp je u vidu tankog sloja neposredno oko semene kućice, tj. pergamentnih komorica. Endokarp ima izgled pergamentnih komorica i u njemu se nalazi seme (Mratinić, 2000; Šoškić, 2008).



**Slika 10.** Plod evropske kruške. (Fotografija: A. Savić)

Plodovi različitih sorti variraju prema veličini i obliku, i pod uticajem su genetičkih faktora, uslova sredine i agrotehničkih mera (Brewer i Volz, 2019). Kao najvažniji elementi za determinaciju ploda, opisuju se: oblik, veličina, peteljka i peteljkino udubljenje, čašica, pokožica, meso ploda, semena kućica i seme (Izvor 9)<sup>9</sup>. Kod sorti krušaka sreću se dva osnovna oblika: kruškast i okruglast, kao i veliki broj prelaznih oblika (izduženo-okruglast, konusan, zatupast, zvonast, cilindričan, dunjolik, smokvast i dr.). Evropske sorte krušaka imaju izdužen kruškolik oblik, a azijske sorte karakterističan okruglast oblik (Silva i sar., 2014).

U odnosu na masu, plod može biti od veoma sitnog do veoma krupnog. Prema ovom kriterijumu, Mratinić (2000) je plod kruške klasifikovala na: veoma sitan (mase do 25 g; autohtone sorte: Jagodarka, Vidovača, Takiša, Tamnjanika), sitan (mase 25-50 g; Turšijara), srednje veličine (mase od 100-150 g; Košija rana, Žifardova), srednje krupan (mase od 150-200 g; Kaluđerka, Kleržo), krupan (mase od 200-300 g; Pakams trijumf), i veoma krupan plod (mase preko 300 g; Krasanka, Arapka, Lončara). Kod divlje kruške plod je veličine od 1 do 4 cm, a kod gajenih sorti od 8 do 18 cm (Silva i sar., 2014).

Peteljka ploda je takođe važan element karakterističan za sortu, i ona se razlikuje prema: dužini, debljini, čvrstoći, boji, kao i prema obliku udubljenja u odnosu na plod (koso ili pravo postavljena, srednje duboko ili duboko). Čašica (vršna jama) može biti otvorena (Žifardova), poluotvorena (Trevuška) ili zatvorena (Krasanka) (Mratinić, 2000).

<sup>9</sup> International Union for the Protection of New Varieties of Plants – UPOV, <https://w.ww.upov.int/portal/index.html.en>, pristupljeno 12. 10. 2021.

Pokožica ploda je takođe veoma bitna osobina, i može se razlikovati prema debljini i obojenosti (Mratinić, 2000). Debljina pokožice može biti tanka, srednje debela i debela, a u odnosu na boju, pokožica je nebojena (ima samo osnovnu boju) ili šarena (maslinastozelena, zelena, žućkasta, žuta i sa primesama crvene). Pokožica može imati i rđastu prevlaku, koja je karakteristika sorte (Boskova bočica). Na pokožici se uočavaju lenticеле, koje se razlikuju kod sorti u odnosu na veličinu, gustinu i boju.

Plodovi se razlikuju po: teksturi, ukusu, aromi, strukturi i sočnosti mesa.

Tekstura ploda je termin koji se koristi za osećaj kvaliteta ploda prilikom konzumacije. Tekstura se procenjuje na skali zadovoljstva ukusom, i ona može da objedinjuje fizičke komponente ploda i njegove biohemijske karakteristike u koje spadaju: čvrstoća, sočnost, struktura mesa, oštrina, hrskavost, prisustvo celuloznih vlakana i dr. Ova osobina ploda je veoma bitna kod potrošača, naročito u prihvatanju novih sorti (Brewer i Volz, 2019). Čvrstoća ploda je povezana sa njegovom zrelošću, kao i tipom sorte, a utiče i na komercijalnu isplativost, zbog veće trajnosti čvrstog ploda. Mnogi konzumenti se opredeljuju za sorte mekšeg ploda, iako drugi preferiraju čvrst i hrskav plod (Adebayo i sar., 2017).

Meso ploda se karakteriše prema boji (beličasta, krem, žućkasta, crvenkasta itd.); strukturi (veličina sklereida – sitnozrna, srednjezrna, krupnozrna); topljivosti (koja je u korelaciji sa veličinom sklereida); ukusu (slatkast, nakiseo) i aromi (prijatna, slaba, jaka) (Brewer i Volz, 2019).

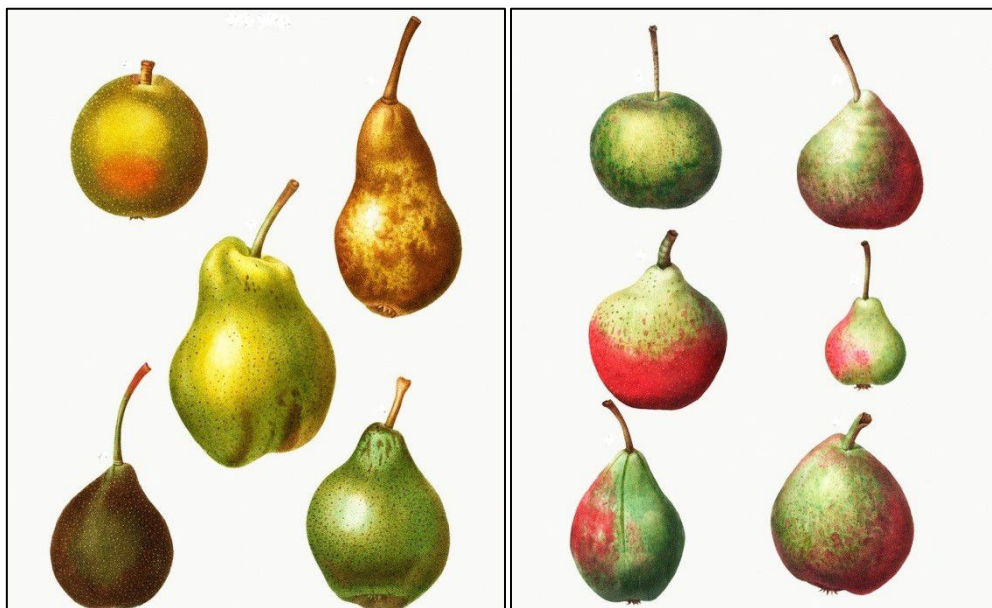
Čvrstoća zrelog ploda kruške znatno varira među sortama. Sočnost ploda je takođe veoma bitna karakteristika, kako za evropske, tako i za azijske sorte. Meso evropskih sorti je generalno mekše i sočnije u poređenju sa azijskim sortama (Brewer i Volz, 2019).

Aroma je takođe važna karakteristika sorte i ona obuhvata kombinaciju slatko-nakiselog ukusa, prisustvo gorčine i trpkosti ploda u usnoj duplji, zajedno sa prisustvom isparljivih materija koje se detektuju u nosu i grlu (Brewer i Volz, 2019).

Slatkoća ploda je bitna osobina za komercijalno pozicioniranje sorte i ona se procenjuje na osnovu skale subjektivnog osećaja. Prisustvo organskih kiselina (dominantno jabučne i limunske, ali i drugih kiselina: oksalne, šikiminske, fumarinske, tartarne, sirćetne i mlečne kiseline) može da varira u zavisnosti od sorte i ekoloških uslova uzgoja. Za evropske varijetete kruške, pH vrednost ploda može da varira od 2,4 do 5,4 (Brewer i Volz, 2019).

Nizak nivo trpkosti i gorčine ploda su veoma povoljne karakteristike i često su u obrnutoj korelaciji sa visokim procentom fenolnih i polifenolnih komponenti, uključujući i prisustvo tanina. Visok procenat adstringentnog (trpkog) ukusa je naročito prisutan kod divljih vrsta i predačkih sorti, koje se koriste u daljoj selekciji (Stančević, 1980; Brewer i Volz, 2019).





Slika 11. Raznovrsnost morfoloških tipova oblika ploda kruške (Izvor 10)<sup>10</sup>

**Sklereidi.** U sočnom delu ploda kruške karakteristično je prisustvo kamenih ćelija, sklereida, sa zadebljalim ćelijskim zidom i uslovljeno je genetičkim faktorima, ali i ekološkim uslovima sredine. Sklereidi utiču na kvalitet ploda i njegovu ekonomsku iskoristljivost (Brewer i Volz, 2019). Ćelije sklerenhima (sklereidi, sklerenhimski idioblasti) se javljaju u mnogo različitih oblika i veličina, i prisutni su u brojnim biljnim tkivima (stabljika, list, plod, seme) u kojima imaju zaštitnu i potpornu ulogu. Prema građi mogu biti: kratki sklereidi, makrosklereidi, osteosklereidi, astrosklereidi, trihosklereidi i dr. U plodovima krušaka zastupljeni su kratki sklereidi (brahisklereidi), grupisani u klastere (agregacije) (Cheng i sar., 2019). Oni imaju funkciju mehaničkih elemenata, kao i zaštitu od biotičkog i abiotičkog stresa (Yongping i sar., 2010).

Anatomski se mogu opisati kao kratke i kompaktne izodijametrične ćelije, sa debelim lignifikovanim zidovima, i često sa šupljinama kanala u sekundarnom zidu (Sinclair, 1976). Lignifikovani sklereidi debelih zidova karakteristični su i za pokožicu urme, a nalaze se u ljusci badema ili oraha (Sterling, 1954). Prema Cheng i sar. (2019) na veličinu sklereida, kao i veličinu klastera u mesu ploda utiče stepen polimerizacije lignina u ćelijskim zidovima. Sklereidi ploda krušaka se karakterišu sekundarno zadebljalim ćelijskim zidom od lignina, celuloze i hemiceluloze. Rezultati navedene studije takođe pokazuju da se kamene ćelije stvaraju iz parenhimskih ćelija sočnog dela ploda, od 7 do 15 dana nakon cvetanja, a formiraju se između 23 i 67 dana nakon cvetanja (Sterling, 1954).

**Period zrenja.** Prema periodu zrenja, sorte krušaka se dele na: letnje, jesenje i zimske. Period zrenja plodova je od kraja juna - početka jula do oktobra. U skladu s tim, period branja krušaka zavisi od peroda zrenja (Hedrick i sar., 1921).

Letnje sorte krušaka sazrevaju od druge polovine juna do kraja avgusta. Ukoliko ranije sazrevaju, trajnost ploda je kraća. Plodovi ranih sorti mogu da se beru i pre pune tehnološke zrelosti, kako bi im se trajnost korišćenja produžila, a ukoliko se obru kasnije, počinju brzo da gnjile i trajnost im se smanjuje. U rane letnje sorte spadaju stare sorte: Jagodarka, Vidovača, Ječmenjača, Ilinjača, Lueničarka i dr. (Stančević, 1980).

<sup>10</sup> <https://www.rawpixel.com/image/569220/vintage-pear-fruit-drawing>, pristupljeno 12. 10. 2021.



**Slika 12.** Rana letnja sorta Lubeničarka. (Fotografija: A. Savić).

Jesenje sorte krušaka sazrevaju od početka septembra, pa do kraja oktobra, kada se i beru. Neki smatraju da berbu treba produžiti i u novembru, a pojedini voćari pokušavaju da stvore i grupu sorti prelazne sezone, kao poluzimske sorte. Jesenje sorte krušaka se beru kad im pocrne semenke i kad plodovi počnu lako da se otkidaju, i to je na oko dve nedelje pre potpune (konzumne) zrelosti. Takođe, i u ovoj grupi krušaka postoji prilično veliki broj sorti, od kojih su najznačajnije: Boskova bočica, Društvenka, Kleržo, Abate Fetel, Starkov delišes, Pakams trijumf (Stančević, 1980).

Zimske sorte krušaka se beru što kasnije, ali pre pojave prve slane, od početka do sredine oktobra. Značajnije zimske sorte krušaka su: Druardova maslovka, Kaluđerka, Hardenpontova maslovka, Krasanka, Zimska dekantkinja i dr. (Stančević, 1980).

Plodovi nekih varijeteta su ukusni i mogu da se jedu u svežem stanju, ali, kod zimskih sorti ukus ploda se poboljšava gnjiljenjem. Kod nekih sorti prisutna je partenokarpija, koja se karakteriše razvićem ploda bez polinacije i oplodjenja, i takvi plodovi ne sadrže seme (Mratinić i Kojić, 1998).

**Seme.** Seme se razvija iz semenog zametka posle oplodjenja; sastoji se od klice (embriona) i endosperma, a na površini se nalazi opna (semenjača). Plod kruške najčešće sadrži 10 semenki, kod nekih sorti do 20, a plodovi koji su razvijeni partenokarpno (bez oplodjenja) nemaju semena (Mratinić i Kojić, 1998; Mratinić, 2000).

### 1.5.3. Upotreba kruške u ishrani, tradicionalnoj medicini i u kozmetičke svrhe

Kruška je od velikog značaja za ljudsku ishranu, ali osim ishrane, ona ima upotrebu i u druge svrhe. Plod kruške se koristi u svežem i prerađenom obliku (sok, džem, pekmez, slatko, sirup, u sušenom obliku, za čaj, za ishranu beba, u kulinarstvu, za salate, za proizvodnju alkoholnih pića i dr.) (Li i sar., 2016). Postoje brojni tradicionalni proizvodi od kruške za ishranu, koji se i danas pripremaju u ruralnim oblastima Srbije i Balkanskog poluostrva (Pieroni i sar., 2011; Menković i sar., 2011; Šarić-Kundalić i sar., 2010, 2011; Mustafa i sar., 2012a, b; Šavikin i sar., 2013; Zlatković i sar., 2014; Jarić i sar., 2007, 2014, 2015; Dajić Stevanović i sar., 2014; Savić 2014, 2016).

Stablo kruške proizvodi aromatične supstance, pa se koristi kao sirovina za sušenje mesa ili duvana (Parle i Arzoo, 2016). Takođe, zbog visokog kvaliteta, stablo kruške ima primenu u drvnoj industriji, za izradu nameštaja, dekorativnih predmeta i rezbarije (Li i sar., 2016). Pored navedenog, od stabla kruške se izrađuju i drške za kišobrane i muzički instrumenti (vratovi na violini ili gitari,

ključevi za klavire) (Parle i Arzoo, 2016). U narodnom verovanju Srba i drugih balkanskih naroda, stablo kruške ima magijski karakter (Čajkanović, 1994b; Savić, 2016).

Kruška se koristi i kao lekovito sredstvo u tradicionalnoj medicini, za prevenciju i lečenje brojnih bolesti. Brojna etnobotanička istraživanja su pokazala da kruška ima blagotvorne efekte na ljudsko zdravlje: kao hipoglikemik, hipolipidemik, kardiotonik, analgetik, spazmolitik, antitusik, antihipertenziv, antidijareik, laksativ, preventivno protiv kancera, za smanjenje telesne težine, protiv febrilnih stanja i glavobolje, protiv bola u grlu i sinusitisa, protiv kamena i peska u bubregu, za zarastanje rana i kao sredstvo protiv starenja (Johnson, 1998; Jalali i sar., 2009; Kaur i Arya, 2012; Li i sar., 2014; Jarić i sar., 2014; Reiland i Slavin, 2015; Parle i Arzoo, 2016, Guo i sar., 2017, Anam i sar., 2017; Güneş i sar., 2017; Prakash i sar., 2021; Hong i sar., 2021).

Utvrđeno je antidijabetično dejstvo ploda kruške (Stančević, 1980; Šavikin i sar., 2013; Jarić i sar., 2014, Güneş i sar., 2017), a svakodnevna konzumacija jabuka i krušaka dovodi do smanjenja rizika od dijabetesa tipa 2 za 18% (Guo i sar., 2019). Upotreba ploda kruške u ishrani ima neuroprotektivno dejstvo (Stančević, 1980) i ubrzava oporavak rekonvalescenata. Konzumacija krušaka potvrđuje i citotoksično (antipriroferativno) dejstvo, zbog prisustva ursolne kiseline, i preventivno deluje protiv kancera bešike, pluća i jednjaka (Parle i Arzoo, 2016; Hong i sar., 2021).

Konzumacija soka kruške podstiče lučenje pljuvačke, blagotvorno deluje na pluća, ublažava kašalj i smanjuje rizik od mnogih bolesti (Xie i sar., 2007). Sok kruške kod dece povoljno utiče na pročišćenje grla, deluje protiv upale glasnih žica i olakšava iskašljavanje. Takođe, sok kruške je poznat i kao blagi antipiretik (Parle i Arzoo, 2016). Neke studije pokazuju da sok od kruške snižava procenat alkohola u krvi, i da je delotvoran protiv mamurluka, jer ima enzime koji brzo metabolišu alkohol (Parle i Arzoo, 2016). Postoji zanimljiv podatak da se u 17. veku kruška uzimala pre konzumacije alkoholnih pića, jer je umanjivala dejstvo alkohola. Drugo istraživanje pokazuje da unos čaše soka od kruške smanjuje procenat alkohola u krvi za 20% i olakšava stanje nakon pijanstva, smanjenjem koncentracije acetaldehida u krvi (toksični metabolit alkohola) (Parle i Arzoo, 2016).

Upotrebom soka ili pirea, pripremljenog samo od mesnatog dela ploda kruške, sprečava se dijareja (Stančević, 1980). To dejstvo se pripisuje taninu koji izaziva zatvor. Međutim, nepravilnim korišćenjem kruške u ishrani mogu se pojaviti i neželjene posledice. Prema Stančeviću (1980) visok procenat pektina u plodu ima laksativno dejstvo i sprečava konstipaciju, i utiče i na snižavanje telesne težine (Johnson, 1998; Kayr i Arya 2012; Parle i Arzoo, 2016), a konzumacijom nezrelih plodova krušaka, ili onih sorti s velikim količinama kamenih ćelija i grubim mesnatim delom, posebno na prazan stomak, mogu da nastanu jaki bolovi u želucu (Stančević, 1980). Uzrok tome je preveliki nadražaj creva velikom količinom celuloze, pa je bitan način konzumiranja plodova kod osoba koje boluju od kolitisa i gastritisa (Parle i Arzoo, 2016). Isto tako, plodovi kruške mogu da izazovu neželjene posledice i ako se koriste u gnjilom obliku, kada se u mesnatom delu ploda, pod dejstvom enzima, obrazuju acetaldehid, metil-alkohol i druge supstance. Međutim, u izvesnim slučajevima upotreba gnjilih plodova kruške može da ima pozitivno dejstvo kod ljudi koji boluju od hroničnog zatvora (Stančević, 1980).

Plod kruške se koristi kao dijetetsko i lekovito sredstvo u lečenju oboljenja srca i krvnih sudova, zbog prisustva šećera koji se lako apsorbuju i predstavljaju izvor energije, kalijumovih soli, vitamina B1, C, kao i mikroelemenata, koji pozitivno deluju na funkcionisanje srčanog tkiva, prevenciju krvnog pritiska i moždanog udara i blagotvorno utiču na kardiovaskularne poremećaje (Stančević, 1980; Leontowicz i sar., 2003, Parle i Arzoo, 2016). Pektin u plodu kruške snižava holesterol u krvi, kao i visok nivo triglicerida (Kayr i Arya, 2012; Parle i Arzoo, 2016).

Dijetalnom ishranom, čiji je sastavni deo plod kruške, postižu se određeni rezultati i u lečenju jetre i žučne kese, naročito zbog prisustva organskih kiselina i monosaharida, koji blagotvorno utiču na rad ćelija jetre (Johnson, 1998; Stančević, 1980; Mustafa i sar., 2015). Zbog prisustva brojnih organskih kiselina, konzumacijom ploda kruške snižava se pH u organizmu, što pozitivno deluje na

zadržavanje kalcijuma u kostima i sprečavanje osteoporoze. Takođe, i sadržaj bora u plodu kruške omogućava organizmu da zadrži kalcijum, što takođe, povoljno utiče na usporavanje osteoporoze (Parle i Arzoo, 2016).

Kruška ima veoma važnu ulogu u zarastanju rana, a za to su odgovorni adstrigeni tanini i vitamin C koji stimuliše produkciju kolagena u koži (Johnson, 1998; Parle i Arzoo, 2016, Hong i sar, 2021). Zbog veće količine folata konzumacija ploda kruške je pogodna za trudnice (Parle i Arzoo, 2016).

Plod kruške pozitivno deluje na bubrežne bolesnike i osobe obolele od nefritisa, zbog pospešivanja metabolizma i ubranog izbacivanja štetnih supstanci (Stančević, 2008). Kod kamena u bubregu, pogotovo ako potiče od soli oksalne kiseline, plodovi kruške potpomažu bistrenje urina i potenciraju raspadanje kamena i njegovo izbacivanje (Stančević, 1980). Čaj od kore i lista kruške se često u narodnoj medicini koristi za lečenje upale bešike i mokraćnih kanala (Gudej i Rychlińska, 1999; Parle i Arzoo, 2016).

Kruška se koristi i u kozmetičkoj industriji. Pasirani plod kruške se može koristiti kao pakovanje za lice. Posebno je delotvoran na održavanje tonusa i vlažnosti kože, smanjenje bora, a ima povoljan uticaj i na masnu kožu i lečenje akni. Plod je efektivan i kao piling zbog prisustva kamenih ćelija. Zanimljiva je upotreba pasiranog ploda kao pakovanje i na kosi, pri čemu ishranjuje kosu, vraća joj vlažnost i sjaj, ali utiče i na njeno lakše raščesljavanje (Kaur i Ayra, 2012; Parle i Arzoo, 2016).

Stearinska kiselina, izolovana iz ploda, koristi se u kozmetičkoj industriji i za pravljenje deterdženata i sapuna. Stearil alkohol iz ploda ima upotrebu u proizvodnji lubrikanata, smole, parfema i kao sredstvo za zgušnjavanje. Plod kruške se koristi i u industriji kao sirovina, adheziv i sredstvo za vlaženje (Sharma i sar., 2015). Seme kruške, zbog prisustva cijanogenih glikozida, ima toksični efekat pri konzumaciji u većim količinama, ali može da služi kao polazna osnova za ekstrakciju ovih supstanci (Mahammad i sar., 2010). Arbutin iz ploda kruške snižava nivo melanina u koži i deluje kao izbeljivač (Kaur i Ayra, 2012; Parle i Arzoo, 2016). Skvalen iz ploda se koristi u kozmetičkoj i farmaceutskoj industriji (kao dodatak u proizvodnji vakcina), a takođe i kao supstanca u dijetama za prevenciju kancera (Sharma i sar., 2015).

Brojni autori su se bavili istraživanjima potencijalne upotrebe ploda *P. communis* kao značajnog izvora fenolnih jedinjenja, flavonoida, alkaloida, saponina i drugih jedinjenja, što daje mogućnost široke primene u ishrani, etnomedicini, farmakološkim i kozmetičkim proizvodima (Leontowicz i sar., 2003; Lin i Harnly, 2008; Mahammad i sar., 2010; Kayr i Ayra 2012; Li i sar., 2012; 2014; 2016; Reiland i Slavin, 2015; Sharma i sar., 2015; Öztürk i sar., 2015; Kolniak-Ostek, 2016 a,b; Parle i Arzoo, 2016; Liaudanskas i sar., 2017; Brahem i sar., 2017; Kolniak-Ostek i sar., 2020, Prakash i sar., 2021, Hong i sar., 2021).



#### 1.5.4. Hemijski sastav kruške

Plod kruške doprinosi zdravom dijetetskom režimu u ishrani čoveka. Predstavlja značajan izvor energije, vitamina, minerala, dijetalnih vlakana i ostalih nutrijenata, koji određuju njegovu hranljivu vrednost (Stančević, 1980; Mahammad i sar., 2010; Öztürk i sar., 2015; Li i sar., 2016, Memić i sar., 2017). U hemijski sastav ploda kruške ulaze brojne supstance, od kojih su najznačajnije: voda, ugljeni hidrati, celuloza, organske kiseline, belančevine, masne i aromatične supstance, tanini, pigmenti, vitamini, minerali i dr. (Stančević, 1980; Mahammad i sar., 2010; Li i sar., 2016). Od ukupne težine ploda kruške, na jestivi deo otpada 95-98% u zavisnosti od sorte (Stančević, 1980). Hemijski sastav ploda kruške zavisi od sorte, ekoloških uslova sredine, primenjene agrotehnike, rodnosti i faze zrelosti ploda. Plodovi različitih sorti krušaka imaju različite nutritivne karakteristike, aromu, ukus, morfološke i organoleptičke karakteristike, hemijski sastav i energetska vrednost (Stančević, 1980; Šoškić, 2008; Li i sar., 2016).

U prvoj hemijskoj analizi ploda kruške, urađenoj 1927. godine, utvrđeno je prisustvo preko 300 supstanci, uključujući estre, ugljene hidrate, alkohole, aldehide i ketone. Danas, brojna istraživanja su fokusirana na hemijski i nutritivni sastav ploda, i prikazuju rezultate analize ukupnih šećera, organskih i masnih kiselina, ukupnih polifenola, flavonoida, antocijanina, vlakana, vitamina, kao i minerala (Li i sar., 2016). Sve komponente prisutne u plodu kruške mogu biti klasifikovane u nekoliko velikih grupa: primarne metabolite (uključujući vitamine, minerale, vlakna), kao i sekundarne metabolite.

##### **Primarni metaboliti ploda kruške.**

Evropska kruška ima veću kalorijsku vrednost i veći sadržaj šećera, u odnosu na azijsku krušku koja je bogatija vodom i sadrži manji procenat šećera i ugljenih hidrata (Mahammad i sar., 2010). Azijske kruške su pogodnije za ishranu, dok se evropska kruška, osim za ishranu, koristi kao delikates i u kulinarskom. Plod kruške je manji alergen u odnosu na drugo voće, a može se konzumirati svež, u obliku soka, a naročito je pogodan za ishranu beba i osoba koje pate od alergija (Mahammad i sar., 2010). Ukupna količina šećera, amino kiselina i organskih kiselina utiče na organoleptički kvalitet ploda i na njegovu nutritivnu vrednost (Li i sar., 2016).

Sveži plod evropske kruške na 100 g sadrži: 83,71 g vode; 15,46 g ugljenih hidrata; 9,8 g šećera; 3,1 g ukupnih vlakana; 0,38 g proteina; 0,12 g masti; 119 mg natrijuma; 42 mg vitamina C; 11 mg magnezijuma; 7 mg gvožđa i 0,1 mg cinka (Hussain i sar., 2013). Plodovi evropske kruške sadrže i do 20% suve supstance; 9 - 15% ukupnih šećera; 0,5 - 3,5% pektina; 0,5% tanina i 0,2 - 0,6% organskih kiselina (Izvor 11)<sup>11</sup>. Količina vode u plodu evropske kruške kreće se od 80,40% (Olivijerka, Karamanka) do 87,90% (Stančević, 1980). Kruška sadrži neznatne količine masti, zbog čega na 100 grama ima nešto više kalorija od jabuke. Pojedine sorte krušaka (npr. Viljamovka) sadrže velike količine kalcijuma i gvožđa u odnosu na drugo voće, zbog čega se preporučuju za ishranu žena, naročito starijih od 40 godina (Parle i Arzoo, 2016). Kilogram zrelih plodova daje ljudskom organizmu od 400 do 610 Kcal, u zavisnosti od sorte (Stančević, 1980).

Ugljeni hidrati su jedan od najvažnijih sastojaka ploda kruške i predstavljaju dobar izvor energije (Xie i sar., 2007; Mahammad i sar., 2010; Hussain i sar., 2013; Li i sar., 2016). Prema Mahammad i sar. (2010), najveći procenat ugljenih hidrata u plodu sadrži seme evropske kruške (98,21%), zatim pokožica (96,01%) i na kraju meso kruške (89,08%). Prema Hussain i sar. (2013) analizom kineskih sorti utvrđeno je da sadrže od 87,67% do 96,46% ugljenih hidrata u plodu, a da su najzastupljeniji fruktoza, glukoza i saharoza. Prema Stančeviću (1980) sadržaj ukupnih šećera u plodu evropske kruške kreće se od 8,80% u sorti Košija do 14,90% u sorti Boskova bočica. Sadržaj glukoze i fruktoze se kreće od 7,60% u sorti Šarena julska, do 10,07% u sorti Viljamovka, dok se saharoza u

<sup>11</sup> <https://www.usda.gov/>, pristupljeno 25.5. 2021.

plodu kruške kreće od 0,75% u sorti Šarena julska do 3,70% u sorti Zelena Magdalena. Ugljeni hidrati u plodu kruške imaju nizak glikemijski indeks i sporo se apsorbuju u krvotok, što je veoma pogodno za ishranu obolelih od dijabetesa (Xie i sar., 2007).

Polisaharidi (skrob) se nalaze samo u zelenim plodovima (još dok su na drvetu) i njihov sadržaj se kreće od 0,96% do 2,20%. U plodovima zimskih sorti (Krasanka, Zimska dekantkinja) i posle berbe, skroba ima od 0,5% do 1,2%. Sadržaj celuloze u plodu kruške iznosi od 0,78% (Žifardova maslovka) do 1,45% (Merodova rana). Kao polisaharid, celuloza ima značajne fiziološke osobine u organizmu, jer reguliše peristaltiku creva (Stančević, 1980).

Organske kiseline su značajni sastojci ploda kruške, koji utiču na njegovu specifičnu aromu i prijatan osvežavajući ukus. Jabučna, limunska, hina, šikiminska i hlorogenska kiselina su najzastupljenije organske kiseline u plodu kruške, a među njima dominiraju jabučna i limunska kiselina (Xie i sar., 2007; Li i sar., 2016, Hong i sar., 2021). Prema Stančeviću (1980) organskih kiselina u plodovima krušaka ima od 0,03% (Karamanka), zatim 0,10% (Avranška), pa sve do 0,46% (Krasanka). Organske kiseline su delom vezane za mineralne materije, a većim delom su u slobodnom, disosovanom obliku. One u organizmu ubrzavaju razmenu materija i poboljšavaju rad jetre, creva i drugih unutrašnjih organa (Stančević, 1980). Plod evropske kruške ima pH vrednost od 3,48 (Krasanka) do 4,40 (Šarena julska) (Stančević, 1980).

Proteini se u plodu kruške nalaze u relativno malim količinama, ali imaju visoku biološku vrednost, čime zadovoljavaju osnovne ljudske potrebe za unosom esencijalnih aminokiselina (Mahammad i sar., 2010). Prema Stančeviću (1980), sadržaj proteina se kreće od 0,26% (sorte Kleržo i Olivijerka) do 0,70% (Žifardova maslovka). Osim nutritivnog značaja utvrđen je uticaj nekih aminokiselina (tirozin) na voćnu aromu ploda i stvaranje isparljivih komponenti (Hussain i sar., 2013). Plod kruške sadrži brojne amino kiseline: treonin, izoleucin, leucin, lizin, metionin, cistin, fenilalanin, valin, arginin, histidin, asparaginsku i glutaminsku kiselinu i dr. (Parle i Arzo, 2016). Prema Hussain i sar. (2013) najzastupljenije aminokiseline u ispitivanim sortama su bile glutaminska kiselina i leucin, dok su prema Mahammad i sar. (2010) osim glutaminske kiseline i leucina, najviše zastupljene asparaginska kiselina, arginin i izoleucin, a prema Li i sar. (2016), visoko zastupljene su i asparaginska kiselina i serin.

Lipidi su u plodu kruške najviše deponovani u pokožici i semenkama, i nalaze se u veoma malim količinama, od 0,20% (Andre Desportes) do 0,46% (Druardova maslovka). Seme kruške sadrži od 16% do 22% ulja (Stančević, 1980). Prema Hussain i sar. (2013) najzastupljenije masne kiseline u plodu su linoleinska i palmitinska kiselina, koje čine 70% do 80% ukupnog sadržaja svih masnih kiselina, a prema nekim istraživanjima, utiču i na voćnu aromu ploda.

Vitamini su sastavni deo ploda kruške. Prema Xie i sar. (2007) sveži plod kruške sadrži brojne vitamine: A, B, C, E, K i druge, dok su: folati, niacin, pantotenska kiselina, piridoksin i riboflavin prisutni u tragovima. Kao snažni antioksidansi, u plodu kruške prisutan je i vitamin C, koji doprinosi antioksidativnoj zaštiti organizma od slobodnih radikala (Xi i sar., 2007). Osim značaja u ljudskoj ishrani, sadržaj vitamina C u plodu kruške ima uticaj i na čuvanje ploda nakon branja, kao i na tamnjenje mesa ploda (Mahammad i sar., 2010). Li i sar. (2016) su utvrdili da sadržaj vitamina C u plodu varira u odnosu na sortu, period branja, kao i uslove čuvanja ploda nakon branja, i zaključili su da njegov nivo opada tokom vremena nakon branja. Istraživanja su pokazala da se vitamin C nalazi u većoj koncentraciji u kori ploda nego u mesu (Kaur i Arya, 2012). Stančević (1980) je izvestio da ceo plod kruške sadrži vitamin C od 3,90 mg/dL (Amanliška) do 12,56 mg/dL (Kleržo); karoten (provitamin A) od 64 mg/dL (Dilova maslovka) do 106 mg/dL (Boskova bočica); tiamin (B1) od 0,02 mg/dL do 0,45 mg/dL; riboflavin (B2) od 0,01 mg/dL (Kaluderka) do 0,04 mg/dL (Andre Desportes); i pantotensku kiselinu (B3) od 0,126 mg/dL (Dilova maslovka) do 0,430 mg/dL (Andre Desportes).

Istraživanja sastava ploda kruške pokazala su značajan sadržaj mineralnih materija, među kojima su: kalcijum, kalijum, natrijum, cink, magnezijum, a u tragovima cink, bakar, gvožđe i

mangan (Chen i sar., 2007; Xie i sar., 2007; Li i sar., 2016). Sveža kruška je dobar izvor kalijuma, koji je od značaja za mnoge procese u organizmu (regulacija otkucaja srca, mišićna kontrakcija, prenos nervnih impulsa, metabolizam proteina i ugljenih hidrata, kao i kontrola balansa soli u tkivima), dok je cink neophodan za funkcionisanje nervnog sistema (Parle i Arzoo, 2016). Takođe, zastupljen je i kalcijum koji je od značaja za strukturu i funkciju kostiju, dok je natrijum prisutan u tragovima (Mahamad i sar., 2010; Parle i Arzoo, 2016). Kruška je dobar izvor i bakra, koji je neophodna komponenta superoksid-dismutaze, jednog od najjačih antioksidativnih enzima (Parle i Arzoo, 2016).

Sveža kruška predstavlja dobar izvor biljnih vlakana (Parle i Arzoo, 2016). Vlakna su bitan element zdrave ishrane, jer pomažu varenju i održavanju odgovarajućeg nivoa glukoze i holesterola u krvi. Unos jedne kruške na dnevnom nivou zadovoljava 24% ukupnog unosa vlakana u ljudski organizam (Xie i sar., 2007). U suvoj masi ploda kruške nalazi se od 12% do 15% vlakana, koja su značajna u dijetetskoj ishrani, utiču na crevnu peristaltiku, smanjuju procenat holesterola i utiču na održavanje nivoa šećera u krvi na regularnom nivou (Xie i sar., 2007). Kruška ima veći procenat dijetetskih vlakana u odnosu na npr. jabuku i citrusne plodove (Li i sar., 2016). Takođe, istraživanja su pokazala veće prisustvo dijetetskih vlakana u kori ploda, nego u mesu. Pored toga, dokazano je da dijetetska vlakna kruške sadrže i bioaktivne supstance (flavonoide i polifenolne kiseline), i da su boljeg kvaliteta nego vlakna plodova nekih drugih voćnih vrsta (Li i sar., 2016). Ovo ukazuje da dijetetska vlakna iz ploda kruške mogu da se koriste kao dodatak u hrani, čineći je potencijalno zdravom.

### **Sekundarni metaboliti ploda kruške.**

Biljni fenoli su jedna od najzastupljenijih klasa sekundarnih metabolita, a naročito su rasprostranjeni u hrani biljnog porekla (voće, povrće, žitarice, orašasto voće, masline, mahunarke, čokolada itd, kao i u pićima: čaj, kafa, pivo, vino itd.). Fenolna jedinjenja poseduju jedan ili više aromatičnih prstenova, i imaju jednu ili više hidroksilnih grupa. Postoji preko 10.000 do sada otkrivenih fenolnih jedinjenja, od jednostavnijih, kao što su fenolne kiseline, do visoko polimerizovanih struktura, kao što su tanini, a uključuju i flavonoide i manje zastupljene stilbene i lignane (Dai i Mumper 2020; Li i sar., 2016, Hong i sar., 2021).

Biljni fenoli predstavljaju prvu odbranu od UV zračenja, patogena, parazita i predatora, ali daju i obojenost biljci. Utvrđeno je da fenolna jedinjenja imaju višestruku ulogu u fiziološkim procesima biljaka, delujući kao fitoaleksini, repelenti, atraktanti i ligandi (Tešić i sar., 2018, Boyer i Liu, 2004). Sveprisutni su u svim biljnim organima, a ujedno predstavljaju i sastavni deo ljudske ishrane (Dai i Mumper 2020). Njihove visoke koncentracije utvrđene su u epidermisu lista, ali i pokožici ploda, što je od posebnog značaja za ljudsku ishranu (Cory i sar., 2018; Natić i sar., 2019; Stanivuković, 2021). Na koncentraciju polifenola u plodovima utiče aktivnost enzima polifenol oksidaza, koji u prisustvu kiseonika katalizuje procese oksidacije monofenola u difenole i odgovarajuće hinone, a utiče i na potamnivanje melanina, što za posledicu ima neželjenu promenu boje biljnih tkiva u tamnu (Kolniak-Ostek i sar., 2020).

Nivo sadržaja fenola u plodovima voća zavisi od brojnih faktora, prvenstveno genetike, vrste, sorte, faze zrelosti ploda, izloženosti suncu, ali i agrotehničkih mera (Kolniak-Ostek i sar., 2020; Stanivuković, 2021). Polifenolne komponente daju organoleptičke karakteristike plodu biljaka, a takođe, imaju značajnu ulogu u antimikrobnoj zaštiti ploda, i kao snažan antioksidans (Tešić i sar., 2018; Dai i Mumper, 2020). Fenoli doprinose gorčini i trpkosti voća i voćnih sokova, zbog interakcije između fenola u plodu i glikoproteina u pljuvački (Dai i Mumper, 2020). Fenolna jedinjenja nisu ravnomerno raspoređena u plodu: kora je bogata antocijaninima, flavonolima, katehinima i procijanidinima, dok su derivati hidroksicimetne kiseline uglavnom prisutne u sočnom delu ploda (Kolniak-Ostek i sar., 2020).

Fenolne komponente imaju ulogu i u očuvanju i tamnjenju ploda (Öztürk i sar., 2015). Osim u plodu i pokožici ploda kruške, brojna istraživanja pokazuju prisustvo fenolnih komponenti i u drugim delovima kruške (cvet, kora stabla), među kojima su: arbutin, hlorogenska kiselina, kumarinska kiselina, vanilinska kiselina; kao i prisustvo brojnih flavonoida, uključujući i flavone i flavonole: kvercetin, isorhamnetin, kemferol, katehin i epikatehin (Lin i Harnly, 2008; Öztürk i sar., 2015; Li i sar., 2016). Utvrđeno je da fenoli imaju i značajnu biološku aktivnost, uključujući antioksidativnu, antimutagenu i antikancerogenu, kao i antibakterijsku i antifungalnu (Öztürk i sar., 2015). Svaka od navedenih komponenti ima svoju bioaktivnu ulogu i njihov sadržaj se razlikuje u odnosu na ispitivanu sortu (Li i sar., 2016). Kora ploda sadrži veću količinu ukupnih fenola u odnosu na meso ploda (Li i sar., 2014; Kolniak-Ostek, 2016b). U procesu ishrane i prerade ploda, kora se ljušti i odbacuje, uključujući i visok sadržaj bioaktivnih komponenti u njoj. Zato je potrebno ovu oblast dodatno istražiti i pronaći načine da se sačuvaju bioaktivne komponente u kori (Kolniak-Ostek, 2016a).

Hudina i sar. (2012) su utvrdili fitohemijski sastav floema stabla kruške, kao i ulogu fenola u procesu kalemljenja radi utvrđivanja bolje kompatibilnosti u kalemljenju između podloge (stabla kruške) i kalem grančice neke sorte kruške. HPLC analizom fenolnih jedinjenja u floemu utvrđeno je najveće prisustvo arbutina, zatim procijanidina B1, hlorogenske kiseline i katehina. Razlika u sastavu fenolnih jedinjenja između podloge i kalem grančice, kao i u sastavu floema iznad i ispod reza na stablu, gde se kalemi grančica, može da uzrokuje nekompatibilnost podloge i kalem grančice, i da doprinese uspešnosti kalemljenja (Hudina i sar., 2012).

Karotenodi su grupa prirodnih pigmenata prisutnih u voću i povrću koji daju obojenost plodu od žute do crvene. Značajni su za ljudsko zdravlje, jer deluju kao prekursori u stvaranju vitamina A u organizmu, učestvuju u antioksidativnim procesima, regulaciji ćelijske proliferacije i imaju imunološku ulogu u organizmu (Stančević, 2008; Parle i Arzoo, 2016; Li i sar., 2016). Među karotenoidima u plodu kruške najzastupljeniji su:  $\beta$ -karoten,  $\beta$ -kripto ksantin, lutein i zeaksantin (Li i sar., 2016).

Antocijani su rastvorljivi u ćelijskom soku pokožice ploda i uslovljavaju crvenu ili crvenoljubičastu dopunsku boju pokožice ploda. Ovi pigmenti se nalaze u plodovima kruške u vrlo malim količinama (Parle i Arzoo, 2016). U većoj meri se nalaze u sortama kruške Lubeničarka i Čačanski hibrid, čiji je i mesnati deo, osim pokožice ploda, intenzivno crvene boje (Stančević, 1980).

Tanini se javljaju u vrlo malim količinama, od 0,04% do 0,36% u zavisnosti od sorte. Neke retke sorte (Tiranka, Lerinka, Vranjska maslarka), sadrže znatno veće količine tanina u odnosu na komercijalne (Trevuška, Starkrimson, Viljamovka ili Konferans) (Stančević, 1980).

U plodu kruške je identifikovano više od 300 supstanci, među kojima su i aldehidi, alkoholi, estri, ketoni i sumporna jedinjenja (Xi i sar., 2007; Li i sar., 2016). Aromatične materije se nalaze u pokožici ploda i poboljšavaju njegov kvalitet. Nastaju uglavnom od geraniola i amil-estara mravlje, sirćetne, kapronske i kaprilne kiseline (Stančević, 1980). Isparljive komponente ploda kruške utiču na aromu i one su acetatnog porekla, ili potiču od estara male molekulske težine: etil acetata, propil acetata, butil acetata i heksil acetata. Etanol i propanol nisu detektovani u plodu. Osim alifatičnih acetata i alkohola, izolovani su i monoterpeni, kao što je limonen i  $\alpha$ -terpienol, koji je odgovoran za citrusnu aromu (Li i sar., 2016). Istraživanja su pokazala da cvet kruške takođe sadrži arbutin, hlorogensku kiselinu, katehin, epikatehin, proantocijanide, izoramnetin i kemferol, kao i neke neglikozilovane flavone i flavonole (Lin i Harnly, 2008; Kaur i Aura, 2012).

### 1.5.5. Biološka aktivnost kruške

U ovom odeljku je predstavljena biološka aktivnost delova kruške, sa posebnim osvrtom na antioksidativnu, antineurodegenerativnu, antidijabetičnu i citotoksičnu aktivnost ploda kruške, koje su obrađene u ovom radu. U nastavku su predstavljeni literaturni podaci koji se odnose na ispitivanje navedenih bioloških aktivnosti ploda kruške.

**Antioksidativna aktivnost.** Oksidacioni procesi i nastajanje slobodnih radikala su sastavni deo metabolizma živih bića. Ljudski organizam je neprekidno pod stresom i razvio je brojne mehanizme odbrane od štetnog dejstva visoko reaktivnih jedinjenja kiseonika, pri čemu je jedan od mehanizama - antioksidativni sistem odbrane. Antioksidansi su jedinjenja koja su u mogućnosti da uspore ili inhibiraju oksidativne procese u organizmu (Pisoschi i Negulescu, 2011, Wilson i sar., 2017). Patološka stanja organizma (npr. ubrzano starenje, kancerogeneza, kardiovaskularna, neurološka oboljenja, dijabetes itd.) uzrokovana su nekontrolisanom i prekomernom produkcijom slobodnih radikala u živom organizmu, najčešće toksičnim oblicima kiseonika koji izazivaju degradiranje ćelijskih proteina, enzima, lipidne membrane, DNK i time umanjuju celularnu resorpciju (Pisoschi i Negulescu, 2011). Ipak, samoregulacija oksidativnog stresa na nivou organizma nije dovoljna, nego se mora pospešiti iz spoljne sredine, ishranom, odnosno, unosom hrane koja sadrži antioksidanse (Sánchez-Moreno, 2002; Moharram i Youssef, 2014).

Brojna istraživanja su pokazala da voće, povrće, kao i manje termički obrađena hrana omogućavaju bolju zaštitu od bolesti koje su uzrokovane oksidativnim stresom. Brojni antioksidansi u sirovom voću i povrću, a naročito fenoli i flavonoidi, koji se nalaze u biljnim tkivima, predstavljaju jedinjenja sa visokim antioksidativnim kapacitetom (Leontovicz i sar., 2005; Pisoschi i Negulescu, 2011; Li i sar., 2014; Moharram i Youssef, 2014).

Plod *P. communis* predstavlja značajan izvor ukupnih fenola, flavonoida i saponina (Sharma i sar., 2015; Parle i Arzoo, 2016, Hong i sar., 2021), kao i antocijanina i triterpena (Li i sar., 2014; 2016). Prisustvo različitih fenolnih jedinjenja ukazuje na (Lin i Harnly, 2008; Li i sar., 2016), snazan antioksidativni potencijal ploda, i osim u ljudskoj ishrani, mogu biti lekovito sredstvo ili suplement (Lin i Harnly, 2008; Sharma i sar., 2015; Li i sar., 2014; 2016; Parle i Arzoo, 2016).

Mnoge polifenolne komponente, kao što su: derivati hidroskibenzojeve kiseline (hlorogenska kiselina, gentizinska kiselina, siringinska kiselina i vanilinska kiselina), zatim kumarinska, ferulinska kiselina, hidroskihini (arbutin), flavanoli (katehin i epikatehin); flavonoli (kvercetin, izoramnetin i kemferol), kao i antocijanini, identifikovani su i u plodu evropske i orijentalne kruške. Oni osim antioksidativnog, imaju i antiinflamatorni efekat, a utiču i na boju ploda (Schieber i sar., 2001; Lin i Harnly, 2008; Li i sar., 2014, 2016). Istraživanja pokazuju da se vitamin C nalazi u većoj koncentraciji u kori ploda kruške, u odnosu na meso ploda, i on takođe predstavlja snažan antioksidans (Kaur i Arya, 2012; Li i sar., 2016). Takođe, dokazano je da list i kora stabla kruške sadrže bioaktivne supstance uključujući arbutin, izokvercetin, sorbitol, astragalin, tanin i ursolnu kiselinu. Ekstrakt lista kruške (sadrži kvercetin, kumarin i hlorogensku kiselinu), ekstrakt kore korena i stabla kruške (floridizin) i ekstrakt cveta kruške (hlorogena kiselina) imaju takođe antioksidativno dejstvo. (Parle i Arzoo, 2016).

Utvrđeno je da list kruške sadrži kvercetin, kumarin i hlorogensku kiselinu; cvet kruške sadrži hlorogensku kiselinu, a kora korena kruške sadrži floridizin, što je od značaja za antioksidativne procese, jer ta jedinjenja učestvuju kao „hvatači“ slobodnih elektrona (Parle i Arzoo, 2016). Listovi kruške sadrže i ursolnu kiselinu, astragalin i tanine (Gudej i Rychlińska, 1999).

Antioksidativnu aktivnost ekstrakata ploda i delova ploda kruške istraživali su brojni autori u svetu. Mnogi su istraživali plod komercijalnih sorti krušaka, koje se globalno koriste, među kojima su: Imeh i Khokhar (2002), Chem i sar. (2018), Cosme i sar. (2020) i Li i sar. (2016), Kolniak-Ostek i sar. (2020), Wang i sar. (2021). Predmet istraživanja antioksidativne aktivnosti plodova krušaka



pojedinih autora bile su lokalne sorte krušaka, karakteristične za njihovo podneblje: Ma i sar. (2012) su istraživali sorte sa područja Mongolije; Barroca i sar. (2006) portugalske sorte; dok su tunižanske sorte istraživali Brahem i sar. (2017). Sa područja nekoliko kineskih provincija plodove lokalnih sorti krušaka analizirali su Li i sar. (2014), Li i sar. (2016) i Sun i sar. (2021), a lokalne sorte sa područja Japana Lenguchi i sar. (2015). Antioksidativnu aktivnost ploda pakistanskih sorti krušaka istraživali su Velmurugan i Bhargava (2013) i Manzoor i sar. (2013). Antioksidativnu aktivnost lokalnih turskih sorti krušaka istraživali su Erbil i sar. (2018), sorti krušaka sa područja Čilea Galvis Sánchez i sar. (2003), pakistanskih sorti Hussain i sar. (2013), kao i sorti krušaka sa područja Nigerije Mahammad i sar. (2010). Sa područja Bosne i Hercegovine antioksidativnu aktivnost plodova lokalnih sorti krušaka istraživali su: Skender (2007), Memić i sar. (2017), Stanivuković (2021) i Kajkut-Zeljkić (2021).

**Antineurodegenerativna aktivnost.** Oksidativni stres predstavlja i jedan od uzročnika neurodegenerativnih bolesti, među kojima su Alchajmerova i Parkinsonova bolest kod čoveka (Pisoschi i Negulescu, 2011; Huang i sar., 2016).

Alchajmerova bolest (AD) predstavlja progresivnu degeneraciju, koja je, između ostalog, uslovljena i starošću čoveka, a prepoznaje se po poremećaju kognitivnih funkcija i gubitku kratkotrajne memorije. Alchajmerova bolest nastaje smanjenjem aktivnosti neurotransmitera u mozgu: acetilholina (ACh) i butirilholina (BuCh), i uzrokovana je njihovom hidrolizom od strane dva enzima - acetilholinesteraze (AChE) oko 80%, i u manjoj meri, butirilholinesteraze (BuChE) oko 20% (Esmaili i sar., 2015; Alimpić, 2016). Kako bi se sprečila aktivnost štetno delujućih enzima, koriste se brojni sintetički lekovi koji ih inhibiraju, dok se aktivnim istraživanjima došlo do saznanja da brojne komponente sadržane u lekovitim biljkama, voću i povrću takođe deluju kao inhibitori navedenih enzima (Esmaili i sar., 2015; Alimpić, 2016).

Parkinsonova bolest (PD) je progresivni neurodegenerativni poremećaj, okarakterisan poremećajem u kretanju, nazvana po lekaru Džejsmu Parkinsonu, koji je 1817. godine prvi opisao bolest. Bolest je uzrokovana progresivnom i selektivnom degeneracijom pigmentisanih neurona koji sadrže dopamin (DA), uglavnom lociranih u crnoj supstanci (*substantia nigra*) u srednjem mozgu. Bolest se karakteriše poremećajem motornih funkcija, čime nastaju nevoljni pokreti: tremor, ukočenost ili nedostatak pokreta (Hasegawa, 2010; Alimpić, 2016). Neuron koji sadrže neuromelanin posebno su osetljivi na degeneraciju i depigmentaciju, a njihova depigmentacija predstavlja znak uznapredovale bolesti (Hasegawa, 2010, Lai i sar., 2014). Poremećaji nastaju zbog smanjenja lučenja neurotransmitera dopamina u delu mozga koji ima ulogu u kontroli voljnih pokreta (bazalne ganglije). Manjak broja dopaminergičnih neurona u bazalnim ganglijima je uzrokovan povećanjem produkcije hinonskih derivata i posebne forme melanina (neuromelanina), koji nastaje iz dopamina u procesu koji pospešuje enzim tirozinaza (Hasegawa, 2010; Alimpić, 2016).

Tirozinaza je ključni enzim u sintezi melanina, čija je hiperprodukcija povezana sa Parkinsonovom bolešću (Šavikin i sar., 2018, Lai i sar., 2014). Tirozinaza utiče na formiranje neuromelanina koji ima štetan uticaj na nervne ćelije odgovorne za kontrolu pokreta. Ona utiče i na sintezu melanina u koži i kosi, ali je uključena i u prosese enzimske oksidacije ostalih polifenolnih biljnih jedinjenja (deluje na potamnivanje plodova voća), kao i u biosintezu melanina kod životinja (Masuda i sar., 2005; Hasegawa, 2010; Lai i sar., 2014; Alimpić, 2016). Inhibitori tirozinaze se koriste u lečenju hiperpigmentacije i radi poboljšanja karakteristika hrane biljnog porekla (Alimpić, 2016).

Mnoge biljke iz familije Rosaceae danas u svetu se koriste u tradicionalnoj, ali i modernoj medicini. Brojni sekundarni metaboliti pripadnika ove familije, među kojima je i rod *Pyrus*, imaju brojne biološke aktivnosti, među kojima je dokazana i neurodegenerativna aktivnost (Szwajgier i Borowiec, 2012; Esmaili i sar., 2015). Sadašnje metode koje se koriste u terapiji neurodegenerativnih bolesti smanjuju progresiju bolesti, ali su skupe i sa značajnim nuspojavama, što otvara mogućnost korišćenja visoko vredne funkcionalne hrane koja može da bude korisna u

prevenciji ili tretmanu raznih poremećaja, uključujući i neurodegenerativne bolesti (Morzelle i sar., 2016; Šavikin i sar., 2018).

Visok sadržaj folata u plodu pozitivno utiče na trudnoću i na prevenciju od spinalnih defekata kod fetusa, a utvrđeno je da konzumacija ploda kruške ima pozitivno dejstvo u očuvanju nervnog sistema i sprečavanju neurodegenerativnih oboljenja mozga, kao što su Alchajmerova, Parkinsonova i Hantingtonova bolest (Parle i Arzoo, 2016).

Antineurodegenerativnu aktivnost ekstrakata listova kavkaske kruške (*P. caucasica*), evropske kruške (*P. communis*) i slanopađe (*P. spinosa*) opisali su Ekin i sar. (2016). Esmaeili i sar. (2015) su radili antineurodegenerativnu aktivnost ekstrakata nadzemnih delova, cvetova i ploda šest vrsta iz familije Rosaceae, među kojima je i *P. communis*, dok su Szwajgier i Borowiec (2012) istraživali inhibiciju AChE testirajući ekstrakte iz različitih delova voća i povrća (plod, koren, list, seme) uključujući i predstavnike familije Rosaceae. Wojdyło i Nowicka (2021) istraživali su AChE i BChE inhibitornu aktivnost ekstrakta lista kajsije (*Prunus armeniaca*), a Senol i sar. (2017) su istraživali antineurodegenerativnu aktivnost ekstrakata kore 17 vrsta roda *Citrus*. Duletić-Laušević i sar. (2019) su istraživali AChE inhibitornu aktivnost ekstrakta kore mandarine (*Citrus reticulata*), do su El-Khadragi i sar. (2014) testirali ekstrakt kore mandarine na oštećenje memorije kod pacova (*in vivo*). Zdunić i sar. (2020) ispitali su antineurodegenerativnu aktivnost ekstrakta lista aronije (*Aronia melanocarpa*).

**Antidijabetična aktivnost.** Oksidativni stres igra važnu ulogu i u patogenezi dijabetesa. Dijabetes melitus (DM) jedna je od najozbiljnijih i hroničnih bolesti na svetu, koja nastaje zbog nepravilne ravnoteže homeostaze glukoze. Procenjuje se da više od 220 miliona ljudi širom sveta ima dijabetes i da će broj obolelih rasti u budućnosti (Zamora-Ros i sar., 2016). Trenutno su poznata dva tipa DM: jedan je tip 1, koji karakteriše nedovoljna proizvodnja insulina, a drugi tip 2, koji je rezultat neefikasnosti insulina, i koji čini približno 90% ukupnih slučajeva (Asgar, 2013; Zamora-Ros i sar., 2015; Williamson i Sheedy, 2020). Stanje koje karakteriše abnormalno povećanje nivoa glukoze u krvi nakon obroka, poznato je kao hiperglikemija ili povišen šećer u krvi, i povezano je sa početkom dijabetesa tipa 2. Dijabetes tipa 2 je glavni uzrok komplikacija povezanih sa kardiovaskularnim oboljenjima, bubrežnom insuficijencijom, slepilom, neurološkim komplikacijama itd. (Asgar 2013; Williamson i Sheedy, 2020).

Redovna konzumacija brzo svarljivih ugljenih hidrata, među kojima je i skrob, glavni je uzrok razvoja hroničnih bolesti izazvanih hiperglikemijom (Williamson i Sheedy, 2020). U varenju skroba u ljudskom organizmu učestvuju dva ključna enzima:  $\alpha$ -amilaza (nalazi se u pljuvački usne duplje u manjoj količini, a luči je i pankreas) i intestinalna  $\alpha$ -glukozidaza. Ovi enzimi počinju da vare skrob još u usnoj duplji, tako da se on hidrolizuje do  $\alpha$ -dekstrina i oligosagarida (maltoze, maltotrioze) a zatim i do glukoze kao krajnjeg monosaharida pomoću intestinalne  $\alpha$ -glukozidaze, pre nego što bude apsorbovan u dvanaestopalačnom crevu i gornjem delu tankog creva (Asgar, 2013; Barbosa i sar., 2013). Hronična postprandijalna hiperglikemija (glikemija nakon obroka) izaziva brojne štetne procese u organizmu: glikozilaciju proteina, stvaranje slobodnih radikala koji dovode do oksidativnog stresa kada prekomerni slobodni radikali reaguju sa proteinima i DNK, i povećava koncentraciju insulina i lipida u plazmi, stvarajući faktore rizika od kardiovaskularnih bolesti (Asgar, 2013, Mihaylova i sar., 2018). Važan terapijski pristup za lečenje dijabetesa tipa 2 je smanjenje postprandijalne hiperglikemije usporavanjem apsorpcije glukoze, koja nastaje inhibicijom enzima  $\alpha$ -amilaze i  $\alpha$ -glukozidaze u digestivnom traktu, čime se smanjuje nivo glukoze u plazmi nakon obroka (Wang i sar., 2015).do ovde stala

Inhibicija probavnih enzima skroba ( $\alpha$ -amilaze i  $\alpha$ -glukozidaze) vrši se lekovima i sintetičkim agensima, među kojima je i akarboza. Ipak, sekundarni štetni efekti korišćenja akarboze i drugih sintetičkih lekova su veoma velike (hipoglikemija, oštećenje jetre, laktacidoza, kao i kancer kolona), tako da se traga za inhibitorima ovih enzima u biljnim prirodnim supstancama, bogatim fenolnim

jedinjenjima, koji su efikasni i potencijalno sigurniji (Tunidis i sar., 2010; Asgar, 2013; Barbosa i sar., 2013).

Sveža kruška predstavlja dobar izvor biljnih vlakana čime održava nizak nivo glukoze u krvi i deluje antidijabetično (Leontowicz i sar., 2003). Antidijabetičnu aktivnost krušaka ranije su opisali Park i sar., (2012), Velmurugan i Bhargava (2013), Wang i sar. (2015), Wu i sar. (2015), Parle i Arzoo (2016). U dva velika istraživanja Guo i sar. (2017) pružili su dokaze o obrnutoj povezanosti između konzumiranja jabuka i krušaka i rizika od razvoja dijabetesa tipa 2 (T2D). U velikoj meta-analizi rađenoj za populaciju Evrope Zamora-Ros i sar. (2015) takođe su potvrdili obrnutu uzročno-posledičnu vezu između unosa svežeg voća i povrća i oboljevanja od dijabetesa tipa 2. Imajući to u vidu, pregledni rad autora Mhya i sar. (2021) su se fokusirali na potencijal fenolnih jedinjenja kao inhibitora  $\alpha$ -amilaze i  $\alpha$ -glukozidaze iz nekih nedovoljno korišćenih biljaka, među kojima su: malina (*Rubus ideaus*), dud (*Morus nigra*), a u koje spada i evropska kruška, za prevazilaženje hroničnih bolesti izazvanih hiperglikemijom, poput dijabetesa tipa 2.

**Citotoksična aktivnost.** Prirodni proizvodi različitog hemijskog sastava i farmakoloških svojstava, koji su sastavni deo tradicionalnih medicina mnogih naroda, prepoznati su kao značajan resurs sekundarnih metabolita, koji imaju brojna biološka dejstva, uključujući i antitumorski efekat. Oko 75% biljnih lekova i preparata koji su nedavno u kliničkoj upotrebi potiču iz tradicionalne medicine (Valadares i sar., 2021). Jedna od bolesti koja se sve više tretira aktivnim supstancama biljaka je i kancer. Prema Dai i Mumper (2020) kancer nastaje pod uticajem više faktora (zagađena životna sredina, hemijski, fizički, metabolički i genetski faktori), koji imaju neposrednu ili posrednu ulogu u indukciji i daljem razvoju ove bolesti. Takođe, dolazi do poremećaja ćelijskog mehanizma koji kontroliše deobu i smrt ćelije, zbog čega se ćelije nekontrolisano umnožavaju, a ovaj proces je u kombinaciji sa inhibicijom apoptoze ćelija (Alimpić, 2016).

Brojni naučni dokazi ukazuju da ishrana bogata voćem i povrćem, koji sadrže antioksidanse, značajno smanjuje rizik od mnogih vrsta raka, što znači da bi određeni antioksidansi u ishrani mogli biti efikasni agensi u sprečavanju pojave ove bolesti, a kasnije i mortaliteta. Ovi agensi, prisutni u ishrani su bezbedni za korišćenje, niske su toksičnosti i opšte prihvaćeni, a njihovo proučavanje poslednjih godina je vodeća tema među naučnicima (Dai i Mumper, 2020).

Fenolna jedinjenja, osim sprečavanja oksidativnog stresa u organizmu, imaju i brojne regulatorne funkcije, uključujući sprečavanje kancerogeneze, a utvrđeno je da se bolji sinergijski efekat postiže ako se primenjuju sa drugim polifenolima (Alimpić, 2016). Fenolni ekstrakti ili izolovani polifenoli iz različite biljne hrane istraživani su i proučavani na linijama ćelija različitih faza kancera. Na primer, pokazano je da ekstrakti bobičastog voća pripremljeni od kupine, maline, borovnice, brusnice, jagode i izolovani polifenoli iz jagode, uključujući antocijanine, kempferol, kvercetin, estri kumarinske kiseline i elagne kiseline, inhibiraju rast ljudskog oralnog karcinoma (KB, CAL-27), tumorskih ćelijskih linija dojke (MCF-7), debelog creva (HT-29, HCT-116) i prostate (LNCaP, DU-145) na dozno zavistan način sa različitom osetljivošću ćelijskih linija (Seeram i sar., 2006). Smatra se da bi ključna komponenta koja se odnosi na inhibiciju rasta ćelija raka mogli biti polifenoli iz porodice Rosaceae, kojoj pripada i evropska kruška, a u toku su intenzivna proučavanja citotoksičnog efekta fenolnih jedinjenja izolovanih iz maslina, mahunarki, citrusa, jabuka, soje i kurkumina iz začinske kurkume (Dai i Mumper, 2020). Pored *in vitro* analiza, brojne *in vivo* analize biljnih polifenola pokazuju njihov snažan antioksidativni efekat i suprimaciju kancerogeneze (Dai i Mumper, 2020).

Prema Parle i Arzoo (2016) konzumacija ploda kruške može da doprinese prevenciji kancera bešike, pluća i jednjaka kao i malignih bolesti, naročito kod žena u menopauzi. Takođe, brojnim istraživanjima je utvrđeno da je prisustvo karotenoida u plodu kruške ( $\beta$ -karoten, lutein, zeaksantin) pozitivno korelisano sa visokom antioksidativnom aktivnošću, regulacijom proliferacije ćelija i ćelijskom deobom, kao i imunološkom ulogom (Li i sar., 2016).



Kundaković i sar. (2014) su u svojim istraživanjima ukazali na značajan citotoksični efekat arbutina iz ekstrakata listova i kore stabla *P. communis*, koji je testiran na ćelijskim linijama melanoma (Fem-x) i humanog fetalnog fibroblasta pluća (MRC-5).

Malobrojni radovi u svetu opisuju **antitumorsku aktivnost ploda kruške**. Ipak, Kolniak-Ostek i sar. (2020) analiziraju antitumorski efekat ekstrakata plodova pet sorti krušaka na različitim ćelijskim linijama tumora, a Živković i sar. (2018) sprovedli su analizu antitumorske aktivnosti dekokta koji je dobijen od sušenih plodova divlje jabuke i kruške sa područja Srbije. Kundaković i sar. (2014) su proučavali citotoksično dejstvo ekstrakta lista i kore evropske kruške (*P. pyraster*) i slanopade (*P. spinosa*), sa područja Srbije, i njihov citotoksični efekat na nekoliko ćelijskih linija tumora. Rađena su istraživanja koja se odnose na citotoksičnu aktivnost i drugih predstavnika familije Rosaceae. U revijskom radu, Gerhauser (2008) analizira antitumorsku aktivnost ploda jabuke, soka i drugih proizvoda od jabuke u *in vitro* i *in vivo* studijama. Walia i sar. (2012) istražuju citotoksičnu aktivnost etarskog ulja lista divlje jabuke na ćelijskim linijama nekoliko različitih vrsta tumora. El-Hawary i sar. (2018) su takođe istraživali etarska ulja plodova kruške (*P. communis*) i jabuke (*M. domestica*) na ćelijskim linijama tumora. Katsube i sar. (2003) istražuju antiproliferativnu aktivnost ekstrakata 10 vrsta bobičastog voća i Dai i Mumper (2020) istražuju antitumorsku aktivnost biljnih polifenola iz plodova voća.

**Druga biološka dejstva.** Plod kruške poseduje antiinflamatorne osobine, a koristi se i kao sedativ i antipiretik i kao sredstvo za usporavanje starosti kože (Kaur i Arya, 2012; Reiland i Slavin, 2015; Parle i Arzoo, 2016; Li i sar., 2014; 2016; Hong i sar., 2021).

Li i sar. (2016) su utvrdili da kruška ima veći procenat dijetetskih vlakana u odnosu na drugo voće i povrće (npr. jabuka i citrusni plodovi), kao i da je veći sadržaj vlakana u pokožici nego u mesu ploda. Dijetetska vlakna ploda kruške pomažu u održavanju odgovarajućeg nivoa holesterola u krvi (Leontowicz i sar., 2003; Li i sar., 2016; Parle i Arzoo, 2016). Takođe, utvrđeno je da konzumacija ploda kruške smanjuje rizik i od mnogih degenerativnih bolesti ljudskog organizma (Sharma i sar., 2015; Parle i Arzoo, 2016, Li i sar., 2016).

Istraživanjima je potvrđeno da list, kora, cvet i koren kruške imaju i antiinflamatornu aktivnost (Parle i Arzoo, 2016). Antiinflamatorna aktivnost kruške je od značaja i kod zaštite mukoznih membrana, kolona, žučne kese, artritisa i gihta (Stančević, 1980; Parle i Arzoo, 2016). Kora stabla kruške sadrži i fridelin, epifridelanol i beta-sitosterol, dok se u kori korena nalazi floridizin (Kaur i Aura, 2012). Ekstrakt kore kruške se koristi za zarastanje rana u tradicionalnoj medicini (Parle i Arzoo, 2016). Prema jednoj *in vivo* sprovedenoj studiji, utvrđena je lekovitost ekstrakta kore na zarastanje rana kod pacova (Sharma i sar., 2015). Arbutin je prirodni fenolni glukozid koji se nalazi u divljoj kruški, i u drugim brojnim vrstama familije Rosaceae. Arbutin, kao sastojak kore, deluje na izbeljivanje kože, a tanini adstrigenog delovanja stimulišu produkciju kolagena i sprečavaju infekciju kože (Parle i Arzoo, 2016).

**Antifungalno dejstvo.** Brojni radovi ukazuju i na antifungalnu aktivnost sekundarnih metabolita, koji se nalaze i u plodu kruške, ili njenim vegetativnim delovima, stablu, listu, cvetu, korenu. Flavonoidi, kumarini i polisaharopeptidi, koji se nalaze u stablu, listu, cvetu i plodu kruške, pokazuju visoku antifungalnu aktivnost na testiranim odabranim sojevima mikromiceta (Ng i sar., 1996). Analizom ekstrakta propalih plodova kruške (*Pyrus bretschneideri* cv. Huangguan), utvrđeno je prisustvo metabolita male molekularne težine, hitosana, koji učestvuje u enzimskoj hidrolizi, i potvrđeno je njegovo antifungalno dejstvo u odnosu na mikromicete *Botryosphaeria* sp. time što vrši apoptozu njihovih ćelijskih membrana (Wang i sar., 2015). Analizom voska kutikule ploda kineske kruške varijeteta Pinggouli, utvrđeno je prisustvo masnih kiselina, triterpena i n-alkana, koji imaju snažno antifungalno dejstvo, što je potvrđeno putem inhibicije klijanja *Alternaria alternata* (Yin i sar., 2011). Dodatna istraživanja plodova kineske kruške varijeteta Baozhu, ukazala su na prisustvo ključnih enzima koji imaju antifungalno dejstvo i razlažu hitin, čime se utvrđuje njeno potencijalno korišćenje u biološkoj kontroli biljnih bolesti na poljoprivrednim kulturama (Han i sar., 2016).

Istraživanja sprovedena na 8 varijeteta kruške *Pyrus bretschneideri*, u odnosu na oboljenje koje uzrokuje *Valsa pyri*, pokazala su da peteljke istraživanih varijeteta imaju antifungalno dejstvo, zbog prisustva galne kiseline i arbutina (Pu i sar., 2018). Takođe, utvrđeno je da je 3,5 di-o kafeolihina kiselina u listu i stablu inhibirajući faktor za stvaranje gljivičnih lezija na listovima kruške. Glikozid hidrohinon, prisutan u listovima i stablu kruške, takođe je prepoznat kao snažno antifungalno sredstvo u zaštiti kruške od gljivičnih infekcija (Grayer i Kokubun, 1995).

Brojni sekundarni metaboliti kruške akumulirani u plodu, listovima, kori stabla, grančicama i cvetu pokazuju umerenu do značajnu antifungalnu aktivnost, a dodatna istraživanja na ovom polju bi trebalo da potvrde ove navode (Güven i sar., 2006).

**Antibakterijsko dejstvo.** Istraživanja antibakterijske aktivnosti etil-acetatnih ekstrakata plodova *Pyrus communis* subsp. *communis* i *Pyrus serikensis* iz Turske, na odabranim sojevima bakterija, pokazala su u određenom stepenu antimikrobno dejstvo ekstrakta *P. serikensis* (Güven i sar., 2006). Usled prisustva arbutina u metanolnim ekstraktima lista i kore stabla, ovi ekstrakti pokazuju visoku antimikrobnu aktivnost (Kundaković i sar., 2014). Vodeni ekstrakt listova kruške pokazuje bakteriostatsku aktivnost u odnosu na sojeve bakterija *Staphylococcus* i *Escherichia coli*, zbog prisustva arbutina, bakteriostatika, koji se kasnije u telu konvertuje u hidrohinon. Vodeni ekstrakt, kao i etil-acetatni ekstrakt mladih izdanaka kruške takođe sadrži hidrohinon i pokazuje antibakterijsku aktivnost (Parle i Arzoo, 2016). Ekstrakt mladih listova kruške, varijetet Konferans, ima antimikrobno dejstvo u odnosu na bakteriju *Erwinia amylovora* (koja izaziva plamenjaču (Vrancken i sar., 2013). Delovanje arbutina iz ekstrakta kore kruške je i preventivno, bakteriostatičko, jer je dokazano da umanjuje rizik od infekcija rana na koži (Kundaković i sar., 2014; Parle i Arzoo, 2016).

**Insekticidno dejstvo.** Analiza ekstrakata listova 22 varijeteta kruške sa područja Srbije, pokazala je snažnu antioksidativnu aktivnost i visok sadržaj ukupnih fenola, čiji je sastav ukazivao na veću otpornost prema patogenima lista, insektu kruškina buva (*Psylla pyri*), ali i nekim drugim insektima štetočinama. Među fenolnim supstancama u ekstraktu lista kruške ispitivanih varijeteta, izdvojili su se: hlorogenska kiselina (44%), kumarinska kiselina (20%), ferulinska kiselina (15%) i rutin (10%), kao i neka druga jedinjenja sa snažnim inhibitornim dejstvom na insekte štetočine. Takođe, analiza je pokazala da ekstrakt lista autohtone sorte Jeribasma sa područja Srbije, sadrži veću količinu hlorogenske kiseline, što povećava otpornost na kruškinu buvu, u odnosu na neke komercijalne sorte (Santa Marija, Trevuška, Butira) (Fotirić-Akšić i sar., 2021).

## 1.6. Agrobiodiverzitet i biljni genetički resursi na području Srbije

Teritorija Srbije se karakteriše velikom genetičkom, specijskom i ekosistemskom raznovrsnošću i ona predstavlja jedan od ukupno šest centara biodiverziteta u Evropi (Mijović i sar., 2012). Iako površina Srbije zauzima samo 0,87% evropskog kontinenta, ona je jedan od centara biodiverziteta u Evropi. Na teritoriji Srbije se nalazi 18% od ukupne vaskularne flore evropskog kontinenta, čime se Srbija svrstava među evropske zemlje koje imaju najveći floristički diverzitet i najveću gustinu flore po jedinici površine (Mijović i sar., 2012). Vaskularnoj flori pripadaju i biljke koje se uzgajaju za ishranu, sa velikim brojem autohtonih i tradicionalnih sorti, čija raznovrsnost predstavlja poseban genetički resurs (Mijović i sar., 2012; Dajić Stevanović i sar., 2014; Savić, 2016; Dajić Stevanović i Đorđević Milošević, 2018). Od oko 4.300 biljnih vrsta u Srbiji, 233 vrste su gajene za potrebe ishrane, od kojih je skoro polovina voćarskih vrsta, a to je 5,4% iskorišćenog ukupnog biljnog biodiverziteta za potrebe ljudske ishrane (Prodanović i Šurlan-Momirović, 2006).

Zahvaljujući optimalnom rasporedu padavina, u Srbiji je moguće gajiti useve preko 200 dana godišnje, na dve trećine poljoprivrednog zemljišta (Savić, 2016). Na 5,06 miliona hektara poljoprivrednog zemljišta, 71% površina su oranice, voćnjaci i vinogradi, dok je 29% poljoprivrednih površina pod prirodnim travnjacima, livadama i pašnjacima (Izvor 12)<sup>12</sup>.

S obzirom na veoma povoljne aspekte prirodnih resursa, u Srbiji postoje dobri uslovi i za organsku proizvodnju hrane, što nije dovoljno iskorišćeno (Filipović i Ugrenović, 2018).

Agrobiodiverzitet predstavlja biološku raznovrsnost svih organizama koji su od značaja za proizvodnju hrane i poljoprivredu. U najširem smislu, agrobiodiverzitet predstavlja sorte gajenih biljaka, rase gajenih životinja, ribe, gljive, divljač, šumske vrste i šumske plodove (divlje voćne vrste, lekovito i aromatično bilje), kao i veliku grupu organizama indirektno povezanih u procesu proizvodnje hrane (zemljišni mikroorganizmi, polinatori i dr.) (Dajić Stevanović i sar., 2014; Dajić Stevanović i Đorđević Milošević, 2018). U užem smislu, agrobiodiverzitet predstavlja gajene vrste i sorte biljaka i životinja, nastale kao rezultat interakcije čoveka i životne sredine, genetičkih resursa i održivog upravljanja ekosistemima. U grupu gajenih biljaka ubrajaju se: žitarice, povrtarske vrste, voćarske vrste i vinova loza, industrijske, krmne, lekovite i aromatične (začinske) i ukrasne (hortikulturne) biljke (Dajić Stevanović i sar., 2014). Agrobiodiverzitet predstavlja deo ukupne svetske baštine koji se čuva održivim korišćenjem, a čiju značajnu komponentu predstavljaju tradicionalna znanja (Izvor 13)<sup>13</sup> i kulturno nasleđe u ruralnim područjima (Stanković i Mišić, 1978; Dajić Stevanović i sar., 2014; Dajić Stevanović i Đorđević Milošević, 2018). Prema Dajić Stevanović i sar. (2014), agrobiodiverzitet ima značajnu ulogu u bezbednosti hrane i smanjenju pritiska na osetljive ekosisteme, čime se doprinosi stabilnosti i održivosti agroekosistema.

Moderna poljoprivreda u svetu je dovela do intenzifikacije agrotehničkih mera, smanjujući biodiverzitet na veoma mali broj vrsta gajenih biljaka i domaćih životinja (Zdanowicz i sar., 2005; Andersen i sar., 2017). Genetički homogeni usevi poželjni su zbog lakše upotrebe mehanizacije i drugih standardizovanih procedura, ali se istovremeno pojavljuje problem povećanja genetičke uniformnosti, što vodi ka delovanju bolesti, štetočina, korova i drugih stresnih situacija (Zdanowicz i sar., 2005; Andersen, 2017). Gubitkom genetičkog diverziteta gajenih biljaka gube se potencijalno korisni geni, koji bi se iskoristili u oplemenjivanju biljaka, a posebno u cilju povećanja otpornosti na bolesti ili štetočine (Stanković i Mišić, 1978; Mratinić, 2000; Šoškić, 2008; Dajić Stevanović i Đorđević Milošević, 2018).

<sup>12</sup> [https://www.pravno-informacionisistem.rs/SlGlasnikPortal/eli/rep/sgrs/vlada/strategija/2014/85/1,Strategija poljoprivrede i ruralnog razvoja Republike Srbije 2014 – 2024. godine, Službeni glasnik RS, broj 85/14, 2014.](https://www.pravno-informacionisistem.rs/SlGlasnikPortal/eli/rep/sgrs/vlada/strategija/2014/85/1,Strategija%20poljoprivrede%20i%20ruralnog%20razvoja%20Republike%20Srbije%202014%20-%202024.%20godine,%20Slu%C5%BEbeni%20glasnik%20RS,%20broj%2085/14,%202014) pristupljeno 10. 9. 2021.

<sup>13</sup> <http://www.sanu.ac.rs/Inicijative/2013OdborZaSeloZakljucci.pdf>, pristupljeno 10. 9. 2021.



**Slika 13.** Raznovrsnost vrsta i sorti autohtonog voća, detalj sa izložbe „Staro i nestalo voće Srbije“ (Galerija nauke i tehnike, SANU, 2013.). (Fotografija: A Savić)

Do sada, u Republici Srbiji nije bilo sistematskih pokušaja utvrđivanja agrobiodiverziteta, niti je taj pojam zakonski regulisan (Dajić Stevanović i sar., 2014; Dajić Stevanović i Đorđević Milošević, 2018). Preduslov očuvanja agrobiodiverziteta je inventarizacija, odnosno popis postojećeg genetičkog potencijala autohtonih populacija biljnih i životinjskih vrsta, sorti i varijeteta, kao i divljih srodnika gajenih biljaka, koje predstavljaju dragocen polazni materijal u selekciji varijeteta poželjnih agronomskih osobina (Dajić Stevanović i sar., 2014; Dajić Stevanović i Đorđević Milošević, 2018).

Biljni genetički resursi su sastavna komponenta agrobiodiverziteta, pod kojima se podrazumevaju stare i/ili autohtone sorte, populacije i hibridi biljaka značajni u ishrani ljudi i životinja (kukuruz, strna žita, povrće, voće i vinova loze, krmno i industrijsko bilje) (Dajić Stevanović i sar., 2014). Međunarodne organizacije koje se bave očuvanjem genetičkih resursa (*Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO; The European Cooperative Programme for Plant Genetic Resources, ECPGR* i dr.) pridaju veliki značaj uzgoju bilja (lekovito, aromatično, hortikulturno, medonosno i dr.) na malim površinama individualnih proizvođača. Takođe, velika pažnja se posvećuje i genetičkim resursima divljih srodnika gajenih biljaka i šumskim genetičkim resursima (Dajić Stevanović i sar., 2014; Dajić Stevanović i Đorđević Milošević, 2018; Đorđević Milošević, 2019).

Zbog porasta ljudske populacije tokom 20. veka, u celom svetu došlo je do industrijskog gajenja useva, kao i primene dostignuća biotehničkih nauka, što uključuje i upotrebu genetski modifikovanih organizama u proizvodnji hrane (Izvor 14)<sup>14</sup>.

Ovakav način razvoja i primene naučnih dostignuća može da dovede do ozbiljne genetičke erozije, gubitka semena, starih sorti i sadnog materijala i ugrožava mnoge procese u prirodi (Ninković, 2014; Dajić Stevanović i sar., 2014; Dajić Stevanović i Đorđević Milošević, 2018). Ugroženost agrobiodiverziteta vodi nestanku genetičke raznovrsnosti poljoprivrednih useva, pri čemu je od 90-tih godina 20. veka do danas oko 75% genotipova poljoprivrednih useva širom sveta nepovratno izgubljeno (Haas, 2012).

Briga o genetičkim resursima u Srbiji je briga o bezbednosti zemlje i obezbeđenju hrane, i od posebnog je značaja rad na očuvanju autohtonih sorti i populacija, radi održivog korišćenja i

<sup>14</sup> Zaključci sa naučnog skupa „Perspektive razvoja sela u Srbiji“, SANU, Odbor za selo, 2013, <http://www.sanu.ac.rs/Inicijative/2013OdborZaSeloZakljucci.pdf>, pristupljeno 15. 8. 2021.



sprečavanja njihove devastacije (Savić, 2014; 2016; Dajić Stevanović i sar., 2014; Dajić Stevanović i Đorđević Milošević, 2018, Đorđević Milošević 2019). Geni i genetičke karakteristike starih, tradicionalnih i autohtonih sorti voća su od značaja, jer omogućavaju agro-usevima otpornost na biljne bolesti i štetočine, sušu i nepovoljne klimatske uslove, abiotički stres, kao i druge osobine koje omogućavaju bolji kvalitet ploda, bolji prinos, a od značaja su za buduća ukrštanja (Beširević, 2009; Kajkut-Zeljkić 2021; Stojilović, 2021). Ovo je posebno od značaja za područja koja su izložena nepovoljnim ekološkim uslovima, gde je nemoguće primeniti agrotehničke mere (Izvor 15)<sup>15</sup>.

Očuvanje biljnih genetičkih resursa vrši se na dva načina: *in situ* i *ex situ* (Dajić Stevanović i sar., 2014). Zaštita genetičkih resursa *in situ* podrazumeva: konzervaciju vrsta, podvrsta, hibrida, sorti i populacija na njihovim autohtonim staništima. Poseban način očuvanja *in situ* je *on farm*, koji se odnosi na autohtone i stare sorte voća na individualnim poljoprivrednim posedima. U okviru zaštite *in situ*, pod posebnom su pažnjom prirodne retkosti i one biljne vrste koje su od međunarodnog značaja (kritično ugrožene, ugrožene, ranjive, retke, endemične i reliktno biljne vrste). U okviru zakonske regulative *in situ* zaštite zaštićuju se u najvećoj meri prirodni predeli u celini, pa samim tim i vrste tog područja, ali još uvek ova regulativa nije zakonski regulisana u odnosu na genetičke resurse (Dajić Stevanović i sar., 2014, Dajić Stevanović i Đorđević Milošević, 2018).

*Ex situ* zaštita podrazumeva mere konzervacije genetičkih resursa izvan njihovih prirodnih staništa. U okviru ove vrste zaštite postoji više različitih standardnih mera i postupaka od kojih najveći značaj imaju banke gena (banke semena) i vegetativne kolekcije sa živim jedinkama (osnovne kolekcije, aktivne kolekcije, sržne kolekcije) (Dajić Stevanović i sar., 2014, Dajić Stevanović i Đorđević Milošević, 2018). Danas se u svetu najveći deo genetičkih resursa štiti *ex situ* (blizu 6 miliona uzoraka), putem banaka gena i u kolekcijama oplemenjivača, a manje *on farm*, na malim površinama (njive, voćnjaci, vinogradi, bašte) o čemu brinu njihovi vlasnici, a mnoge banke gena na nacionalnom i međunarodnom nivou u svojim kolekcijama čuvaju vredan genetski materijal (Vasić i sar., 2013).

Genetički resursi na području Srbije se čuvaju u obliku kolekcija germplazme u nekoliko banaka biljnih gena pri državnim institucijama: Banci biljnih gena u okviru Direkcije za nacionalne referentne laboratorije (Izvor 16)<sup>16</sup>, Institutu za voćarstvo Čačak (Izvor 17)<sup>17</sup>, ogleđnom dobru Poljoprivrednog fakulteta Radmilovac (Izvor 18)<sup>18</sup>, Prirodnjačkom muzeju u Beogradu (Izvor 19)<sup>19</sup> u vidu herbarske kolekcije – Zbirka voća, i dr. Manje kolekcije imaju botaničke bašte, privatne firme, poljoprivredne organizacije, a posebno značajne kolekcije sortimenta čuvaju i pojedinci na svojim privatnim imanjima (Dajić Stevanović i sar., 2014).

Genetički materijal koji se prikuplja na teritoriji Srbije je od posebnog značaja za naše područje. To se naročito odnosi na očuvanje raznovrsnih sorti voća *in situ* u seoskim domaćinstvima (u ravničarskim i brdskim područjima Srbije), gde je potrebno sačuvati brojne vrste i sorte, a u okviru njih genotipove i ekotipove starih sorti gajenih u lokalnom klimatskom području Balkanskog poluostrva. Prikupljanje genetičkih resursa i materijala sa terena je prvi i najznačajniji korak, a zatim sledi: popisivanje, određivanje i procena biljnih genetičkih resursa, njihovo mapiranje, identifikacija, kao i čuvanje. Ti procesi su od velikog značaja za njihovo korišćenje u programima oplemenjivanja budućih sorti (Milošević i sar., 2010). Uz prikupljanje i očuvanje biljnog materijala od velikog je značaja i beleženje tradicionalnih znanja vezanih za uzgoj vrsta i sorti, kao i za njihovu upotrebu u ishrani i lečenju ljudi i stoke, i zaštiti useva (Vasić i sar., 2013, Savić, 2013; Savić, 2016).

<sup>15</sup> <http://www.fao.org/pgrfa-gpa-archive/srb/>, pristupljeno 15. 8. 2021.

<sup>16</sup> [http://www.dnrl.minpolj.gov.rs/o\\_nama/](http://www.dnrl.minpolj.gov.rs/o_nama/), pristupljeno 12.10.2021.

<sup>17</sup> <https://www.institut-cacak.org/>, pristupljeno 12.10.2021.

<sup>18</sup> <http://www.agrif.bg.ac.rs/Fakultet/9>, pristupljeno 13.10.2021.

<sup>19</sup> [www.nhmbeo.rs](http://www.nhmbeo.rs), pristupljeno 13.10.2021.

Procenjuje se da se u svim poljoprivrednim institucijama u Srbiji čuva oko 15.000 uzoraka u obliku semena i oko 3.500 uzoraka voćnih stabala i vinove loze, preklom pretežno iz Srbije i Zapadnog Balkana (Dajić Stevanović i sar., 2014), a da je na posedima poljoprivrednih proizvođača nestalo preko 2.000 različitih lokalnih populacija biljaka. Površine pod autohtonim sortama u Srbiji neprekidno se smanjuju, zbog sve starije uzrasne strukture stanovništva, nedostatka motivisanosti, i odsustva podsticajnih finansijskih sredstava države i komplikovanih procedura pristupa fondovima (Dajić Stevanović i sar., 2014; Savić, 2016).

Čuvanje starih sorti biljaka (žitarica, povrća i voća) predstavlja ne samo agrobiološki potencijal i prehrambenu sigurnost, već je to značajan deo srpskog tradicionalnog nasleđa, običaja, materijalne i nematerijalne kulturne baštine (Vasić i sar., 2013; Dajić Stevanović i sar., 2014; Savić, 2016).

### 1.7. Gajenje evropske kruške (*Pyrus communis* L.) na području Srbije

Gajenje kruške na Balkanskom poluostrvu i u Srbiji beleži dugu istoriju, o čemu svedoče brojni dostupni istorijski podaci (Mratinić, 2000).

U devetom veku, Kliment Ohridski je na Balkankom poluostrvu doprineo rasprostranjenju mnogih kvalitetnih sorti jabuka i krušaka, šireći znanja o kalemljenju voća. U tom periodu, kruška se intenzivno gajila na području srednjevekovne Srbije u dolinama velikih reka (Ibar, Morava, Rasina, Lim, Timok i dr.), o čemu svedoče i brojni zapisi (Mratinić, 2000). Voće se u tom periodu uzgajalo na imanjima (metosima) brojnih pravoslavnih manastira, a kasnije i na imanjima sitnih zemljoposjednika i zemljoradnika (Savić, 2014).

Značaj voća u ishrani stanovništva srednjevekovne Srbije opisan je i u brojnim crkvenim zapisima, naročito jer je ishrana voćem bila od velikog značaja monasima tokom posta. Teodor Metohit navodi zasluge arhiepiskopa Danila II Pečkog u pogledu sadnje voćnjaka širom Srbije, ne samo oko manastirskih imanja, već i na svim plodnim površinama i dolinama. On, takođe, beleži da je svakog dana sa dvora Nemanjića u brojne manastire stizalo lepo i sveže voće za obed monasima (Garić Petrović, 2016). U to doba gajile su se slatke sorte krušaka: Medunak, Slatka đula, Tamjanika, Solanka. Kasnije, u toku osmanlijske vladavine, znatno su se raširile sorte preklom iz Male Azije, među kojima su: Karamanka (sa područja Karaman iz Male Azije), Jeribasma (Vodenjača), Bergamot (iz Bergama (Pergama) u Maloj Aziji), Takiša i druge, dok su se na teritorijama severno od Save, pod uticajem Austrougarske, gajile zapadnoevropske sorte (Mratinić, 2000; Savić, 2013). U to vreme, osim krušaka, u srednjevekovnoj Srbiji uzgajale su se i trešnje, jabuke, oskоруše, a najmanje šljive (Blagojević, 1973).

Prva poljoprivredna škola u Srbiji osnovana je u Topčideru 1853. godine, a nešto kasnije osnovane su škole i u Kraljevu (1882), Bukovu (1891) i Šapcu (1906). Zakon o poljoprivrednim stanicama donet je 1898. godine, i on je krajem 19. veka omogućio osnivanje brojnih poljoprivrednih škola širom Srbije, gde su se đaci obučavali praktičnom radu u poljoprivredi. Osnivanje uglednog časopisa „Težak“ namenjenog zemljoradnicima 1870. godine povoljno je uticalo na razvoj poljoprivrede, a posebno na voćarstvo u Srbiji. Škola za vinodelje i voćarstvo u Bukovu kod Negotina, 1895. godine uvezla je 84 sorte krušaka iz Francuske u Srbiju, a neke od tih sorti, među kojima su Viljamovka, Boskova bočica, Kleržo, Krasanka i Kaluđerka, ostale su u uzgoju i do današnjih dana (Garić Petrović, 2016).

Kruška u Srbiji komercijalno počinje da se gaji između dva svetska rata, a prvi zasadi podignuti su u okolini Smedereva i na južnim padinama Fruške Gore. Najstariji komercijalni zasad kruške podignut je 1938. godine u okolini Sremske Mitrovice (Mratinić, 2000). U tom periodu uvoze se nove sorte, koje potiskuju domaće, što se u nekim slučajevima pokazalo kao nepovoljna praksa, jer nove, uvezene sorte nisu bile prilagođene našem podneblju, ranije su sazrevale i nisu se mogle

održati tokom zime (Lapčević, 1921). Godine 1897. zabeleženo je 292.545 stabala krušaka u Srbiji, a 1903. taj broj stabala je i udvostručen (679.691 stablo). Kruška se posebno gajila u Podrinju, Šumadiji, rudničkom i kragujevačkom okrugu. Godine 1897. prinos kruške je bio 112.353 t ploda, dok je 1903. godine taj prinos značajno opao na 25.222 t. Zanimljiv je podatak iz tog doba da je i ukupni prinos po drvetu opao sa 384 kg na 37 kg, zbog neprilagođenosti introdukovanih sorti hladnijoj klimi i kasnom mrazu u periodu njihovog cvetanja (Garić Petrović, 2016).

Kruška se u Srbiji intenzivno uzgajala do početka 20. veka, i bila je najzastupljenija voćna vrsta, posle jabuke i šljive. Danas je njena proizvodnja na osmom ili devetom mestu u odnosu na drugo voće koje se uzgaja (Savić, 2016). Prema podacima Republičkog zavoda za statistiku Srbije u 2017. godini, pod kruškom je ukupno 5.703 ha zasada, daleko iza zasada šljive, maline, jabuke i višnje (Izvor 20)<sup>20</sup>.

Prema podacima FAO (*Food and Agriculture Organization of the United Nations*) iz 2018. kruška u Srbiji zauzima zasad površine 4.982 ha, sa prinosom 53.905 t, a proizvodnja kruške u periodu od 2010. do 2019. godine varira od 47.501 t u 2010. godini do 54.859 t u 2019. godini. Najveći prinos kruške Srbija je postigla 2013. godine (82.055 t). Kruška se u Srbiji danas najviše proizvodi u regionu Šumadije, zapadne i južne Srbije (Izvor 21).<sup>21</sup>

U voćarstvu Srbije danas prevladavaju introdukovane komercijalne sorte voća, a za prodaju, osim sa domaćih plantaža, kruška se uvozi i iz inostranstva (Argentina, Čile, Turska, Italija), dok je veliki broj autohtonih i tradicionalnih sorti krušaka u nestajanju (Veličković, 2002; Savić, 2004; 2016; Kajkut-Zeljковиć i sar., 2021). Osim intenzivne globalizacije tržišta hrane i migracije stanovništva iz sela u gradove, jedan od razloga nestanka autohtonih sorti je i promena ukusa potrošača (Savić, 2016; Kajkut-Zeljковиć i sar., 2021).

Prema međunarodnim parametrima kvaliteta ploda, sorte krušaka se grupišu u 3 kategorije: nespecifične sorte, desertne ili za stonu upotrebu, i industrijske (za preradu) (Mratinić, 2000). Prema ustanovljenoj klasifikaciji iz 1974. godine, sorte krušaka se selektuju na: sorte za gajenje u proizvodnim zasadima (vodeće, prateće i sorte od lokalnog značaja) i sorte za proizvodne ogledne (perspektivne sorte) (Mratinić, 2000).

Prema kvalitetu ploda, kruške se stavljaju u promet kao: plod ekstra kvaliteta, I kvaliteta i II kvaliteta, a kvalitet krušaka utvrđuje se prema sorti, zrelosti, veličini odnosno masi i drugim karakterističnim svojstvima (Izvor 22)<sup>22</sup>.

<sup>20</sup> <https://data.stat.gov.rs/Home/Result/13050101?languageCode=sr-Cyrl>, pristupljeno 14. 10. 2021.

<sup>21</sup> <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations, pristupljeno 14. 10. 2021.

<sup>22</sup> <https://www.tehnologijahrane.com/enciklopedija/kvalitet-voca#toc-kruke>, pristupljeno 11. 10. 2021.

## 1.8. Etnobotanika i metodologija etnobotaničkih istraživanja

Etnobotanika je interdisciplinarna naučna oblast koja se bavi proučavanjem odnosa između ljudi i biljaka, kao i njihovom tradicionalnom upotrebom u tretmanima raznovrsnih zdravstvenih problema, u ishrani, ili u druge svrhe (Anam i sar., 2017). Ova naučna disciplina zvanično je nastala krajem 20. veka, iako je termin etnobotanika prvi put upotrebljen 1896. godine kao složenica dve reči: etnologija (nauka o narodima) i botanika (nauka o biljkama) (Grubišić, 2008). Dr Haršemberg je prvi put upotrebio izraz “etnobotanika” na svom predavanju u Filadelfiji, gde je etnobotaniku definisao kao oblast u okviru koje se proučavaju biljke od značaja za starosedeoce, a godinu dana kasnije, taj termin je upotrebljen i u njegovom objavljenom radu (Tasić, 2012). Tasić (2012) smatra da naučnici od početka 20. veka više pažnje posvećuju ovoj temi, ukazujući da etnobotanika nije obično prikupljanje biljaka iz prirode, gde im se dodeljuju narodni nazivi, već da na tom polju postoji sistematičan naučni rad koji zahteva korišćenje naučne metodologije, ali i objašnjenja o dubokom intuitivnom razumevanju korišćenja biljaka od strane domorodačkih naroda, u duhu tradicionalnog prenošenja znanja kroz generacije. Konačno, krajem 20. veka, opisana je suština etnobotanike, koja se ogleda u činjenici da savremeni etnobotaničari moraju biti sposobni da identifikuju biljke značajne za kulturu nekog naroda, kao i da otkriju kako i u koju svrhu ih ljudi koriste (Tasić, 2012; Anam i sar., 2017).

Etnobotanika uključuje antropološke i botaničke studije materijalne kulture i ekonomije opstanka, sažimajući istraživanja etnotaksonomije, etnoekologije i etnomedicine, i obuhvata šest oblasti: etnoekologiju, tradicionalnu poljoprivredu, kognitivnu etnobotaniku, materijalnu kulturu, tradicionalnu fitohemiju i paleobotaniku (Grubišić, 2008). Gotovo sva etnobotanička istraživanja danas imaju primenu u mnogim oblastima: u medicini (primarna zdravstvena zaštita i preventiva, saradnja zapadne i tradicionalne medicine, ishrana, migracije, zdravlje i dr.), u farmaciji (pronalaženje novih bioaktivnih sirovina zasnovanih na tradicionalnom lekovitom bilju, radi dobijanja novih lekova, kozmetičkih sredstava i suplemenata u ishrani), poljoprivredi (istraživanje varijeteta gajenih biljaka, poljoprivrednih resursa, i održivi razvoj), obrazovanju (prenošenje tradicionalnih znanja), pokretnom nasleđu, zanatstvu, umetnosti, turizmu, kao i politici (zaštita ugroženog biodiverziteta i kulturnog diverziteta propisima i zakonima, i dr.) (Grubišić, 2008).

Današnja etnobotanička istraživanja i njihova primena u tradicionalnim i modernim društvima prikazuju činjenice o stanju u društvu i prirodi koja nas okružuje. Međutim, često su praćena određenim teškoćama zbog lingvističkih i kulturoloških razlika između istraživača i lokalnih učesnika, a potrebno je naučno što bolje objasniti i precizno opisati pojmove tradicionalnog znanja, koji se koriste u lokalnom govoru (Weckerle i sar., 2018).

Metodologija etnobotaničkih istraživanja bazira se na biološkim i društvenim saznanjima, koristeći tehnike ekonomije, lingvistike, antropologije, ekologije i farmakognozijske, a pre svega bazira se na kombinaciji antropoloških i botaničkih metoda (Grubišić, 2018, Weckerle i sar., 2018). Prema Grubišić (2018), u etnobotanici se koriste antropološke kvalitativne ili kvantitativne metode ili kombinacija oba tipa metoda. To su:

- Otvoreno-zatvoreni (engl. *open-ended*) i polustrukturirani (engl. *semi-structured*) intervjui - pripadaju kvalitativnim metodama i zahtevaju široke odgovore na seriju opštih pitanja, od kojih su neka unapred pripremljena, a druga se nametnu u toku razgovora. Odgovori ispitanika se koriste za kvalitativne analize. Istraživač sprovodi intervju na terenu, sa lokalnim stanovništvom, ili sa lokalnim ekspertom i ključnim informatorom.
- Strukturirani intervjui i upitnici - koriste se za kvantitativne analize. Pripremaju se opšta pitanja koja su upućena grupi odabranih ispitanika. Odgovori su formalni i rezultat se može kvantitativno izmeriti.



Prema Milisavljević i sar. (2007) u istraživanjima na terenu koriste se društvene metode zasnovane na marketinškim istraživanjima, koje koriste primarne i sekundarne izvore. Primarni izvori su nove, sveže informacije koje dobijamo na terenu metodama ankete, intervjua ili nekim drugim tehnikama (posmatranje, eksperiment), dok sekundarni izvori predstavljaju već objavljene rezultate (baze podataka, radovi, podaci na internetu i dr.). Ukrštanjem ovih podataka dobijaju se kvalitetni i relevantni podaci. Metode marketinškog istraživanja u etnobotanici obuhvataju nekoliko povezanih faza: definisanje problema, dizajniranje istraživanja, određivanje metoda i tehnika prikupljanja podataka, određivanje uzorka za pribavljanje podataka, analiza podataka, interpretacija rezultata, priprema izveštaja i objavljivanje.



**Slika 14.** Detalj sa terenskih etnobotaničkih istraživanja, a) Stanovništvo rudničko-takovskog kraja; b) Etnobotanički razgovor sa stanovnikom iz Polimlja (Fotografije: a) A. Savić; b) M. Savić).

Intervjuisanje ispitanika predstavlja jedan od najprikladnijih metoda etnobotaničkih istraživanja. Putem strukturiranih (sa unapred spremljenim pitanjima) i nestruktuiranih anketa (veća sloboda ispitivača u postavljanju pitanja) dolazi se do novih podataka na terenu. Lični intervju je neposredni način ispitivanja učesnika i ima najveći značaj u odnosu na druge etnobotaničke metode, jer se na taj način istovremeno prikuplja veliki broj pouzdanih informacija. Takođe, on omogućava veliku elastičnost i mogućnost postavljanja većeg broja pitanja. Ekonomski gledano, trošak sprovođenja ovakvog intervjua kao sastavnog dela etnobotaničkih istraživanja ne zahteva velika sredstva (Milisavljević i sar., 2007).

Prilikom sprovođenja ovakvih istraživanja obično postoji dobra saradnja sa ispitanicima i fleksibilnost u pristupu, a na dužinu upitnika može da se utiče. Mala je mogućnost nerazumevanja od strane učesnika, ispitivač zauzima neutralan stav, ali, u nekim situacijama može indirektno da utiče na odgovore ispitanika (Milisavljević i sar., 2007). Istraživanja se sprovode na terenu, u sredini koja se istražuje, među ispitanicima, uglavnom u ruralnom području (u domaćinstvu, voćnjaku, na polju, na pijaci prilikom prodaje proizvoda). Pored tehnika ispitivanja koriste se i analitičke metode kojima se rezultati standardizuju i valorizuju (Grubišić, 2018; Weckerle i sar., 2018).

## 1.9. Etnobotanička istraživanja roda *Pyrus*

Kruška se spominje u brojnim etnobotaničkim istraživanjima sprovedenim na području Srbije i Balkanskog poluostrva, kao i drugih oblasti u svetu.

Navodi se njena upotreba u ishrani i preradi, ali i u tradicionalnoj medicini u Srbiji (Menković i sar., 2011; Šavikin i sar., 2013; Dajić Stevanović i sar., 2014; 2015; Jarić i sar., 2007, 2014; Zlatković i sar., 2014; Savić, 2010, 2013, 2016; Janačković i sar., 2019, Matejić i sar., 2020); zatim u Bosni i Herecegovini (Šarić-Kundalić i sar., 2010. 2011; Ferrier i sar., 2015; Kajkut-Zeljkić i sar., 2021); u Bugarskoj (Pavlov, 2001; Marinov, 2003; Markova, 2011; Nedelcheva, 2013); Mađarskoj (Gunda, 2001; Ambrus i sar., 2003; Dénes i sar., 2012); u Albaniji (Pieroni, 2008, 2010; Pieroni i sar., 2011, 2013, 2014a, 2014b, 2015; Mustafa i sar., 2012a, 2012b, 2015; Quave i Pieroni, 2014, 2015; Sđukand i sar., 2015); Italiji (Biscotti i sar., 2022); Poljskoj (Łuczaj, 2011; Łuczaj i Köhler, 2014; Madej i sar., 2014); Turskoj (Günes, 2017); Gruziji (Bussmann i sar., 2016); u Iranu (Jalali i sar., 2009); Kašmiru (Indija) (Anam i sar., 2017); na području Pakistana i Indije (Kaur i Ayra, 2012; Asha i Singh, 2020; Prakash i sar., 2021; Bibi i sar. 2022); u Kini (Qiu i sar., 2020), u Japanu (Ieguchi i sar., 2015), kao i u drugim delovima sveta (Johnson, 1998).

U Srbiji postoji duga tradicija upotrebe kruške u ishrani i preradi u brojne proizvode. Kruške se konzumiraju sveže, od njih se prave pite i kolači, ili se prerađuju u kompot, sok, džem, marmeladu, žele, sirup, slatko (gusto kuvano voće u šećernom sirupu konzumirano kao delikates), sušeno voće (koristi se za čaj ili kompot), itd. Rakija od kruške se proizvodi na celoj teritoriji Srbije (Šumadija, Pomoravlje, centralna Srbija i dr.), a naročito je karakteristična za područje jugozapadne Srbije i Polimlje. U domaćinstvima na teritoriji Polimlja, ali i širom Srbije, proizvodi se kvalitetna domaća rakija od divlje kruške (*kruškovača*), koja se može naći na lokalnom tržištu u malim količinama i ima visoku prodajnu cenu (Savić, 2010, 2013).

Na području cele Srbije, naročito u oblasti Polimlja i Šumadije karakteristična je upotreba sušara koje koriste obnovljive izvore energije (sunce ili drvo) za sušenje jabuka, krušaka, šljiva i drugih plodova (Savić, 2010). Sušene kruške se koriste za izradu kompota ili čaja.

U nekim srednjovekovnim zapisima je navedeno da su se kruške pekale na otvorenoj vatri, ili da su kuvane u loncu i da su se konzumirale kao glavni obrok ili kao desert (Savić, 2014).

*Vodnjika* je karakteristični, blago gazirani napitak koji nastaje slabom fermentacijom voća (jabuka i krušaka), a koji se pripremao decenijama unazad, još uvek se zadržao u nekim krajevima Srbije (Šumadija, zapadna i centralna Srbija, Polimlje). U vodnjiku se dodaju sorte koje su na raspolaganju, a najčešće je to kruška Takiša, divlja kruška ili jabuka, a po mogućnosti se dodaje i plod kleke. Ovaj napitak se davao deci i starijima, i smatralo se da on blagotvorno deluje na snižavanje krvnog pritiska i holesterola (Savić, 2010).

Kruške se, takođe, koriste za pravljenje soka (sveže ili kuvane) u kombinaciji sa sokom drugih plodova kao što su jabuka, kajsija, trešnja, itd. Takođe, mogu se kuvati i prerađivati u džem, kombinovan sa jabukom ili dunjom. Koriste se i kao hrana za bebe (kao kompot ili pasirane). Neke zimske kruške (Zimnjača, Turšijara) se odlikuju niskim sadržajem šećera i visokim sadržajem voćnih kiselina, zbog čega su kiselog ukusa. Njihovi plodovi se koriste za turšiju, koja se sastoji od voća i povrća i koja se čuva u staklenim teglama (Savić 2014). Sorte zimskih krušaka često imaju velike, mesnate i čvrste plodove. Mogu se skladištiti u hladnim prostorijama ili u posebnoj pomoćnoj zgradi ili bačiji, često se postavljaju u/na slamu ili sa aromatičnim biljkama, što im daje specifičnu aromu. Neiskorišćeni plodovi kruške se koriste kao hrana za domaće životinje (živinu, ovce, svinje, krave, itd.). U prirodi, divlje životinje i insekti se hrane plodovima kruške (ptice, divlje svinje, medved, pčele, ose, itd.) (Savić, 2016).

Kruška je u srpskoj narodnoj kulturi, ali i kulturi drugih balkanskih naroda drvo ambivalentnih svojstava, ona ujedno predstavlja i opasnost i zaštitu. Prema zapisima iz narodnog verovanja, na

krušku „pada ala koja satire vinograde“, a „plodom kruške se takođe lečilo i mađijalo“. Plodovi kruške ostavljani su na grobovima, što je povezuje s kultom mrtvih, pod kruškom se i pričešćivalo i njoj se molilo, što znači da je u narodu kruška nekada imala ulogu svetog drveta (Čajkanović, 1994a).

U istočnoj Albaniji plod divlje kruške se koristi u ishrani na više načina: u svezem stanju (nakon dozrevanja na slami); kao pekmez (ukuvan sa šećerom dok se ne dobije zgusnuti proizvod sličan džemu); i kao *raki* (fermentisani i destilovani alkoholni napitak) (Pieroni i sar., 2014a), a slična upotreba je zabeležena u Srbiji (alkoholno piće – *rakija*) (Jarić i sar., 2007, 2014). Plodovi divlje kruške se koriste u ishrani i na području zapadnog dela Republike Severne Makedonije (Pieroni i sar., 2013).

Söukand i sar. (2015), u etnobotaničkom istraživanju tradicionalne hrane i napitaka nekih naroda Evrope (Bugarska, Mađarska, Poljska, Belorusija, Albanija) navode korišćenje ploda evropske kruške u prerađenom i svezem obliku, kao alkoholni napitak, sirće, svež ili sušeni plod, dok se plod dafinolisne kruške u Bugarskoj koristi za spravljanje turšije. Na području Italije, u Apuliji, zastupljeno je korišćenje ploda evropske kruške kao deo tradicionalne ishrane u okviru mediteranskog nasleđa, a posebno se kruška koristi u gastronomiji za spravljanje salata i startera u ishrani (Biscotti i sar., 2022). U Turskoj se plod evropske kruške i plod dafinolisne kruške koriste u ishrani kao suvo voće, kompot i turšija (Günes, 2017). U Gruziji se plod evropske kruške koristi za izradu alkoholnog napitka, a posebno je značajno povući paralelu u tradicionalnoj upotrebi divljih vrsta i gajenih sorti voća u ishrani, koje su slične za narode Gruzije, Male Azije i Balkanskog poluostrva (Busmann i sar., 2016).

U etnobotaničkim istraživanjima lekovitih karakteristika evropske kruške, sprovedenim u jugozapadnoj Srbiji, kora divljih krušaka tradicionalno se koristi kao tinktura protiv hiperglikemije (Šavikin i sar., 2013), dok se u jugoistočnoj Srbiji plod koristi za snižavanje nivoa triglicerida i holesterola, a čaj za detoksikaciju tela (Jarić i sar., 2015). Kruške imaju jak purgativni efekat, naročito ako se konzumiraju ujutru pre unošenja hrane, međutim stimulišu varenje nakon obroka (Jarić i sar., 2014).

U istraživanjima različitih regiona planinskog venca Prokletije (Crna Gora, Albanija, područje Kosova i Metohije), pokazano je da se listovi divlje kruške koriste u obliku čaja ili esencije za lečenje bolesti prostate (Menković i sar., 2011; Pieroni i sar., 2014a), plodovi se koriste u obliku dekokta protiv zatvora (Mustafa i sar., 2012a), dok se u obliku tinkture koriste protiv hipertenzije i povišenog holesterola (Mustafa i sar., 2012b). U Turskoj se plodovi dafinolisne i evropske kruške koriste protiv dijabetesa (Günes, 2017). U Iranu se plod divlje, evropske kruške koristi kao laksativ i antiseptik, dok se plod divlje jabuke (*Malus domestica* Borkh.) koristi kao lekovito sredstvo za dismenoreju, bronhitis i čišćenje creva (Jalali i sar., 2009).

Na području Kašmira (Indija) plod divlje himalajske kruške (*Pyrus pashia* Buch.) koristi se u ishrani i blagotvoran je za stomadne tegobe, listovi se koriste za ishranu životinja, dok se stablo koristi kao gorivo (Anam i sar., 2017). Takođe, na području zapadnih Himalaja (Indija i Pakistan), plod himalajske kruške se koristi u etnomedicinskoj upotrebi za tretman gastrointestinalnih, respiratornih i vaskularnih komplikacija, a lokalno stanovništvo ga koristi za tretman protiv konstipacije (Prakash i sar., 2021). Pored navedenog, zabeležena je upotreba ploda kao sredstva protiv dizenterije, a sok himalajske kruške kao adstringent sa diuretičkim dejstvom. Ekstrakt ploda se koristi za dispepsiju, glavobolju, znojenje, histeriju, epilepsiju, hipolipidemiju, zapaljenje grla, anemiju, i dismenoreju. Dekokt suvog ploda blagotvorno utiče na jetru. Plod himalajske kruške se koristi i kao stočna hrana, čime se postiže bolji prinos mleka kod ovaca i koza. Dekokt cvetova himalajske kruške se takođe koristi za lečenje kašlja i dismenoreju, a tradicionalna plemena Himalaja koriste dekokt lista divlje himalajske kruške kao nefermentisani zdravi napitak (Prakash i sar., 2021). U ajurvedskoj medicini izmrvljeni listovi divlje himalajske kruške se koriste u kozmetici, kao i za bojenje dlanova, stopala i noktiju, dok se tonik napravljen od lista koristi za bujnost kose. Osim ploda, koriste se i kora stabla i koren za brojne tradicionalne medicinske tretmane (kao adstringens, laksativ, protiv groznice, kao

antihelmintik i dr.) (Prakash i sar. 2021). Prema Bibi i sar. (2022), na području Pakistana plod divlje himalajske kruške takođe se koristi kao laksativ i za snižavanje temperature. U Kini se plod korejske sunčane kruške (*P. calleryana* Decne.) koristi kao dekoka za tretiranje akni (Qiu i sar., 2020).

Prema Johnson-u (1998), koji je objavio najobimnije etnobotaničke podatke u pogledu upotrebe biljnih vrsta u ishrani i narodnoj medicini u celom svetu, evropska, divlja kruška ima široku etnomedicinsku upotrebu: kao analgetik, diuretik, laksativ, protiv ekcema, za čišćenje krvi, protiv gastrointestinalnih problema i gojaznosti. Hong i sar. (2021) opisuju široko etnomedicinsko dejstvo ploda, kore stabla, lista i cveta nekoliko vrsta roda *Pyrus*: za čišćenje krvi, kao analgetik, protiv ekcema, kao diuretik i laksativ, za gastrointestinalne probleme, kao antikarcinogen, hipolipidemik, hepatoprotektiv i antiinflamatorno sredstvo.

## 1.10. Biološke i pomološke karakteristike istraživanih sorti krušaka

1. **Jagodarka (Rančica) (Slika 12a)** je autohtona sorta nepoznatog porekla, danas gotovo nestala. Ovo je najranija sorta kruške našeg podneblja i uzgaja se kao pojedinačno stablo. Sporadično se javlja u centralnoj Srbiji. Naziv je dobila po periodu zrenja u vreme jagoda, u drugoj polovini maja i početkom juna. Plodovi su veoma sitni (30-40 g), oko 25 do 30 komada u kilogramu (Beširević, 2009). Plod je izduženog oblika sa nasadenom peteljkom bez izraženog udubljenja. Boja ploda je žućkastozelena. Meso je beličasto, topljivo, srednje slatko, lepog ukusa i arome. Stablo Jagodarke je bujno i razvijeno, dugovečno, dobre i alternativne rodnosti (Beširević, 2009; Savić, 2014).
2. **Vidovača (Slika 12b)** je autohtona sorta nepoznatog porekla, nekada sporadično zastupljena po celoj Srbiji, a danas retka. Naziv je dobila po periodu zrenja, jer sazreva krajem juna (oko Vidovdana) i početkom jula. Ima sitan plod (30-50 g), zelenkastožute boje, čigrastog oblika, sa tankom i dugačkom peteljkom (Beširević, 2009). Meso je belo, meko, sočno i slatko, prijatne arome. Plod ove sorte mora odmah da se konzumira, jer je sklon gnjiljenju i ne može dugo da stoji. Stablo Vidovače je srednje bujnosti, piramidalne krune. Ova sorta je otporna prema biljnim bolestima i štetočinama (Savić, 2014).
3. **Ječmenjača (Ječmenka, Pšeničarka, Jakovka) (Slika 12c)** je stara tradicionalna sorta, smatra se da je poreklom iz Češke. Nekada je bila više zastupljena u Srbiji, a danas je retka. Ova sorta je jedna od prvih letnjih sorti (Beširević, 2009). Sazreva krajem juna i početkom jula, kada sazreva ječam, po čemu je dobila ime. Plodovi su sitni, okruglasti, zelenkastožute boje, sa peteljkom srednje dužine. Meso ploda je zelenkastobelo, srednje slatko, suvoparno, sa puno kamenih zrnaca, oporog ukusa. Relativno je otporna na većinu biljnih bolesti, može da se uzgaja bez hemijske zaštite. Stablo je vema razvijeno, dugovečno, zdravo, otporno na mraz i sušu, sa dobro razvijenom razgranatom krošnjom. Najbolje uspeva na otvorenom polju, gde redovno i obilno rađa (Savić, 2014).
4. **Ilinjača (Slika 12d)** je stara letnja sorta nepoznatog porekla. Danas se još uvek može pronaći u baštama širom Srbije, naročito u Šumadiji. Sazreva polovinom jula, plodovi su sitni do srednje krupni, pravilno kruškastog oblika, zelenkastožute pokožice. Postoje mnogi varijeteti ove sorte, a varijetet sa znatno krupnijim plodom je poznat kao Krupna ilinjača (Beširević, 2009). Meso ploda je belo, srednje slatko i topljivo, bez izraženih kamenih ćelija. Stablo je srednje bujno, piramidalne krune, dobre rodnosti (Savić, 2014).
5. **Lubeničarka (Bostanjača, Bostanka) (Slika 12e)** je autohtona sorta nepoznatog porekla. Nekada je bila veoma rasprostranjena a danas je retka. Sazreva krajem jula i početkom



- avgusta. Plodovi su sitni do srednje krupni, pravilno kruškastog oblika, zelenkastožute pokožice, sa dopunskom, tamno-crvenom bojom sa sunčane strane. Ima dugačku peteljku. Lubeničarka ima karakteristično meso crvenkaste boje (Beširević, 2009). Meso ploda je slatko-nakiselog ukusa, karakteristične arome koja je svojstvena samo za ovu sortu. Odmah nakon zrenja plodovi omekšavaju i gnjile i gube crvenu boju i ukus. Dok je meso još crveno, ima prijatan osvežavajući i aromatičan ukus. Berba je tokom jula ili početkom avgusta. Postoje varijeteti poznati kao Bela i Crna lubeničarka, a varijetet sa znatno krupnijim plodom je poznat kao Krupna lubeničarka (Beširević, 2009). Stablo je srednje bujno, piramidalne krune, otporno prema prolećnim mrazovima i štetočinama, dobre rodnosti. Lubeničarka može da se gaji bez hemijske zaštite (Savić, 2014).
6. **Takiša (Takuša) (Slika 12f)** je stara autohtona sorta naših prostora, nepoznatog porekla. Sporadično je raspoređena na teritoriji cele Srbije. Postoje dva tipa ove sorte: Bela i Crna. Bela je krupnija i rasprostranjenija. Sazreva u drugoj polovini septembra, i potrebno je da plodovi nakon berbe odstoje dok ne omekšaju, kako bi bili za upotrebu. Plodovi su sitni (25 do 30 komada u kilogramu), sa debelom, hrapavom pokožicom žutosmeđe boje. Okruglasto-pljosnat plod je svetlozelen i malo rumen sa osunčane strane. Meso ploda je boje meda, hrskavo, slatko, ne previše sočno, prijatne arome (Beširević, 2009). Ova sorta može da se koristi u svežem obliku, za preradu (pekmez, rakija, za sušenje - celi plodovi), kao i za pravljenje voćnog napitka - *vodnjike*. Relativno je otporna na biljne bolesti. Ima bujno, zdravo, dugovečno stablo, sa krošnjom velikih razmera, kotlastog oblika. Stabla imaju veliku rodnost i mogu da daju do 1000 kg ploda po sezoni. Sorta je sklona alternativnoj rodnosti (Savić, 2014).
7. **Karamanka (Karamanlija, Babovača) (Slika 12g)** je stara sorta, koja se tradicionalno na području Srbije i Balkana gaji vekovima. Smatra se da je poreklom iz Male Azije, iz oblasti prevoja Karaman na jugoistoku Turske. Do Drugog svetskog rata bila je najrasprostranjenija sorta kruške na području današnje Srbije, Bosne i Severne Makedonije. Danas je retka, ali još uvek može da se nađe u slivu Zapadne Morave, Vranjske kotline, Toplice, Raške i Metohije (Savić, 2013). Plodovi su srednje krupni (5 do 6 komada u kilogramu), kruškastog, nesimetričnog oblika sa karakterističnim izraženim neravninama. Oblik ploda je karakterističan, prema čašici proširen, ka peteljci uočljivo sužen i to sa jedne strane više, zbog čega je plod kriv i ima kvrgav izgled. Pokožica ploda je tanka, glatka, gipka i sjajna, slamastožute boje. Meso ploda je žućkasto, topljivo, sočno i osvežavajuće slatko, sa karakterističnim muskatnim mirisom. Pokožica je zelena, a kad dozri prelazi u slamnasto-žutu, sa dopunskim rumenilom. Peteljka je tanka, dugačka i povijena. Osim za u svežem stanju, pogodna je i za preradu. Ubraja se u kvalitetne sorte krušaka zbog izraženog ukusa. Ima zdravo i dugovečno stablo, a krošnja je sa retkim granama oborenim prema zemlji, po čemu se raspoznaje (Beširević, 2009). Sorta je osetljiva prema čađavoj krastavosti (izazivač *Venturia pyrina* Aderh.) i fuzikladijumu (izazivač *Venturia inaequalis* (Cooke) G.Winter). Pogoduju joj vlažna i plodna zemljišta. Dobro je rodnosti, i može da donese preko 200 kg ploda po sezoni. Sazreva krajem jula, tokom avgusta, do septembra i može da se bere u više navrata (Savić, 2014).
8. **Jeribasma (Vodenjača, Pljuskača) (Slika 12h)** - stara odomaćena sorta koja se gaji u Srbiji od davnina, a rasprostranjena je i u Bosni, Bugarskoj, Grčkoj i Turskoj. Nekada je bila zastupljena u slivu Južne Morave i u Šumadiji, a danas se sporadično sreće na području cele Srbije. Sazreva u drugoj polovini septembra i u oktobru. Plod je srednje veličine do krupan, jajasto - izduženog oblika. Boja ploda je žuto-zelena, a u punoj zrelosti žuta. Ima tanku i nežnu pokožicu sa izraženim zelenim lenticelama. Meso ploda je belo, kiselo-slatkog ukusa, sočno, sa izraženim kamenim ćelijama (Beširević, 2009). Peteljka je dugačka, tanka, povijena i



usađena u plitko udubljenje. Plod sadrži veliki procenat vode. Ova sorta može da se koristi u svežem stanju, kao i za preradu. Ima bujno, stablo guste krošnje, i redovno i obilno rađa. Jeribasmi pogoduju vlažnija staništa, ali uspeva i u suvljim predelima (Metohija). Stabla ove sorte dostižu veliku starost (do 200 godina), a jedno stablo može da donese do 200 kg roda. Relativno je otporno na biljne bolesti i može da se gaji bez zaštite (Savić, 2014). Berba se obavlja u septembru i oktobru, a plodovi mogu da se očuvaju do januara. Plod nije pogodan za transport.

9. **Lončara (Slika 12i)** - stara autohtona sorta nepoznatog porekla, koja je dobila naziv po obliku ploda koji podseća na grnčarsko lonče. Ima krupan plod koji se ubraja među najkrupnije kruške (300-350 g), sa debelom, grubom kožastom pokožicom osnovne zelene boje, prekrivene rđastom prevlakom. Meso ploda je belo, tvrdo, trpkog ukusa, prožeto kamenim zrcima. U gnjiljoj fazi meso postaje sočno, slatko i blago aromatično. Lončara se ubraja u kvalitetne autohtone sorte. Plodovi se beru pre pune zrelosti (Beširević, 2009). Relativno je otporna na većinu biljnih bolesti. Stablo je srednje bujno sa krošnjom kotlastog oblika. Ima slične osobine kao sorta Arapka (Kantaruša) (Savić, 2014).
10. **Arapka (Kantaruša) (Slika 12j)** - stara autohtona sorta nepoznatog porekla. Danas je gotovo nestala. Sazreva krajem oktobra. Ovo je jedna od najkrupnijih sorti krušaka, prosečne mase ploda od 300 do 400 g (nekada i do 700 g), po čemu je dobila naziv Kantaruša (staje jedna na „kantar“). Oblik ploda je jajasto izdužen i podseća na kantarski teg, po čemu je i dobila ime. U nekim krajevima je zovu Arapka zbog mrke boje pokožice, koja je debela, gruba i korasta. Plod je žuto-zelene boje, u punoj zrelosti žute, prekriven rđastom prevlakom. Meso ploda je belo, tvrdo, trpkog ukusa, prožeto kamenim ćelijama (Beširević, 2009). U gnjiljoj fazi meso postaje sočno, slatko i blago aromatično i stajanjem gubi karakterističan ukus. Plodovi se beru pre pune zrelosti. Stablo je srednje bujno sa krošnjom kotlastog oblika. Ova sorta najbolje uspeva na zemljištu koje je zaklonjeno od vetra (Savić, 2014).
11. **Kaluđerka (Curê) (Slika 13a)** je tradicionalna, odomaćena sorta francuskog porekla, nastala iz spontanog sejanca. Pronašao je francuski kaluđer Le Roj u šumskoj populaciji 1760. godine, a raširila se po celoj Evropi. Kod nas se gaji od kraja 19. veka. Sazreva u oktobru, a bere se nešto ranije, pre pune zrelosti. Stablo je srednje bujnosti, pogodno za gajenje na svim tipovima zemljišta, na različitim nadmorskim visinama. Plodovi su krupni (do 300 g), izduženo-kruškastog, asimetričnog oblika, sa jednom stranom razvijenijom od druge. Ima debelu, suhu i glatku pokožicu, posutu braonkastim lenticelama. Peteljka je debela i kratka. U punoj zrelosti je žuta, rumena sa sunčane strane (Beširević, 2009). Većina plodova ima braon kožastu prugu, koja se proteže od peteljke do čašice, po čemu se raspoznaje. Meso ploda je hrskavo, sočno, srednje topljivo, slatko, sa izraženim kamenim ćelijama. Ukus je prijatan, ali bez arome. Sorta je dobrog kvaliteta, pogodna za upotrebu u svežem stanju, transport i preradu. U kontrolisanim uslovima plodovi mogu da se čuvaju do proleća. Ima široku upotrebnu vrednost. (Savić, 2014).
12. **Viljamovka (Williams Bartlett) (Slika 13b)** je tradicionalna sorta poznatog porekla, koja se u Srbiji gaji od 19. veka. Pronađena je kao spontani sejanac 1796. godine u Engleskoj. Smatra se jednom od najrasprostranjenijih i najkvalitetnijih sorti na svetu (Mratinić 2000). Sazreva u drugoj polovini avgusta, a plod se u hladnjači može čuvati i do pet meseci. Stablo je srednje bujno, sa krunom piramidalnog oblika. Ima srednje kasno cvetanje i zbog toga je otporna na prolećne mrazeve. Rađa redovno i obilno. Plod je srednje krupan do krupan (oko 180 g), izduženo kruškastog oblika. Ima plodove osrednje krupnoće i izrazito kruškastog oblika sa karakterističnim vratom. Pokožica je nežna, tanka, glatka, sjajna, zelenkasto-žućkaste boje ili slamasto – žute u punoj zrelosti, sa dopunskom crvenom bojom sa sunčane strane ploda.

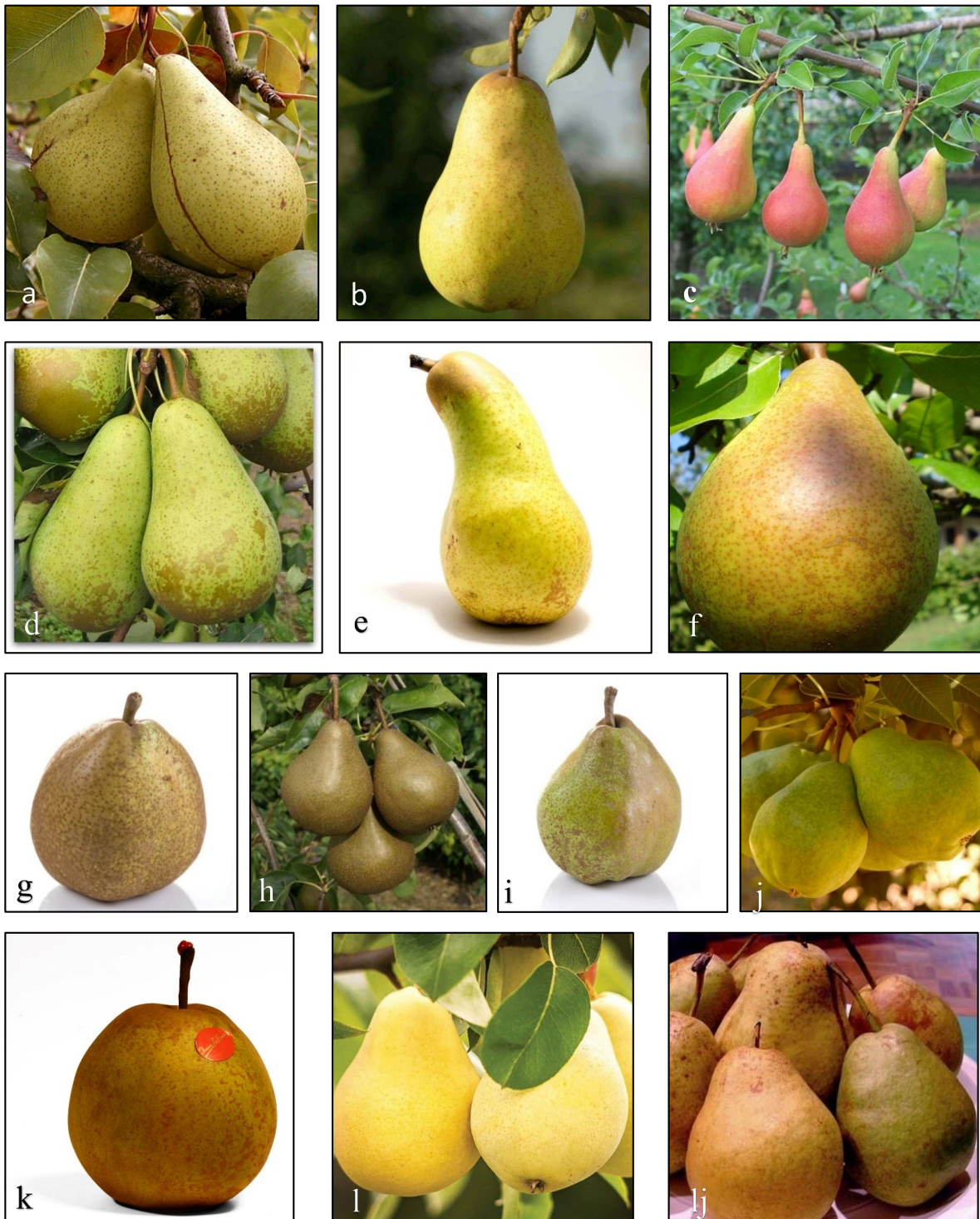
- Peteljka je ukoso usađena, kratka i debela. Meso ploda je belo, sočno, sitne zrnaste strukture, prijatno nakiselo, sa muskatnim mirisom. Ukus je prijatan sa izraženom aromom (Mratinić, 2000).
13. **Junska lepotica (Bella di Giugno) (Slika 13c)** je sorta italijanskog porekla koja se kod nas gaji od sedamdesetih godina 20. veka. Sazreva od sredine do kraja juna. Stablo je umereno bujno, piramidalne krune. Cveta rano, i često strada od kasnih prolećnih mrazeva. Diploidna je sorta i ima dobru klijavost polena. Plod je sitan (60-70 g), izduženo-kruškastog oblika. Pokožica je srednje debela, sjajna, glatka, žuto-zelene ili žuto-zlatne boje, sa dopunskom intenzivnom crvenom bojom. Meso je tvrdo, beličasto, sočno, slatko-nakiselo i veoma ukusno. Junska lepotica je najranija sorta namenjena za komercijalnu upotrebu (Mratinić, 2000).
  14. **Konferans (Conference) (Slika 13d)** je sorta poreklom iz Engleske, a za njen nastanak iz semena zaslužan je engleski selekcionar, koji je stvorio od nepoznatih roditelja. Proizvodi se od 1894. godine. Sazreva sredinom septembra. Stablo je srednje bujno do bujno, razgranato. Osetljiva je prema visokim temperaturama u toku leta. Potrebno je da se uzgaja na većim nadmorskim visinama (do 600 m), uz navodnjavanje. Cveta srednje rano do pozno. Plod je krupan (do 180 g), izduženog oblika. Peteljka je srednje duga do duga. Pokožica je tanka, sjajna, svetlo zelene do žućkaste boje, i nema dopunsku boju. Meso ploda je beličaste krem boje, sočno i topljivo, slatkog ukusa i prijatne arome. Pogodna je za stonu upotrebu i preradu (Mratinić, 2000).
  15. **Abate Fetel (Abbate Fetel) (Slika 13e)** je stara francuska sorta, koju je 1866. pronašao monah po imenu Fetel (engl. abbot – monah), kao spontani sejanac. Plod je srednje krupan do krupan (170-220 g), izduženo-konusnog oblika, sa karakterističnim izduženim nakrivljenim vratom. Peteljka je srednje dužine i zdepasta. Oko peteljke i čašice se javlja rdasta prevlaka. Pokožica je tanka, glatka i sjajna, zelenkasto-žućkaste do slamasto-žute boje. Meso je beličasto, sočno, slatko-nakiselo, topljivo. Ukus je prijatan i sa izraženom aromom; spada u visokokvalitetne sorte krušaka. Sazreva u septembru, a može se očuvati sve do januara. Traži plodnije zemljište i osetljiva je na prolećni mraz. Srednje bujnog je stabla i osrednje rezgranate krune. (Mratinić, 2000).
  16. **Kleržo (Beurre Clairgeau) (Slika 13f)** je pronađena kao spontani sejanac 1838. u Francuskoj, a široko je rasprostranjena u svetu. Plod je veoma krupan (do 250 g), trbušasto-kruškastog oblika, povijen u gornjem delu, sa krivo nasadenom kratkom i debelom peteljkom. Osnovna boja je žuta, sa zelenim i sivim lenticelama, rumena sa sunčane strane. Pokožica je debela, pogodna za transport ploda. Meso je žućkasto ili belo, krupnozrnasto, slatkastog ukusa, sočno, srednje topivo, osrednjeg kvaliteta. Nema karakterističnu aromu i ukus i ubraja se u sorte srednjeg kvaliteta. Stablo je nerazvijeno i slabo bujno. Cveta srednje pozno. Ovo je triploidna sorta. Rano prorodi i rađa redovno i oblino. Pogodna je za industrijsku preradu (Mratinić, 2000).
  17. **General Lekler (General Leclerc) (Slika 13g)** je poreklom iz Francuske i nastala je kao spontani sejanac sorte Društvenka (Doyenne de Comice). Plod je krupan (do 200 g), zdepasto-kruškolikog oblika, debele pokožice žućkasto-zelenkaste boje, sa rdastom prevlakom. Meso je belo, sočno i fine zrnaste strukture, veoma kvalitetno. Peteljka je debela i kratka. Stablo je srednje bujno široke piramidalne krune. Cveta srednje pozno. Diploidna je sorta, ima sklonost ka partenokarpiji. Plod sazreva sredinom septembra, a trajan je do februara-marta. Sorta je pogodna za transport (Mratinić, 2000).

18. **Boskova bočica (Beurre Bosc) (Slika 13h)** je nastala kao spontani sejanac početkom 19. veka u Belgiji. Plod je krupan (200-250 g), bocastog oblika, sa dugačkom, srednje debelom petaljkom, koso usađenom. Pokožica ploda je nežna i tanka, prekrivena rđastom prevlakom i kestenjastim lenticelama. Meso ploda je belo i topivo u ustima i bez zadebljanih kamenih ćelija. Ukus je prijatan i aromatičan; ubraja se u visokokvalitetne sorte krušaka. Stablo je srednje bujno do bujno. Cveta kasno i otporna je na sušu, mraz i čađavu krastavost. Sazreva krajem septembra, a u hladnjači se plod može čuvati do januara (Mratinić, 2000).
19. **Društvenka (Doyenne du Comice) (Slika 13i)** je poreklom iz Francuske. Nastala je selekcijom 1840. godine. Plod je veoma krupan (oko 350 g), kruškasto-trbušastog oblika, asimetričan, kratke debele i koso nasađene peteljke. Pokožica ploda je srednje debela do tanka, sjajna, zelenkasto-žute boje sa dopunskim rumenilom. Meso je sočno, topljivo, slatko nakiselo, aromatično. Sazreva krajem septembra. Stablo je bujno, zbijene visokopiramidalne krune. Diploidna je sorta, cveta kasno, umerene i redovne rodnosti. Otporna je na prolećne mrazeve i bolje uspeva na plodnom zemljištu. Ovo je kvalitetna sorta pogodna za transport, konzumaciju i preradu (Mratinić, 2000).
20. **Pakams trijumf (Pakham's Triumph) (Slika 13j)** je nova sorta, poreklom iz Australije. Plod je krupan (oko 200 g), sličan je plodu Viljamovke. Pokožica je tanka, zelene do limun-žute boje. Peteljka je srednje duga, drvenasta, nakrivljena. Meso ploda je beličasto, sočno, slatko kiselo, sitnozrnasto. Sazreva krajem septembra, a plod se u hladnjači čuva do februara. Stablo je srednje bujno, okruglaste krune. Cveta kasno, a dobro i redovno rađa. Osetljiva je prema bakterioznoj plamenjači (izazivač *Erwinia amylovora* Burrill) i virusu mozaika kruške (Mratinić, 2000).
21. **Krasanka (Passe Crassane) (Slika 13k)** je nastala kao spontani sejanac u 18. veku u Francuskoj. Plod je okruglastog oblika, krupan, i njegova masa varira od 150 do 750 g. Pokožica je suva, debela i hrapava, zelene do žute boje. Peteljka je dugačka i drvenasta. Meso je sitnozrno, beličasto, topljivo, aromatično, slatkonakiselo, a sklereidi su locirani u delu ispod pokožice. Spada u visokokvalitetne sorte. Stablo je srednje bujnosti sa piramidalnom krunom, osetljivo na mraz i sušu. Dozreva od decembra do februara; ubraja se u zimске sorte (Mratinić, 2000).
22. **Kiferova (Kieffer) (Slika 13l)** je američka sorta nastala u Filadelfiji 1847, ukrštanjem himalajske kruške (*Pyrus serotina* Rehd.) sa sortom Anžu ili Viljamovka, a ime je dobila po svom tvorcu (*Peter Kieffer*). Plod je srednje krupan do krupan (150 do 250 g). Meso ploda je belo i sočno, sadrži veći procenat šećera i izrazito je aromatično. Pokožica je zelenkaste boje koja zrenjem prelazi u žutu. Sorta se uspešno čuva tokom zimskih meseci. Stablo je bujno. Pokazuje veoma dobru otpornost prema bakterioznoj plamenjači i većini štetočina. Sazreva tokom oktobra (Mratinić, 2000).
23. **Hardepontova maslovka (Beurre d'Hardepont) (Slika 13lj)** je poreklom iz Belgije, a stvorio je sveštenik Hardepont 1759. godine. Plod je krupan (do 250 g), dunjolikog oblika, sa srednje dugačkom debelom petaljkom. Pokožica je tanka, zelenkaste do žućkasto zelenkaste boje. Meso je topljivo, sočno, slatkasto nakiselo i kvalitetno. Stablo je srednje bujno sa piramidalnom krunom. Cveta kasno, diploidna je sorta i ima dobru klijavost. Sazreva početkom oktobra i tipična je zimská sorta (Mratinić, 2000).



**Slika 15.** a) Jagodarka; b) Vidovača; c) Ječmenjača; d) Ilinjača; e) Lubeničarka; f) Takiša; g) Karamanka; h) Jeribasma (Vodenjača); i) Lončara; j) Arapka.  
 (a, e, i - Fotografija: A. Savić; c, d - preuzeto od Kajkut-Zeljković, 2021; b, j - ilustracija B. Milićević).





**Slika 16.** a) Kaluđerka; b) Viljamovka; c) Junska lepotica; d) Konferans; e) Abate Fetel; f) Kleržo; g) General Leklerk; h) Boskova bočica; i) Društvenka; j) Pakams trijumf; k) Krasanka; l) Kiferova; lj) Hardepontova maslovka. (Izvor 23)<sup>23</sup>.

<sup>23</sup> <https://svetsadnica.rs/>, pristupljeno 17. 3. 2022.



## 2. CILJEVI RADA

Ciljevi ovog rada su sledeći:

- Utvrđivanje diverziteta autohtonih i tradicionalnih sorti krušaka na području centralne (Šumadija, rudničko-takovski kraj) i jugozapadne Srbije (srednje i donje Polimlje).
- Prikupljanje podataka o korišćenju u ishrani i etnomedicini autohtonih i tradicionalnih sorti krušaka na području centralne (Šumadija, rudničko-takovski kraj) i jugozapadne Srbije (srednje i donje Polimlje).
- Utvrđivanje morfološke raznovrsnosti plodova odabranih sorti i analiza njihovog hemijskog sastava i nutritivne vrednosti.
- Mikromorfološka analiza sklereida ploda odabranih sorti krušaka i evropske kruške (*Pyrus communis* L.).
- Analiza sadržaja i sastava polifenolnih komponenti u metanolnim ekstraktima ploda (pokožica+meso) i delova ploda (pokožica, meso). Poređenje hemijskog sastava ploda i delova ploda autohtonih sorti u odnosu na plod evropske kruške i najčešće korišćenu komercijalnu sortu - Viljamovku.
- Određivanje antioksidativne, antineurodegenerativne, antidijabetične i citotoksične aktivnosti metanolnih ekstrakata ploda (pokožica+meso) i delova ploda (pokožica, meso) odabranih sorti krušaka i evropske kruške.
- Poređenje biološke aktivnosti metanolnih ekstrakata ploda i delova ploda autohtonih i tradicionalnih sorti krušaka u odnosu na evropsku krušku (*P. communis*), i u odnosu na Viljamovku - komercijalnu i najčešće korišćenu sortu u ishrani.

### 3. MATERIJAL I METODE

#### 3.1. Oblast istraživanja

##### 3.1.1. Područje centralne Srbije – rudničko-takovski kraj

###### 3.1.1.1. Geografske karakteristike

Opština Gornji Milanovac pripada Moravičkom okrugu centralne Srbije i južnom delu Šumadije. Ovo brdsko-planinsko područje poznato je kao rudničko-takovski kraj i karakteristično je po jedinstvenom vizuelnom identitetu određenih geografskih, geoloških, kulturnih i istorijskih karakteristika. Vizuelna lepota predela uslovljena je smenjivanjem brdsko-planinskih oblasti, dinamikom livadskih, obradivih i šumskih površina, potocima, rekama i vidikovcima (Izvor 24)<sup>24</sup>.

Rudničko-takovski kraj zauzima značajno mesto u srpskoj istoriji, jer je u Prvom i Drugom srpskom ustanku sačinjavao jezgro otpora turskoj vlasti. Masiv planine Rudnik dominira rudničko-takovskim krajem, sa najvišim vrhom Veliki Šturac (1.132 m). Na ovom području koje se prostire pravcem severozapad-jugoistok, nalaze se i planine Suvobor (864 m), Maljen (1.104 m) i Vujan (855 m). Veći deo područja su brdsko-planinski tereni u visinskim zonama od 196 m.n.v. do 642 m.n.v. Najveći deo oblasti smešten je u slivu reke Dičine (sliv Zapadne Morave), a površinske vode predstavljene su izvorima, potocima i manjim rekama: Gruža, Dičina, Despotovica, Jasenica, Lepenica i Kačer (Izvor 25)<sup>25</sup>.

Geološki sastav ovog terena se sastoji od kraških oblika reljefa, oblika recentne erozije, klizišta i paleovulkanskih oblika reljefa, a zemljište je izgrađeno od litološki različitih sedimenata, metamorfnih i magmatskih tvorevina. Za ovo područje karakteristični su i brojni termomineralni izvori, sa sumprovitom vodom temperature od 15 °C do 28 °C (Izvor 26)<sup>26</sup>.

Klima područja je umereno-kontinentalna. Najhladnija, humidna klima je u predelu vrhova Rudnika i oko vrhova Rajca; umereno humidna klima karakteristična je za južnu padinu Rudnika ka Gornjem Milanovcu, dok je najhladnije područje Suvobora, izloženo severozapadnim strujanjima vazduha. Ostali delovi teritorije imaju blago humidnu klimu. Vrednosti srednje godišnje temperature vazduha kreću se od 7,2 °C do 11 °C. Prosečna zimska temperatura je 1,6 °C, a prosečna letnja 21,2 °C. Januar je najhladniji mesec, a juli najtopliji. Tokom leta temperatura prelazi preko 30 °C, dok se zimi spušta i ispod -18 °C. Vetrovi su retki i slabi, javljaju se tokom ranog proleća (južni vetar) i kasne jeseni (severac). Decembar i januar su meseci sa najviše snežnih padavina, najkišovitiji su maj i jun, dok su februar i mart meseci sa najmanjom količinom padavina. Trajanje snega je od 80 do 120 dana u nižim, i od 160 do 200 dana u višim predelima. Srednja godišnja visina padavina kreće se od 788 mm (300 m.n.v.) do 985 mm (vrh Rudnika). Prosečna oblačnost iznosi 96 dana godišnje i javlja se najčešće, u jesen i zimu. Grad je sporadična pojava. Prosečan broj sunčanih sati je 2.100 godišnje (Izvor 27)<sup>27</sup>.

<sup>24</sup> Strateški Master Plan Održivog Razvoja Planine Rudnik od 2014 do 2024, Univerzitet u Kragujevcu, Kragujevac 2014, <https://www.scribd.com/doc/294975227/Strate%C5%A1ki-Master-Plan-Odr%C5%BEivog-Razvoja-Planine-Rudnik-Od-2014-Do-2024-Godine>, pristupljeno 12 .6. 2021.

<sup>25</sup> isto

<sup>26</sup> isto

<sup>27</sup> <https://gornjimilanovac.rs/lat/geografske-odlike.html>, pristupljeno 17. 6. 2021.

Floru istraživaniog područja čini oko 900 vrsta biljaka, među kojima je 15 retkih i endemičnih vrsta. U vegetacijskom pogledu preovlađuju šumske fitocenoze (mezijska brdska bukova, šume sladuna i cera, šume sladuna i cera sa grabićem, šume bukve i kitnjaka, četinarska i bagremova šume itd.). Na području Rudnika postoje brojni samonikli primerci oraha i trešnje. Najzastupljeniji tip zeljaste vegetacije predstavljaju brdske livade i pašnjaci. Na teritoriji Opštine Gornji Milanovac poljoprivredno zemljište zauzima 65,5% od ukupne površine, od toga je obradivo 47% i neobradivo 4,6% zemljišta, a neplodno zemljište zauzima svega 4,4% teritorije. Najzastupljenije su oranice (33%), livade (27,7%), pašnjaci (29,1%) i voćnjaci (10,2%). Ovu oblast karakteriše raznolikost poljoprivredne proizvodnje (ratarstvo, stočarstvo, voćarstvo, povrtarstvo), a mali poljoprivredni proizvođači uzgajaju useve za sopstvene potrebe i manji deo za prodaju. Na zemljišnim parcelama i farmama se minimalno koriste pesticidi i mineralna đubriva (Izvor 28)<sup>28</sup>.



**Slika 17.** Karakteristični šumadijski pejzaž, rudničko-takovski kraj, vrh Ostrvica.  
(Fotografija: A. Savić)

Od posebnog značaja je prisustvo velikog broja starih – lokalnih sorti voćnih vrsta koje predstavljaju bogatstvo područja u pogledu genetskog potencijala. Autohtone i lokalne sorte pored adaptacije na agro-ekološke uslove, dobrog su kvaliteta i tolerantne su na mnoge biljne bolesti. Područje rudničko-takovskog kraja je posebno značajno kao mesto poljoprivrede sa visokim prirodnim vrednostima i pejzažnom lepotom. Zbog izuzetno povoljnih uslova za voćarsku proizvodnju (šljiva, jabuka, višnja, kruška, breskva, trešnja) opština Gornji Milanovac ima veliki potencijal za proizvodnju kvalitetne, organske i bezbedne hrane, a posebno za demografsko obnavljanje sela i povratak mladih ljudi na selo koji će se baviti poljoprivrednom proizvodnjom (Izvor 29)<sup>29</sup>.

<sup>28</sup> <https://gornjimilanovac.rs/lat/geografske-odlike.html>, pristupljeno 17. 6. 2021.

<sup>29</sup> Strateški Master Plan Održivog Razvoja Planine Rudnik od 2014 do 2024, Univerzitet u Kragujevcu, Kragujevac 2014, <https://www.scribd.com/doc/294975227/Strate%C5%A1ki-Master-Plan-Odr%C5%BEivog-Razvoja-Planine-Rudnik-Od-2014-Do-2024-Godine>, pristupljeno 17.6. 2021.

### 3.1.1.2. Demografske karakteristike

Opština Gornji Milanovac ima 63 naselja. Osim Gornjeg Milanovca (24.048 stanovnika) i Rudnika (1.440 stanovnika), sva ostala naselja imaju karakter sela (manje od 1.000 stanovnika). Prema poslednjem popisu stanovništva (2011. godina), opština Gornji Milanovac ima 44.438 stanovnika. Prosečna gustina naseljenosti iznosi 53 st./1 km<sup>2</sup>. Sva sela pripadaju starovaroškom tipu razbijenih sela, na zaravnjenim kosama i u dolinama. Naseljavanje ovih teritorija, kao i Šumadije u celini, povlačilo je krčenje šuma radi dobijanja obradivih površina. Novi delovi naselja, stvaraju se duž asfaltnih puteva koji poboljšavaju komunikaciju i imaju izgled ravničarskih sela. U nacionalnoj strukturi stanovništva dominiraju Srbi (97,85%), dok su ostale nacionalnosti neznatno zastupljene (2,25%) (Izvor 30)<sup>30</sup>.

Statistički podaci o brojnem kretanju stanovništva pokazuju da se u poslednjih 40 godina broj stanovnika značajno smanjio, a u odnosu na popis sproveden 2002. godine broj stanovnika smanjio se za 18,2%, i skoro sva naselja pokazuju negativne vrednosti brojčanog kretanja stanovništva. Tokom 60-tih i 70-tih godina 20. veka, u periodu industrijalizacije dolazi do migracije mlađeg dela populacije iz sela u grad, što se direktno odražava na opadanje nataliteta i promenu starosne strukture stanovništva na selima, gde sad preovlađuje starija populacija. Taj trend se održao i danas, stopa rasta stanovništva i dalje pokazuje negativne vrednosti i njena vrednost iznosi -2,04 za period 2002/2011. Prosečna starost muškaraca za opštinu Gornji Milanovac je 42,4 godine, a za žene je 44,9 godina. Osnovne privredne delatnosti opštine se zasnivaju na industrijskoj delatnosti (64%), poljoprivredi (14,6%), trgovini (7,8%) i saobraćaju (6,7%) (Izvor 31)<sup>31</sup>.

### 3.1.2. Područje jugozapadne Srbije – srednje i donje Polimlje

#### 3.1.2.1. Geografske karakteristike

Područje Polimlja je geografska oblast u jugozapadnoj Srbiji koja se graniči sa Crnom Gorom i Bosnom i Hercegovinom. Srednje i donje Polimlje i područje Starog Vlaha su veoma heterogen prostor sa karakterističnim morfološkim, geografskim, klimatskim, i istorijskim osobinama. Ovo područje obuhvata planine i visoravni, doline reka Lim, Uvac, Mileševka i četiri opštine: Priboj, Prijepolje, Nova Varoš i Sjenica. Posebnu karakteristiku predstavljaju vodne snage, rude, pašnjaci, livade i šume, ali i izuzetno bogatstvo sortimenta starih i autohtonih sorti voća, koje se ekstenzivno gaje stotinama godina na ovom području (Savić, 2014).

Dolina reke Lim je okružena planinama Bjelasica (2.137 m), Lisa (1.509 m), Ozren (1.641 m), Jadovik (1.734 m) i Zlatar (1.627 m), koje oivičavaju kraške visoravni Bihora i Korita. Oblast donjeg Polimlja okružuju planine Pobjenik (1.423 m), Starovlaške planine i Sjenička kotlina. Glavne karakteristike reljefa ove oblasti su složena geološka građa i tektonski predisponirana dolina Lima, manje doline koje se sa njima spajaju, planine koje gravitiraju i morfološki oblici različite veličine i karakteristika. Teren je izgrađen od vrlo složenih slojeva

<sup>30</sup> Strateški Master Plan Održivog Razvoja Planine Rudnik od 2014 do 2024, Univerzitet u Kragujevcu, Kragujevac 2014, <https://www.scribd.com/doc/294975227/Strate%C5%A1ki-Master-Plan-Odr%C5%BEivog-Razvoja-Planine-Rudnik-Od-2014-Do-2024-Godine>, pristupljeno 21. 3. 2021.

<sup>31</sup> isto



u petrografskom smislu. Srednje Polimlje obuhvata površinu od 2.120,6 km<sup>2</sup>, a donje Polimlje 2.013 km<sup>2</sup>. Jedan deo teritorije (oko 33,6%) obuhvata Sjeničko-peštersku visoravan nadmorske visine od 500 do 1.000 mnv, a najveći deo (53,7 %) se nalazi na visini od 1.000 do 1.500 m. Uzgoj voća je najzastupljeniji do 1.000 mnv, na oko 35% teritorije. Lim je najveća pritoka Drine i ima gusto razvijenu mrežu pritoka (Premović, 2013).

U pogledu reljefa izdvajaju se dve veće morfološke celine: dolina Lima, kao najznačajnija geomorfološka celina regije i brdsko-planinsko zaleđe. Na uzgoj voća u ovom području najviše utiču: reljef, sastav zemljišta, klima, nadmorska visina, ali i delatnost čoveka (Pavlović i sar., 2009). Polimske kotline su pogodne za gajenje ratarskih kultura, voća i povrća. Velika vertikalna i horizontalna raščlanjenost terena, kao i veliki nagib terena pod plodnim zemljištem u dolini Lima predstavljaju ograničavajući faktor za razvoj poljoprivrede, posebno plantažnog gajenja voćnjaka (Premović, 2013).

U ovom regionu se mešaju kontinentalne i sredozemne vazdušne mase koje uslovljavaju povoljan klimatski režim za uzgajanje određenih vrsta voća. Područje potplaninskog i nižeg planinskog predela karakteriše se umereno-toplom vlažnom klimom sa toplim letom, što takođe pogoduje voćarskim kulturama. Sa juga i severozapada Polimlje dobija veliku količinu padavina, jer je pod uticajem vlažnih vazdušnih masa. Niži i zavetreni delovi okruženi su visokim planinama i imaju odlike župnog tipa klime. Ograničavajući faktor u pogledu uzgoja voća u Polimlju predstavlja dužina trajanja snežnog pokrivača u proleće i pojava slane u periodu cvetanja, ali na kvalitet plodova voća u pogledu sadržaja prirodnog šećera utiču i insolacija i ekspozicija voćnjaka (Kićović i sar., 2007).



**Slika 18.** Srednje Polimlje, dolina Lima, selo Kalafati.  
(Fotografija: A. Savić)

Mešanje kontinentalnih i mediteranskih vazdušnih struja na ovom području omogućava povoljne uslove za uzgoj krušaka. Leta su topla, a zime oštre i hladne, sa čestim snežnim padavinama od oktobra do maja. Prosečne padavine iznose 789,5 mm/m<sup>2</sup>, a prosečna godišnja temperatura je 9,3 °C. Na nižim nadmorskim visinama klima je blaža, dok je preko 1.500 mnv oštrija i planinskog tipa. Ograničavajući faktor za uzgoj voća na ovom području je pojava prolećnog mraza i slane, koji mogu da ugroze cvetanje biljaka (Pavlović i sar., 2009).



Prema literaturnim izvorima, u 2008. godini pod voćnjacima je bilo najviše poljoprivrednih površina u opštini Priboj (7,6%), zatim u opštini Prijepolje (4,1%), u Polimlju i Novoj Varoši 2,2%, a najmanje u Sjenici (0,1%) (Kićović i sar., 2007).

### 3.1.2.2. Demografske karakteristike

Područje Polimlja u jugozapadnoj Srbiji predstavlja jedinstveni multietnički kompleks spomeničkog i kulturnog nasleđa (Živančević-Popović, 2012). Do 14. veka ovo područje je bilo središte srpske srednjevekovne državnosti. U periodu od 14. do 19. veka, područje je bilo pod uticajem Osmanskog carstva, pri čemu su se mešali uticaji vizantijske i osmanske civilizacije. Međutim, ono danas predstavlja jedinstveni multietnički prostor sačuvan u okviru održivog razvoja (Živančević-Popović, 2012). Region Polimlja predstavlja integrisani sistem prirodnog i kulturnog nasleđa koji uključuje: istorijske i arheološke spomenike, tradicionalnu arhitekturu i seoske celine, običaje i verovanja, narodnu medicinu, tradicionalnu kuhinju, prirodne retkosti, karakterističnu floru, vegetaciju i faunu, seoski pejzaž, tradicionalnu upotrebu i obradu hrane. Posebnost Polimlja je velika raznolikost autohtonih sorti voća, posebno krušaka, koje se uzgajaju stotinama godina (Savić, 2014).

Sela na području Polimlja su raštrkana i relativno slabo naseljena, locirana pored glavnog ili sporednih puteva, a neka su na brdovitom i nepristupačnom terenu. Postoji tendencija migracije mlađih stanovnika u obližnje gradove (Prijepolje, Nova Varoš, Priboj), radi školovanja i posla. Populacija ovog dela Srbije je multietnička, sa oko 73.000 stanovnika. Prema popisu iz 2011. godine, 61% od ukupnog stanovništva su Srbi, 34% su Bošnjaci muslimanske veroispovesti, dok je 5% stanovništva druge nacionalnosti (Premović, 2013).

## 3.2. Lokalizacija etnobotaničkih istraživanja

### 3.2.1. Područje centralne Srbije – rudničko-takovski kraj

Etnobotanička istraživanja na području rudničko-takovskog kraja sprovedena su od maja do oktobra, u periodu od 2014. do 2018. godine. Otvoreni i polu-strukturisani intervjui (Weckerle i sar., 2018) sprovedeni su sa 192 ispitanika (127 muškaraca i 65 žena) (**Grafikon 1**). Starosna struktura ispitanika je bila: između 20 i 30 godina - 5,7%; između 30 i 50 godina - 12,5%; između 51 i 70 godina - 44,8%; i > od 70 godina - 37% (**Tabela 1, Grafikon 2**). Od ukupnog broja ispitanika, 167 stanovnika (87%) rođeno je, odraslo i živelo u istraživanoj oblasti, a samo 25 ispitanika (13%) doseljeno je iz drugih oblasti (**Grafikon 3**).

Većina intervjua je trajala oko 30-45 minuta, a pojedini intervjui i do 90 minuta. Učesnici intervjua su se većinski bavili samo poljoprivredom, ili im je poljoprivreda bila dodatna delatnost (mlađe stanovništvo) pored redovnog posla u službi (rad u fabrikama za preradu sirovina, trgovini, zanatstvu, transportu i saobraćaju, obrazovanju i dr.). Veliki broj učesnika je bio u penziji (zemljoradničke ili redovne penzije).

Sela gornjemilanovačkog područja su dostupna za istraživanja, naseljena, sa dobro razvijenom mrežom puteva. Stanovništvo je u najvećem broju slučajeva bilo veoma raspoloženo za učešće u intervjui, i neretko su pozivali u svoje dvorište ili u kuću na razgovor. Uz svaku kuću se nalazila okućnica, sa velikim brojem zasađenih starijih stabala krušaka i drugog voća. Tradicionalna znanja su se u ovom području prenosila s generacije na generaciju, i voće je neizostavni deo ishrane i kulturološkog miljea.

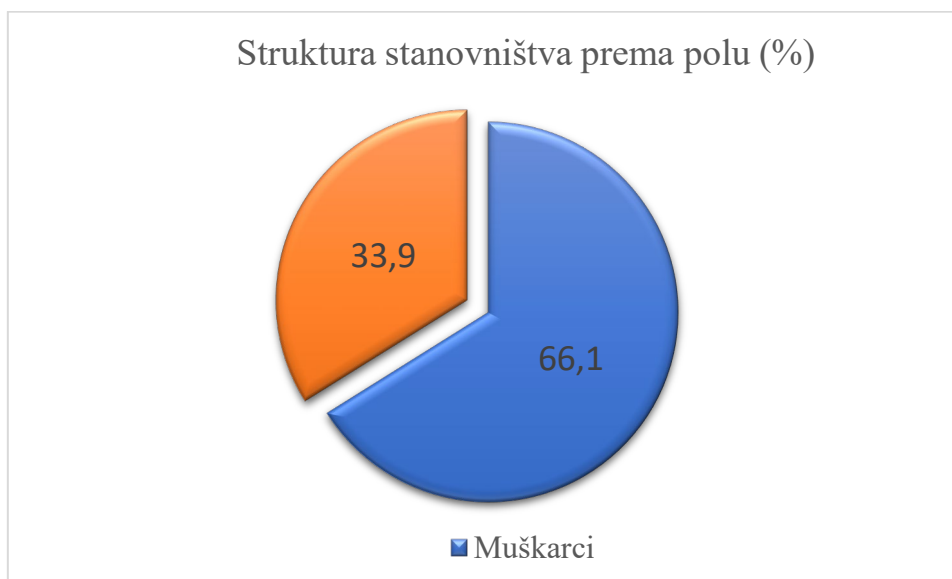
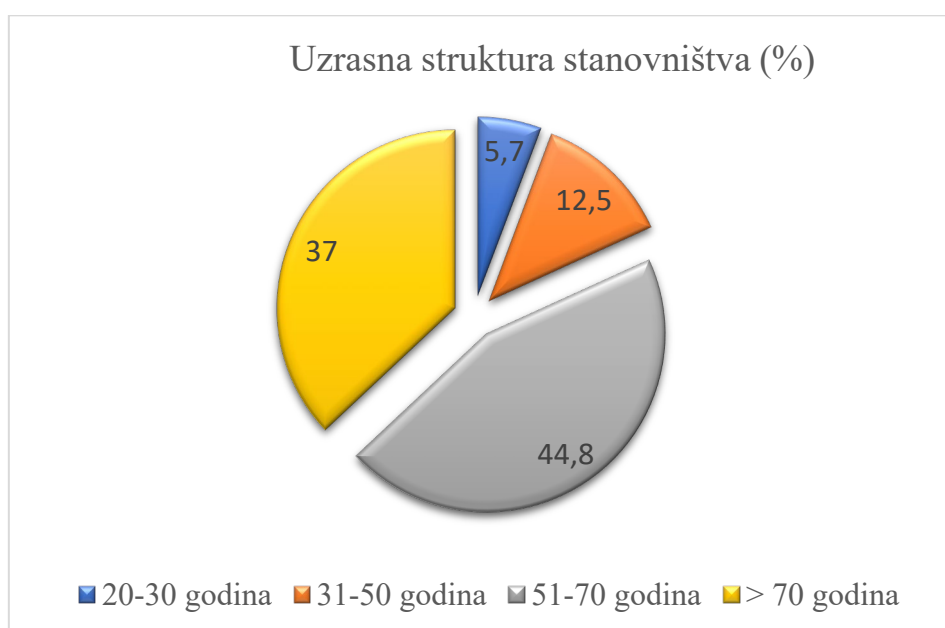


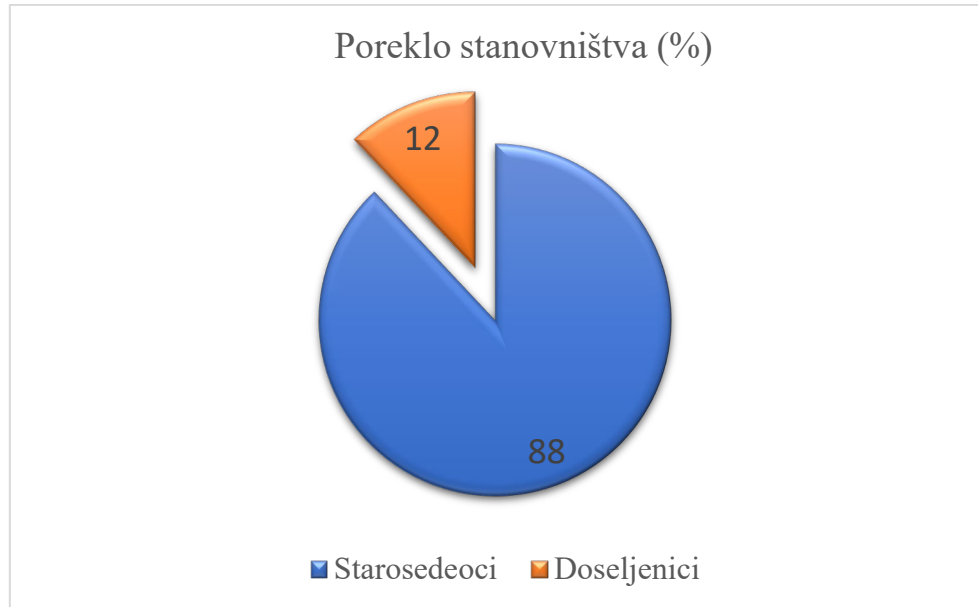
**Slika 19.** Stanovnica rudničko-takovskog kraja. (Fotografija: A. Savić)

Istraživanje je sprovedeno na teritoriji opštine Gornji Milanovac, na 52 lokaliteta/sela, ukupne površine 850 km<sup>2</sup> (**Tabela 2, Slika 16**). Istraživana su sela: Brajići, Koštunići, Leušići, Pranjani, Družetići, Bogdanica, Gojna Gora, Srezojevci, Teočin, Brezna, Gornji Banjani, Donji Banjani, Lozanj, Ozrem, Beršići, Donji Branetići, Gornji Branetići, Kalimanići, Boljkovac, Kriva Reka, Vrnčani, Nakučani, Klatičevo, Velereč, Majdan, Svračkovci, Rudnik, Varnice, Trudelj, Dragolj, Ugrinovci, Šilopaj, Nevade, Gornja Crnuća, Donja Crnuća, Jablanica, Lunjevica, Vračevšnica, Semedraž, Pranjanjani, Grabovica, Prnjavor, Gornja Šatornja, Donja Šatornja, Brđani, Grabovica, Drenova, Šarani, Savinac, Jarmenovci, Ljutovnica, Mutanj; Blaznava na teritoriji opštine Topola i Prislonica na teritoriji opštine Čačak. Istraživana sela se nalaze na nadmorskim visinama od 270 do 780 m.n.v.

**Tabela 1.** Demografska struktura učesnika intervjuja na području rudničko-takovskog kraja: starost i pol

Učesnici	20-30 godina	31-50 godina	51-70 godina	70 <	Ukupno	%
Ukupno učesnika	11	24	86	71	192	/
%	5,7	12,5	44,8	37	100	/
Muškarci	8	14	63	42	127	66,1
Žene	3	10	23	29	65	33,9

**Grafikon 1.** Demografska struktura učesnika etnobotaničkog istraživanja na području rudničko-takovskog kraja u odnosu na pol.**Grafikon 2.** Demografska struktura učesnika etnobotaničkog istraživanja na području rudničko-takovskog kraja u odnosu na uzrast.



**Grafikon 3.** Demografska struktura učesnika etnobotaničkog istraživanja na području rudničko-takovskog kraja u odnosu na poreklo.

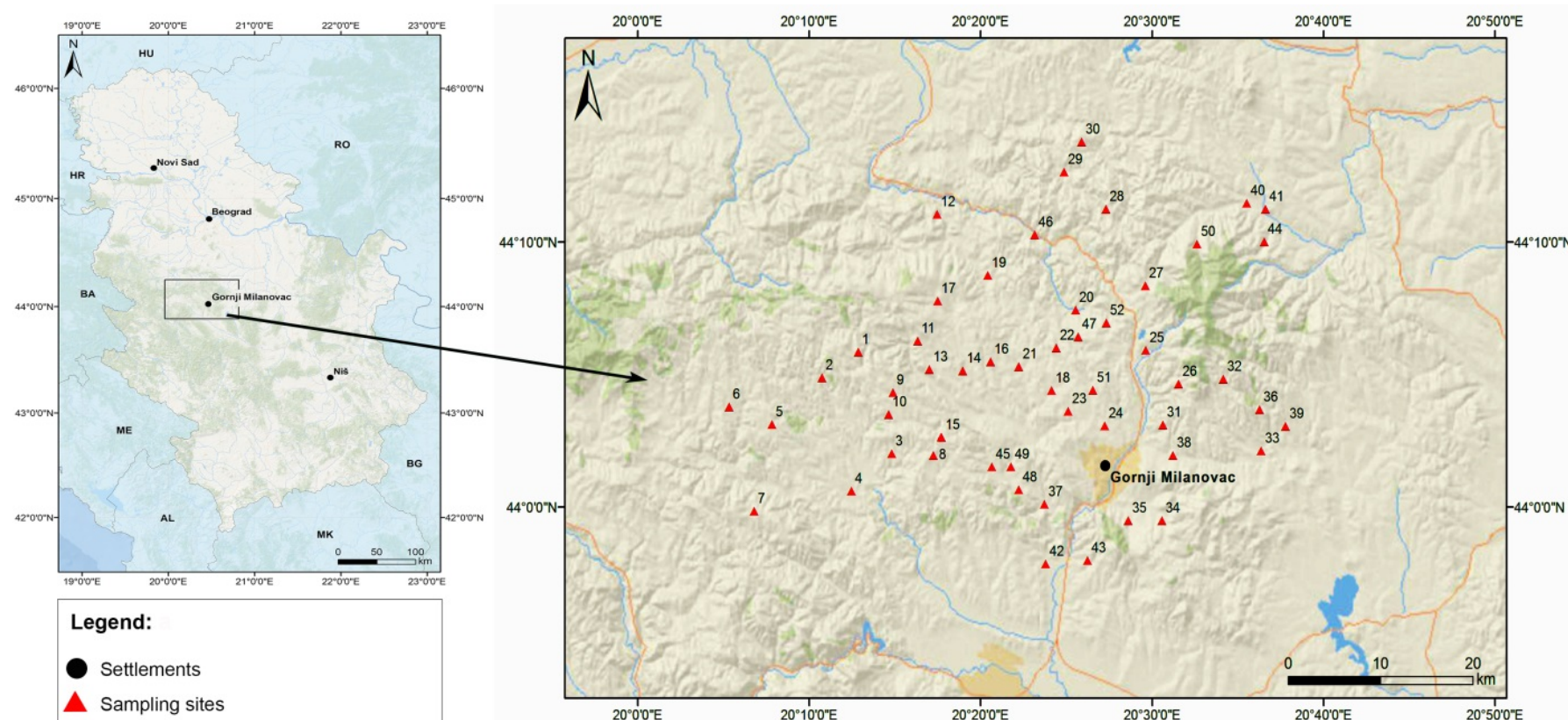
**Tabela 2.** Istraživani lokaliteti/sela na području rudničko-takovskog kraja i njihova GPS lokacija.

Lokalitet	Opština	GPS lokacija	
		SGŠ	IGD
1. Brajčići	Gornji Milanovac	44°05'51"	20°12'51"
2. Koštunići	Gornji Milanovac	44°04'53"	20°10'44"
3. Leušići	Gornji Milanovac	44°02'01"	20°14'48"
4. Pranjani	Gornji Milanovac	44°00'36"	20°12'27"
5. Družetići	Gornji Milanovac	44°03'07"	20°07'49"
6. Bogdanica	Gornji Milanovac	44°03'47"	20°05'19"
7. Gojna Gora	Gornji Milanovac	43°59'50"	20°06'47"
8. Srezojevci	Gornji Milanovac	44°01'57"	20°17'14"
9. Teočin	Gornji Milanovac	44°04'19"	20°14'53"
10. Brezna	Gornji Milanovac	44°03'30"	20°14'37"
11. Gornji Banjani	Gornji Milanovac	44°06'16"	20°16'19"
12. Donji Banjani	Gornji Milanovac	44°11'03"	20°17'27"
13. Lozanj	Gornji Milanovac	44°05'12"	20°17'00"
14. Ozrem	Gornji Milanovac	44°05'09"	20°18'57"
15. Beršići	Gornji Milanovac	44°02'38"	20°17'43"
16. Donji Branetići	Gornji Milanovac	44°05'29"	20°20'34"
17. Gornji Branetići	Gornji Milanovac	44°07'47"	20°17'29"
18. Kalimanići	Gornji Milanovac	44°04'24"	20°24'08"
19. Boljkovac	Gornji Milanovac	44°08'45"	20°20'25"
20. Cerova	Gornji Milanovac	44°07'26"	20°25'32"
21. Vrnčani	Gornji Milanovac	44°05'18"	20°22'13"
22. Nakučani	Gornji Milanovac	44°06'01"	20°24'24"
23. Klatičevo	Gornji Milanovac	44°03'37"	20°25'06"



24. Velereč	Gornji Milanovac	44°03'04"	20°27'14"
25. Majdan	Gornji Milanovac	44°05'55"	20°29'38"
26. Svračkovci	Gornji Milanovac	44°04'39"	20°31'33"
27. Rudnik	Gornji Milanovac	44°08'21"	20°29'36"
28. Varnice	Gornji Milanovac	44°11'15"	20°27'18"
29. Trudelj	Gornji Milanovac	44°12'39"	20°24'52"
30. Dragolj	Gornji Milanovac	44°13'47"	20°25'53"
31. Nevade	Gornji Milanovac	44°03'06"	20°30'38"
32. Gornja Crnuća	Gornji Milanovac	44°04'50"	20°34'09"
33. Donja Crnuća	Gornji Milanovac	44°02'07"	20°36'22"
34. Jablanica	Gornji Milanovac	43°59'29"	20°30'34"
35. Lunjevica	Gornji Milanovac	43°59'29"	20°28'36"
36. Vračevšnica	Gornji Milanovac	44°03'41"	20°36'16"
37. Smedraž	Gornji Milanovac	44°00'06"	20°23'43"
38. Grabovica	Gornji Milanovac	44°01'57"	20°31'13"
39. Prnjavor	Gornji Milanovac	44°03'03"	20°13'47"
40. Gornja Šatornja	Gornji Milanovac	44°11'28"	20°35'31"
41. Donja Šatornja	Gornji Milanovac	44°11'15"	20°36'37"
42. Brđani	Gornji Milanovac	43°57'50"	20°23'47"
43. Prislonica	Čačak	43°57'58"	20°26'14"
44. Blaznava	Topola	44°10'01"	20°36'32"
45. Drenova	Gornji Milanovac	44°01'31"	20°20'39"
46. Ugrinovci	Gornji Milanovac	44°10'17"	20°23'09"
47. Šilopaj	Gornji Milanovac	44°06'26"	20°25'41"
48. Šarani	Gornji Milanovac	43°00'39"	20°22'13"
49. Savinac	Gornji Milanovac	44°01'31"	20°21'46"
50. Jarmenovci	Gornji Milanovac	44°09'56"	20°32'37"

51. Ljutovnica	Gornji Milanovac	44°04'25"	20°26'33"
52. Mutanj	Gornji Milanovac	44°06'57"	20°27'19"



**Slika 20.** Istraživani lokaliteti/sela na području rudničko-takovskog kraja i njihova geografska lokacija. Sela: 1. Brajići, 2. Koštunići, 3. Leušići, 4. Pranjani, 5. Družetići, 6. Bogdanica, 7. Gojna Gora, 8. Srezojevci, 9. Teočin, 10. Brezna, 11. Gornji Banjani, 12. Donji Banjani, 13. Lozanj, 14. Ozrem, 15. Beršići, 16. Donji Branetići, 17. Gornji Branetići, 18. Kalimanići, 19. Boljkovac, 20. Cerova, 21. Vrnčani, 22. Nakučani, 23. Klatičevo, 24. Velereč, 25. Majdan, 26. Svrackovci, 27. Rudnik, 28. Varnice, 29. Trudelj, 30. Dragolj, 31. Nevade, 32. Gornja Crnuća, 33. Donja Crnuća, 34. Jablanica, 35. Lunjevica, 36. Vračevšnica, 37. Semedraž, 38. Grabovica, 39. Prnjavor, 40. Gornja Šatornja, 41. Donja Šatornja, 42. Brđani, 43. Prislonica, 44. Blaznava, 45. Drenova, 46. Ugrinovci, 47. Šilopaj, 48. Šarani, 49. Savinac, 50. Jarmenovci, 51. Ljutovnica, 52. Mutanj

### 3.2.2. Područje jugozapadne Srbije – srednje i donje Polimlje

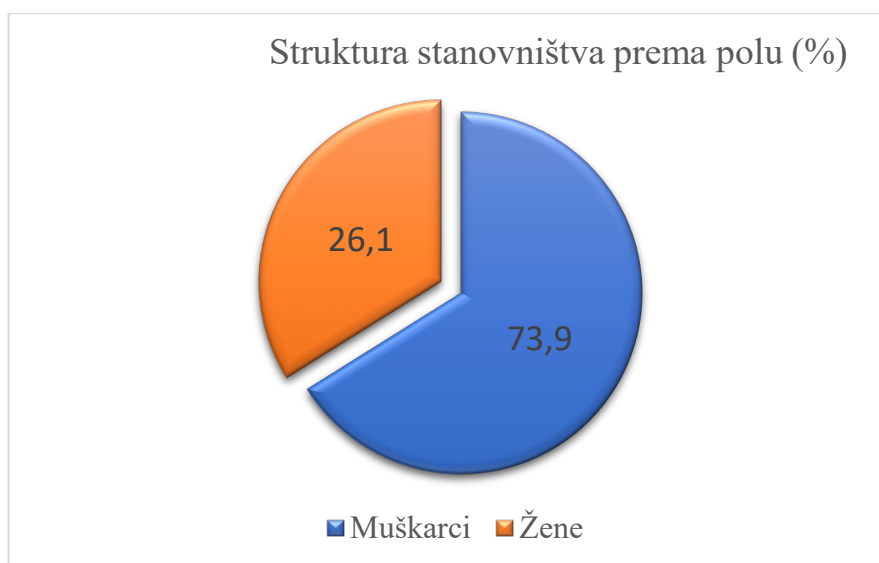
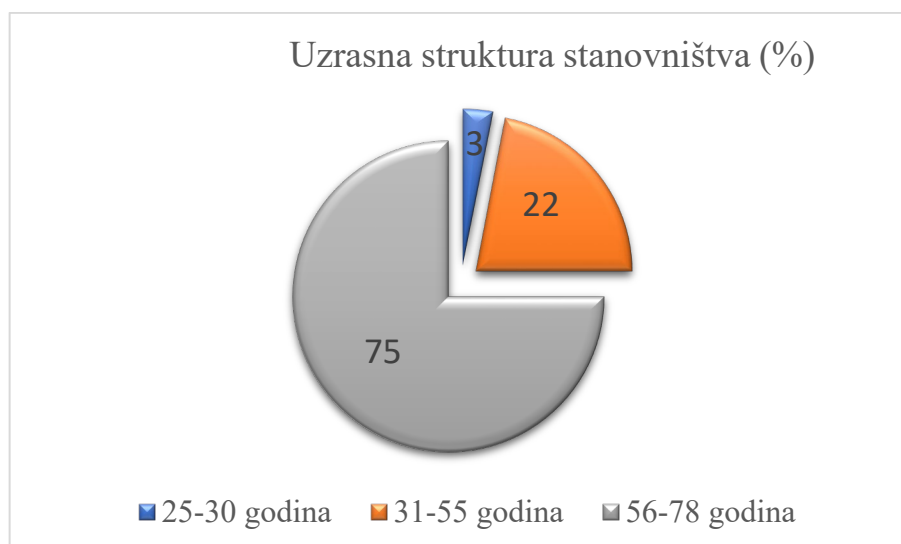
Etnobotanička istraživanja na području jugozapadne Srbije su sprovedena tokom vegetacione sezone, od juna do oktobra, u periodu od 2015. do 2017. godine. Otvoreni i polustrukturirani intervjui (Weckerle i sar., 2018) obavljani su sa 46 osoba (34 muškarca i 12 žena) (**Grafikon 4**), od kojih je 3% starosti između 25 i 30 godina, 22% između 30 i 55 godina i 75% ispitanika su bili starosti između 55 i 78 godina (**Tabela 3, Grafikon 5**). Svi učesnici intervjua su rođeni ili su živeli na ovom području najmanje 25 godina. Svaki intervju je trajao 60-90 min. Ispitanici su se pretežno bavili poljoprivredom (stariji učesnici intervjua), dok su mlađi učesnici intervjua bili zaposleni u obližnjim gradovima (prodaja, vožnja kamiona i transport, zanatstvo, školstvo, državna služba itd.), a voćarstvom su se dodatno bavili. U svakom selu su se nalazili meštani koji su uzgajali voće, posedovali tradicionalna znanja i koji su bili voljni za razgovor i za učešće u intervjuima.



Istraživanje je obavljeno na teritoriji 23 sela (površine oko 100 km<sup>2</sup>) u tri opštine: Priboj (Pribojske čelice, Kučin, Kalafati, Pribojska Banja, Čitluk, Crnuzi, Mažići, Kratovo, Dobrilovići, Jelača, Rača); Prijepolje (Zalug, Peseljak, Rasno, Mileševo, Ivanje, Hisardžik) i Nova Varoš (Brdo, Akmačići, Drmanovići, Aljinovići, Bistrica) (**Tabela 4, Slika 17**). Sela su se nalazila na nadmorskim visinama od 600 do 1500 m.n.v.

**Tabela 3.** Demografska struktura učesnika intervjua na području srednjeg i donjeg Polimlja: starost i pol

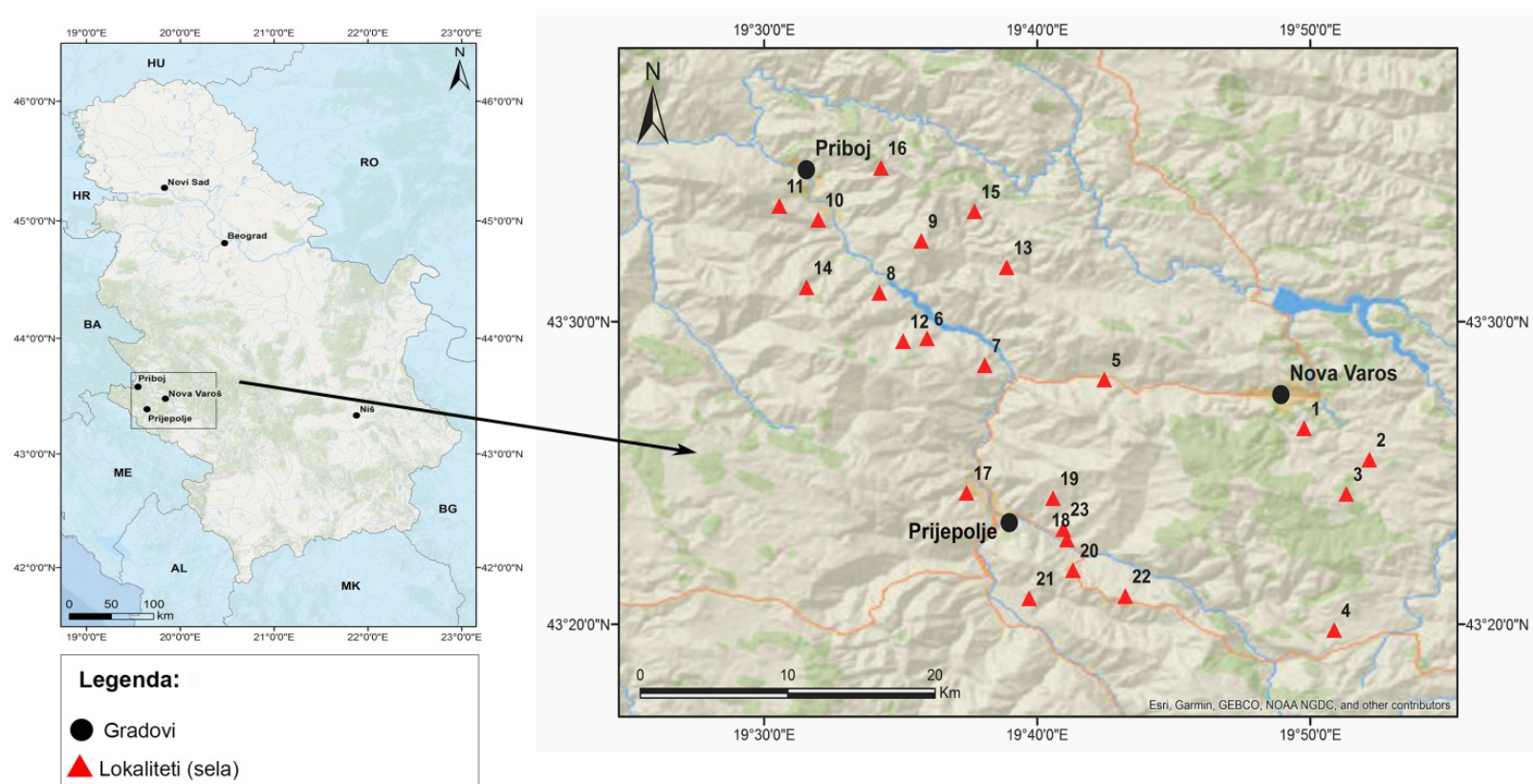
Učesnici	25-30 godina	30-55 godina	55-78 godina	Ukupno	%
Ukupno učesnika	2	12	32	46	/
%	3	22	75	100	/
Muškarci	2	10	22	34	73,9
Žene	0	2	10	12	26,1

**Grafikon 4.** Demografska struktura učesnika etnobotaničkog istraživanja na području srednjeg i donjeg Polimlja u odnosu na pol.**Grafikon 5.** Demografska struktura učesnika etnobotaničkog istraživanja na području srednjeg i donjeg Polimlja u odnosu na uzrast.



**Tabela 4.** Istraživani lokaliteti/sela na području srednjeg i donjeg Polimlja i njihova GPS lokacija.

Lokalitet	Opština	GPS lokacija	
		SGŠ	IGD
1. Brdo	Nova Varoš	43°26'28.6"	19°49'46.4"
2. Akmačići	Nova Varoš	43°41'57.2"	19°41'43.4"
3. Drmanovići	Nova Varoš	43°24'18.5"	19°51'18.9"
4. Aljinovići	Nova Varoš	43°19'48.7"	19°50'52.4"
5. Bistrica	Nova Varoš	43°28'05.1"	19°42'27.6"
6. Pribojske čelice	Priboj	43°29'26.8"	19°39'35.8"
7. Kučin	Priboj	43°28'33.6"	19°38'04.7"
8. Kalafati	Priboj	43°30'57.0"	19°34'13.1"
9. Pribojska Banja	Priboj	43°32'40.4"	19°35'45.3"
10. Čitluk	Priboj	43°33'22.2"	19°31'58.8"
11. Crnuzi	Priboj	43°33'49.5"	19°30'33.5"
12. Mažići	Priboj	43°29'21.4"	19°35'05.4"
13. Kratovo	Priboj	43°31'47.8"	19°38'52.9"
14. Dobrilovici	Priboj	43°31'07.9"	19°31'33.1"
15. Jelača	Priboj	43°33'38.9"	19°37'42.0"
16. Rača	Priboj	43°35'05.2"	19°34'16.8"
17. Zalug	Prijepolje	43°24'20.7"	19°37'24.5"
18. Peseljak	Prijepolje	43°22'47.9"	19°41'05.2"
19. Rasno	Prijepolje	43°24'09.9"	19°40'34.7"
20. Mileševo	Prijepolje	43°21'47.1"	19°41'18.6"
21. Ivanje	Prijepolje	43°20'51.6"	19°39'42.3"
22. Hisardžik	Prijepolje	43°20'55.9"	19°43'13.5"
23. Taševo	Prijepolje	43°23'08.9"	19°40'57.4"



**Slika 22.** Istraživani lokaliteti/sela u srednjem i donjem Polimlju i njihova geografska lokacija.

Sela: 1. Brdo, 2. Akmačići, 3. Drmanovići, 4. Aljinovići, 5. Bistrica, 6. Pribojske čelice, 7. Kučin, 8. Kalafati, 9. Pribojska Banja, 10. Čitluk, 11. Crnuzi, 12. Mažići, 13. Kratovo, 14. Dobrilovići, 15. Jelača, 16. Rača, 17. Zalug, 18. Peseljak, 19. Raso, 20. Mileševa, 21. Ivanje, 22. Hisardžik, 23. Taševo.

### 3.3. Etnobotaničke metode

Istraživanje je obavljano obilaskom lokaliteta istraživanih područja i neplaniranim razgovorom sa 85% ispitanika, dok je sa oko 15% ispitanika intervju bio unapred dogovaran (uglavnom preko poznanika ili prijatelja). Otvoreni i polu-strukturirani intervjui su obavljeni usmeno, uz obostrano upoznavanje i opisivanje značaja istraživanja od strane ispitivača, kao i predstavljanja svrhe istraživanja u koju će ono biti upotrebljeno. Učesnici u intervjuima dali su svoj usmeni pristanak za dobrovoljno učešće u intervjuu, tako da su sva istraživanja obavljena u skladu sa Etičkim kodeksom Međunarodnog udruženja etnobiologa (*ISE - International Society of Ethnobiology*) (Izvor 32)<sup>32</sup>.

Odgovori ispitanika su bili opširni. Pitanja su bila prethodno formulisana i postavljena usmeno, u vidu neformalnog razgovora, sa obaveznim pitanjem o navođenju starih i tradicionalnih sorti koje se uzgajaju, starosti stabla, poreklu sadnice, ishrani, upotrebnoj vrednosti i preradi u proizvode, kao i iskorišćenosti. Jedno od pitanja se odnosilo i na otpornost sorti krušaka na štetočine i bolesti, zatim upotrebu agrotehničkih mera, kao i na planove za dalji uzgoj (da li će vlasnik zadržati stablo određene sorte itd.). Poseban deo upitnika bio je posvećen upotrebi sorti krušaka u etnomedicini, odnosno načinu na koji se koriste za rešavanje određenih zdravstvenih problema o korišćenim delovima biljaka, načinima pripreme i primene. Ispitanici su zamoljeni da kažu svoje godište i zanimanje (poljoprivreda, trgovina i dr.), a drugi lični podaci nisu uzimani.

Uzorci grančica, cvetova i listova su uzimani i deponovani u herbarijum Zbirke voća u Prirodnjačkom muzeju u Beogradu (BEO 582.634.1). Habitusi stabala krušaka i dostupni plodovi krušaka u fazi zrenja su fotografisani (elektronska fotografija, Olympus 7070 Wide Zoom), a pojedini plodovi su crtani rukom (u nedostatku fotografija), ukoliko stablo nije dovoljno rodilo ili je bilo van perioda zrenja. Razgovori sa pojedinim učesnicima su snimani diktafonom i beleženi su u svesku. Plodovi su uzimani u fazi fiziološke zrelosti, i istog ili sledećeg dana su zamrzavani na -20 °C, kako bi bili sačuvani za dalja istraživanja, a odmrzavani su po potrebi na sobnoj temperaturi.

---

<sup>32</sup> <https://www.ethnobiology.net/what-we-do/core-programs/ise-ethics-program/code-of-ethics/code-in-english/> 104, pristupljeno 12. 9. 2021.

### 3.4. Biljni materijal

U ovoj disertaciji analizirani su plodovi 24 različitih uzoraka (sorte, vrste) krušaka sa područja Srbije, i to: uzorci plodova 23 sorte krušaka, i uzorci evropske kruške (*P. communis* L.). Među njima je 10 autohtonih sorti krušaka sa područja Srbije i 13 komercijalnih sorti (poznatog porekla), iz rasadničke proizvodnje. Pregled lokaliteta je prikazan u **Tabeli 5**.

- Plodovi evropske kruške (*P. communis*) su uzorkovani sa lokaliteta Polimlje (43°34'53" SGŠ; 19°31'35" IGD) krajem avgusta 2015. godine;
- Uzorci plodova autohtonih sorti: Jagodarka, Vidovača, Ječmenjača, Ilinjača, Lubeničarka, Karamanka, Jeribasma, Takiša, Lončara i Arapka sakupljeni su na lokalitetima rudničko-takovskog kraja (Šumadija), u fiziološkoj zrelosti ploda, u okviru domaćinstava koja se bave organskom poljoprivredom u periodu jun – septembar 2015-2017;
- Uzorci plodovi odabranih komercijalnih sorti: Junska lepotica, Kaluđerka i Viljamovka su kupljeni na lokalnoj pijaci u Beogradu (Kalenić), u periodu jun – avgust 2016. godine;
- Uzorci plodovi odabranih komercijalnih sorti: Kifer, Hardepont, Konferans, Pakams trijumf, Boskova bočica, Kleržo, Krasanka, Abate Fetel, General Lekler i Društvenka su dobijeni iz kolekcionog zasada Instituta za voćarstvo u Čačku, septembra 2014. godine.

Osim plodova, sa navedenih lokaliteta su uzorkovane i grančice i listovi. Biljni materijal je determinisan od strane stručnjaka Poljoprivrednog fakulteta Univerziteta u Beogradu. Materijal je obeležen, herbarizovan i deponovan u Zbirci voća u Prirodnjačkom muzeju u Beogradu.

Uzorkovan biljni materijal je analiziran na Katedri za morfologiju i sistematiku biljaka Instituta za botaniku i Botaničke bašte „Jevremovac“ Biološkog fakulteta Univerziteta u Beogradu, na Hemijskom fakultetu Univerziteta u Beogradu, na Poljoprivrednom fakultetu Univerziteta u Beogradu, na Departmanu za biologiju i ekologiju Univerziteta u Kragujevcu, u Prirodnjačkom muzeju u Beogradu i na Institutu za proučavanje lekovitog bilja „Dr Josif Pančić“ u Beogradu.

**Tabela 5:** Uzorci biljnog materijala i period prikupljanja.

Vrsta / sorta	Oblast / lokalitet	Koordinate		Period prikupljanja	Godina uzorkovanja ploda
		Geografska dužina	Geografska širina		
<i>P. communis</i> L.	Polimlje	43°34'53" SGŠ	19°31'35" IGD	Avgust	2015
Jagodarka Vidovača Ječmenjača Ilinjača Lubeničarka Karamanka Jeribasma Takiša Lončara Arapka	Rudničko- takovski kraj (Šumadija)	Navedeno u Tabeli 1	Navedeno u Tabeli 1	Jun - Avgust	2015 2016 2017
Junska lepotica Kaluderka Viljamovka	Beograd (pijaca Kalenić)	44°49'14" SGŠ	20°27'44" IGD	Jun - Avgust	2016
Kifer Hardepont Konferans Pakams trijumf Boskova bočica Kleržo Krasanka AbateFetel General Lekler Društvenka	Čačak (Ogledno dobro Instituta za voćarstvo)	43°53'17" SGŠ	20°20'35" IGD	Septembar	2014



### 3.5. Hemikalije i reagensi

Destilovana voda, vodonik peroksid, metanol, etanol, amilalkohol, natrijum hidroksid, glacialna sirćetna kiselina, koncentrovana azotna kiselina, heksan, dihlorometan, hloroform, etil acetat i formaldehid nabavljeni su od Zorka Pharma, Šabac (Srbija). Askorbinska kiselina, galna kiselina, kvercetin, 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH), 2(3)-t-butil-4- hidroksianizol (BHA), 3,5-di-tert-butil-4-hidroksitoluen (BHT), 2,2'-azino-bis-3-etilbenzotiazolin-6-sulfonska kiselina (ABTS), 2,4,6-tripiridil-striazin (TPTZ), kalijum-acetat ( $C_2H_3KO_2$ ), kalijum-persulfat ( $K_2S_2O_8$ ), dimetilsulfoksid (DMSO), anhidrovani natrijum-karbonat ( $Na_2CO_3$ ), aluminijum-nitrat nonahidrat ( $Al(NO_3)_3 \times 9H_2O$ ), natrijum-acetat ( $C_2H_3NaO_2$ ), gvožđe(III)-hlorid ( $FeCl_3$ ), gvožđe(II)- sulfat heptahidrat ( $FeSO_4 \times 7H_2O$ ),  $\beta$ -karoten, Folin-Ciocalteu fenolni reagens, monobazni natrijum-fosfat ( $NaH_2PO_4$ ), dibazni natrijum-fosfat ( $Na_2HPO_4$ ), 5,5'-ditiobis (2- nitrobenzojeva kiselina) (DTNB), acetilholinesteraza izolovana iz *Electrophorus electricus* (AChE), acetilholin-jodid, galantamin-hidrobromid iz *Lycoris* sp., kojična kiselina, tirozinaza izolovana iz gljiva, 3,4-dihidroksi-L-fenilalanin (L-DOPA), Tris (2- Amino-2-(hidroksimethyl)-1,3-propanediol) kupljeni su od Sigma Chemicals Co. (SAD). Akarboza, dinatrijum hidrogen fosfat dodekahidrat, Lugolov rastvor, pNPG (4-nitrophenyl  $\beta$ -D-glucopyranoside), kalijum dihidrogen fosfat, anhidrovani natrijum karbonat, natrijum hlorid, monobazni natrijum fosfat dihidrat,  $\alpha$ -amilaza,  $\alpha$ -glukozidaza (iz *Saccharomyces cerevisiae*) type I,  $\beta$ -karoten, rutin hidrat, hlorogenska kiselina, hiperozid, arbutin, izokvercitrin, procijanidin B1 i procijanidin B2 kupljeni su od proizvođača Sigma Aldrich (St. Louis, MO, USA). Kvercitrin je nabavljen od Extrasynthese (Genay, France). Mravlja kiselina, acetonitrile, standardi glukoze i fruktoze nabavljeni su od proizvođača Sigma Aldrich (Steinheim, Germany). Dejonizovana voda proizvedena je korišćenjem MilliQ sistema (Millipore, Bedford, MA, USA). Dulboko modifikovani Eagle Medium (DMEM) je dobijen od GIPCO, Invitrogen, USA. Fetalni goveđi serum (FBS) i tripsin EDTA su od proizvođača PAA (The Cell Culture Company, Pasching, Austrija). Linoleinska kiselina i Tween 40 su od proizvođača Acros Organics, Belgija. 1% rastvor skroba je nabavljen od Carl Roth, Nemačka, dok 3-[4,5-dimetiltiazol-2-yl]-2,5-difeniltetrazolium bromid (MTT) nabavljeni su od SERVA, Nemačka. Natrijum fericijanid (III), trihloracetilna kiselina, penicilin i streptomycin su nabavljeni od Superlab, Srbija, a hloroform i hidrohlorna kiselina od Zorka Pharma, Srbija.

### 3.6. Mikromorfološka analiza sklereida skenirajućom elektronskom mikroskopijom

Sklereidi su izolovani iz zamrznutih plodova odabranih sorti krušaka. Prema modifikovanoj metodi Sinclair (1976) meso ploda je odvojeno od kore, isečeno na kockice (20 g), zatim je naliveno sa 100 mL destilovane vode u staklenom sudu, i putem štapnog blendera (Bosh) homogenizovano 2 min. U staklenu posudu je naliveno još 200 mL destilovane vode i ostavljeno je da stoji oko 30 min. Nataloženi sklereidi na dnu posude odvojeni su višestrukim ispiranjem mešavinom destilovane vode i 96% etanola (50:50), a zatim i filtracijom kroz filter papir. Uzorci na filter papiru su osušeni u rerni na 30 °C. Uzorci osušenog materijala na kojima se jasno uočavaju klasteri sklereida postavljeni su na nosače i učvršćeni dvostrano-lepljivom trakom, a zatim napareni slojem zlata u BALTEC SCD 005 uređaju, u toku trajanja naparavanja od 100 sekundi i strujom naparavanja 30 mA. Uzorci su zatim posmatrani i snimani skening elektronskim mikroskopom JEOL JSM 6390W na Poljoprivrednom fakultetu Univerziteta u Beogradu, nakon čega su fotografije dalje analizirane.

### 3.7. Standardne fizičko-hemijske analize ploda

Fizičko-hemijska analiza plodova krušaka (pH, kiselost u odnosu na kiselinu, voda i suva supstanca, određivanje pepela, celuloze, pektina, lipida, vitamina C, kao i mikroanaliza elemenata) rađena je od zamrznutih celih plodova odabranih sorti krušaka, odleđenih za tu namenu neposredno pre analiza. Fizičko-hemijska analiza rađena je na Hemijskom fakultetu Univerziteta u Beogradu, a mikroanaliza uzoraka je rađena u Centru za instrumentalnu analizu Hemijskog fakulteta u Beogradu.

- Određivanje pH uzoraka

pH-metar (Viking PHBA) je kalibrisan na sobnoj temperaturi na pH vrednost 7,0. Odmereno je 20 ml homogenizata ploda kruške u laboratorijsku čašu, a zatim je u homogenizat uronjena elektroda pH metra, i očitana je Ph vrednost. Između svakog merenja elektroda je ispirana destilovanom vodom, a očitane vrednosti su zabeležene.

- Određivanje kiselosti u odnosu na kiselinu

Odmereno je 10 mL homogenizata kruške, prebačeno u čašu od 100 cm<sup>3</sup> i zagrevano do ključanja. Uzorak je proceđen kroz kvalitativni filter papir, ohlađen dodatkom 20 mL zaalkalisane demineralizovane vode i titrovan sa standardnim rastvorom 0,1 N NaOH do pH=8,1. Kiselost je izračunata na osnovu formule:

$$\text{Kiselost} = \frac{V_{\text{NaOH}} \text{ utrošenog za titraciju} \times k \times 100}{\text{odmerena količina ispitivanog uzorka}} \left[ \frac{\text{g}}{100 \text{ mL}} \right]$$

k za jabučnu kiselinu je 0,0067.

- Određivanje sadržaja vode i suve supstance

Odmereno je 10 g uzorka na analitičkoj vagi. Pre dodavanja uzorka, vegeglasi su ustaljeni na 105 °C do konstantne mase. Sadržaj vode određen je sušenjem uzorka na 105 °C tokom noći. Vegeglasi su ohlađeni u eksikatoru i izmereni na analitičkoj vagi. Sadržaj vode je izračunat na osnovu formule:

$$\text{Sadržaj vode [\%]} = \frac{\text{razlika u masi vegeglasa sa uzorkom pre i posle sušenja [g]} \times 100}{\text{odmerena masa uzorka [g]}}$$

- Određivanje sadržaja pepela

Pre upotrebe tiglovi su ustaljeni na 550 °C, a zatim su ohlađeni u eksikatoru i nakon toga odmereni na analitičkoj vagi. Zatim je u tiglove dodata suva supstanca, nakon čega su tiglovi zagrevani plamenikom do prestanka izdvajanja belih para (uklanjanje vode iz uzorka). Pepeo koji je bio crne boje (koja potiče od organskih materija u uzorku) žaren je na 550 °C tokom noći i dobijen je pepeo bele boje koja potiče od mineralnih materija u uzorku, jer su sve organske materije napustile sistem u vidu CO<sub>2</sub> i H<sub>2</sub>O tokom žarenja. Sadržaj pepela je izračunat na osnovu formule:

$$\text{Sadržaj pepela [\%]} = \frac{\text{masa pepela [g]} \times 100}{\text{odmerena masa uzorka [g]}}$$

- Određivanje sadržaja celuloze

Na analitičkoj vagi je odmereno 5 g homogenata svake od analiziranih sorti krušaka i dodato je 125 mL rastvora za celulozu. U slučaju stvaranja pene dodato je po par kapi amilalkohola. Uzorci su hidrolizovani u balonu sa kuglastim kondenzatorom, nakon čega su vrući filtrirani kroz gučeve. Zatim je talog ispiran vrućim reagensom za celulozu (smeša 80% sirćetne i koncentrovane azotne kiseline, 10:1(v/v), vrućom demineralizovanom vodom i etanolom. Nakon toga su gučevi isprani etrom i sušeni na 105 °C preko noći, hlađeni u eksikatoru 45 min i mereni. Kako su u ovu masu uključeni i minerali vezani za polisaharide, ova masa je korigovana na osnovu mase pepela. Sadržaj celuloze je izračunat na osnovu formule:

$$\text{Sadržaj celuloze [\%]} = \frac{\text{izmerena masa celuloze [g]} \times 100}{\text{odmerena masa uzorka uzetog za analizu [g]}}$$

- Određivanje sadržaja pektina

Na analitičkoj vagi odmereno je 10 g uzorka. Dodato je 50 mL destilovane vode i rastvor je neutralisan do pH 8,1 pomoću 0,1 M NaOH (praćenje promene pH uz indikatorske tračice i fenolftaleina). Dalje je dodato 5 mL 10% rastvora HCl i dopunjeno destilovanom vodom do 100 mL. Zatim je u kapima dodato 200 mL 96% etanola uz konstantno mešanje. Jasno su se izdvajali končasti pektin kao i sklereidi (žute boje) na dnu erlenmajera. Erlenmajeri su ostavljeni preko noći i zatim je talog filtriran na guču i dalje ispran 3 puta smešom destilovana voda: etanol (1:2), a potom 96% etanolom. Talog je rastvoren u toploj vodi do 200 mL i dodato je 150 mL 0.2 M NaOH. Inkubirano na sobnoj temperaturi 1 h, kako bi uronske kiseline nagradile soli sa jonima natrijuma. Zatim je dodato 60 mL 1 M sirćetne kiseline (protonovanje COO<sup>-</sup> do COOH). Par minuta kasnije je dodato 25 mL 0.1 M CaCl<sub>2</sub>, a zatim 25 mL 2 M CaCl<sub>2</sub> u kapima. Dalje je talog spran u čašu sa 100-200 mL destilovane vode, prokuvan i filtriran kroz guč. Na guču je talog ispran 3 puta toplom vodom, 3 puta 96% etanolom i 2 puta etrom. Talog je sušen na 105 °C i odmerena je masa. Sadržaj pektina je izračunat na osnovu formule:

$$\text{Sadržaj pektina [\%]} = \frac{\text{masa Ca – pektata [g]} \times 100}{\text{ukupna masa uzorka [g]}}$$

- Određivanje sadržaja lipida

Lipidi su određeni nakon ekstrakcije iz suve supstance prema Sokslet metodi (Sohxlet, 1879). Dalje je dodato 50 mL koncentrovane HCl i 100 mL destilovane vode. Smeša je zagrevana 15 minuta na ključalom vodenom kupatilu, a zatim 40 minuta na rešou. Smeša je zatim procedena i isprana toplom destilovanom vodom. Filter papir sa talogom sušen je na 105°C u trajanju od 2 h.

Zatim je suv talog sa filter papirom prebačen u čauru za Sokslet-ov aparat, a zatim ekstrahovan etrom 1 h od ključanja rastvarača. Nakon toga je rastvarač uparen do suva u prethodno izmerenim balonima od 50 mL. Sadržaj lipida je izračunat po formuli:

$$\text{Sadržaj lipida [\%]} = \frac{(m \text{ balona sa lipidima} - m \text{ praznog balona}) \times 100}{\text{odmerena masa uzorka [g]}}$$

- Određivanje sadržaja proteina

Za određivanje proteina korišćena je metoda po Kjeldahlu (1883). Odmereno je 2 g homogenizata i preneto se u Kjeldal-tikvicu. Dodato se 25 mL koncentrovane sumporne kiseline i sadržaj je pažljivo promešan. Tikvica je pokrivena staklenim zatvaračem i postepeno zagrevana do pojave bistro plavo-zelenog rastvora. Nakon hlađenja u sadržaj tikvice je dodata destilovana voda do 250 mL. Za destilaciju je korišćen aparat po Parnas-Vagneru, u koji se, putem staklenog levka dodaje 10 mL dobijenog rastvora, jedna kap rastvora fenolftaleina i 10 mL 30% rastvora natrijum hidroksida, a zatim je uključena cev za dovod vodene pare. Ispod hladnjaka je postavljen erlenmajer zapremine 100 mL, u koju je dodato 20 mL rastvora HCl i 0,5 mL indikatora po Taširu. Destilacija se obavlja 5-8 min, a po završetku se tikvica skida sa stalka i odmah titruje 30% rastvorom NaOH do promene boje iz ljubičaste u zelenu. Na isti način je titrovana i slepa proba sa 10 mL destilovane vode. Izračunavanje se vrši prema formuli

$$\text{Sadržaj azota [\%]} = (a-b) \times 0,14 \times 100 \times F/c \times 1000$$

pri čemu je: a - zapremina natrijum-hidroksida= 0,01 mol/L koja je utrošena za titraciju slepe probe, u mL; b - zapremina natrijum-hidroksida= 0,01 mol/L koja je utrošena za titraciju glavne probe, u mL; c – masa uzorka u alikvotnom delu rastvora koji je iskorišćen u finalnom postupku, u g; F – faktor korekcije koncentracije belančevine (%) = azot %  $\times$  6,25. Proteini se izračunavaju preko azota, gde je 6,25 faktor za preračunavanje azota u belančevine.

- Određivanje ugljenih hidrata, glukoze i fruktoze

Ugljeni hidrati su određeni tečnom HPLC hromatografijom (Agilent 1200 Series HPLC (Agilent Technologies, Palo Alto, CA, USA). Korišćeni su standardi glukoze i fruktoze (Sigma-Aldrich) od kojih su napravljeni rastvori (konc. 1,0; 2,5; 5,0 i 10,0 mg/mL) za ispitivanje kvantifikacije, kao i rastvori za kalibracionu krivu. Uzorci ploda kruške su homogenizovani i razblaženi destilovanom vodom 10 puta. Svi uzorci ploda su filtrirani kroz filter papir (Wathman 42), a zatim i putem membranskog filtera, a nakon toga injektovani u HPLC sistem. Ukupno vreme hromatografije je bilo 15 min, a obrada podataka je rađena Clarify softverom.

- Određivanje sadržaja vitamina C

Standard askorbinske kiseline 1 mg/mL pripremljen je svež u 10% sirćetnoj kiselini. Tilmansov reagens (TR) je napravljen na sledeći način: izmeriti 0.25 g 2,6-dihlorofenolindofenola i rastvoreno je se u 250 mL tople destilovane vode, koja sadrži 0.21 g NaHCO<sub>3</sub>. Rastvor je dobro promešan dok rastvaranja boje, zatim je ohlađen na sobnoj temperaturi i dopunjen sveže destilovanom vodom do 1 L. Profiltriran je kroz nabrani filter papir i čuvan u tamnoj boci. Standard je pripremljen tako što je 2 mL standarda pomešano sa 5 mL 10% sirćetne i titrovano sa TR do pojave slabe, ali vidljive ružičaste boje, na osnovu čega se određuje titar TR, tj. koncentracija vitamina C u uzorcima. Slepa proba je određena tako što se 7 mL 10% sirćetne kiseline titruje sa TR do promene boje. Sadržaj vitamin C u uzorcima je određen tako što je pomešano 5 mL uzorka sa 5 mL 10% sirćetne kiseline,



nakon čega je smeša titrovana sa TR do pojave ružičaste boje. Završna tačka titracije smeše sa uzorkom je bila identična tački titracije čistog standarda.

- Određivanje sadržaja mineralnih materija

Sadržaj gvožđa u biološkom materijalu i prehrambenim proizvodima određuje se prema Mc Kenzie i sar. (1988). Količina uzorka za razlaganje se određuje na osnovu očekivane koncentracije, odnosno deklaracije, tako da bi koncentracija Fe koje se određuje atomskim apsorpcionim spektroskopom (PinAAcle900T) trebalo da bude 0,1-5,0 mg/L. Na vagi je odmereno 5 g uzorka i prebačeno u kivetu. Dodato je 30 mL koncentrovane azotne kiseline, poklopljeno i kada je prestalo penušanje zagrevano je u digestoru na 235 °C. Kada su prestali da se razvijaju mrki azotovi oksidi, rastvor je prohladen i ako nije bio bistar dodato je još 10 mL HNO<sub>3</sub>. Postupak je ponavljan sve dok rastvor nije postao bistar. Zatim je rastvor prohladen i dodavan je kap po kap vodonik-peroksida niz zidove kivete 2-5 mL. Potom je rastvor prokuvan, ohlađen i prenet u normalni sud od 100 mL, koji je dopunjen do crte. Gvožđe je određivano atomskim apsorpcionim spektroskopom (PinAAcle900T) u intervalu od 0,1-5,0 mg/L. Rezultat je izražen u mg Fe/100 g uzorka ili mg Fe/g uzorka.

- Određivanje sadržaja fosfora

Sadržaj fosfata se određuje iz pepela. U svaki uzorak je dodato 10 mL azotne kiseline razblažene 1:10, tako da se uzorci kvantitativno prenesu iz tigla u čaše. Zatim se zagreva na rešou do potpunog rastvaranja. U čaše se dodaje 1 M natrijum-bikarbonat tako da pH bude između 4.5 i 6.0 (mereno indikatorskim trakama). Dobijeni rastvor se prebacuje u normalni sud od 50 mL i dopunjava do crte. Zatim se koncentracija određuje kolorimetrom (dR300 Hach).

### 3.8. Priprema ekstrakata

Plodovi odabranih sorti krušaka su obeleženi, istog ili sledećeg dana zamrzavani celi na -20 °C, i čuvani u zamrzivaču do pravljenja ekstrakta. Od više zamrznutih plodova po sorti pravljeni su tri različita metanolna ekstrakta:

- ekstrakt pokožice
- ekstrakt mesa ploda i
- ekstrakt ploda zajedno sa pokožicom (pokožica+meso)

Za potrebe pripreme metanolnih ekstrakata korišćena je ekstrakcija u trajanju od 72 h, koja je izvedena u tri uzastopna koraka, gde se vrši ekstrakcija, a zatim i filtracija, sva tri puta istim rastvaračem, metanolom, na svakih 24 h, na istom polaznom biljnom materijalu (Alimpić i sar., 2017). Ekstrakcija je vršena u mraku, na sobnoj temperaturi. Plodovi su ljušteni u zamrznutom obliku (debljina pokožice okvirno 0,5 mm), i pokožica je ručno izgnječena u tigli; uzorci mesa ploda su sečeni na kockice (1 cm<sup>3</sup>) i homogenizovani u blenderu (Waring laboratory blender, No. 8010ES); a uzorci mesa i pokožice zajedno su sečeni na kockice i homogenizovani u blenderu. Tri uzorka svake odabrane kruške (homogenizovanapokožica; meso ploda; i homogenizovano meso ploda i pokožica zajedno), ekstrahovani su zasebno metanolom na sledeći način: 10 g pokožice ploda je preliveno sa 10 mL metanola; 30 g mesa ploda je preliveno 30 mL metanola i 30 g mesa i pokožice je preliveno sa 30 mL metanola, i ostavljeno je u mraku 24 h na sobnoj temperaturi. Mešavina biljnog materijala i metanola je izlagana ultrazvuku u ultrazvučnom kupatilu (1 h, 30 °C) pre filtriranja, nakon čega je mešavinaa procedena kroz filter papir (Whatman No.1), tečni ekstrakt je odvojen i sačuvan u frižideru, a polazni biljni materijal je podvrgnut još dva puta proceduri ekstrakcije, a zatim i filtracije, nakon 48 h i 72 h. Tečni ekstrakti dobijeni nakon 24 h, 48 h i 72 h su spojeni, a metanol je uklonjen uparavanjem pomoću rotacionog vakuum uparivača (Buchi rotavapor R-114). Nakon uparavanja,

dobijeni su ekstrakti konzistencije meda, koji su odloženi u tamne staklene bočice sa zatvaračem i čuvani u frižideru na 4 °C do sledećih eksperimenata. Prinos suvog ekstrakta je izračunat u odnosu na polaznu masu pada ili delova ploda za ekstrakciju, merenjem mase suvih ekstrakata nakon potpunog uparavanja metanola.

### 3.9. Određivanje ukupnog sadržaja fenola u ekstraktima

Prema proceduri Singleton i Rossi (1965) sa modifikacijama na osnovu Alimpić i sar. (2017), izvršeno je spektrofotometrijsko određivanje ukupnog sadržaja fenolnih jedinjenja u metanolnim ekstraktima. Reakciona smeša se sastojala od 0,2 mL ekstrakta u koncentraciji 1 mg/mL, 1 mL 10% Folin-Ciocalteu reagensa i 0,8 mL of 7,5% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. Epruveta sa reakcionom smešom je inkubirana 2 sata na sobnoj temperaturi u mraku. Destilovana voda je korišćena kao slepa proba umesto uzorka. Apsorbance uzorka su merene korišćenjem spektrofotometra JENWAY 6305UV/Vis na 740 nm. Kako bismo konstruisali kalibracionu krivu koristili smo galnu kiselinu koja je u destilovanoj vodi rastvorena u koncentracijama od 0,01 do 0,1 mg/mL, a sva merenja su rađena u triplikatu. Ukupan sadržaj fenolnih jedinjenja u ekstraktima izračunat je iz jednačine prave kalibracione krive za galnu kiselinu ( $y=7,063x-0,015$ ,  $R^2=0,999$ ), a izražen je u ekvivalentima galne kiseline po gramu suvog ekstrakta (mg GAE/g). Dobijene vrednosti su predstavljene kao srednja vrednost ± standardna devijacija.

### 3.10. Određivanje ukupnog sadržaja flavonoida u ekstraktima

Za određivanje ukupnog sadržaja flavonoida, pripremljena je reakciona smeša koja se sastojala od 1 mL ekstrakta u koncentraciji 1 mg/mL; 0,1 mL 10% Al(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub> × 9 H<sub>2</sub>O; 0,1 mL 1 M CH<sub>3</sub>COOK; i 4,1 mL of 80% etanola (prema Park i sar., 1997), sa neznatno modifikovanom procedurom Alimpić i sar. (2017). Za slepu probu korišćen je 96% etanol umesto uzorka. Za izradu kalibracione krive korišćen je rastvor kvercetina u 96% etanolu, napravljen u koncentracijama 0,01-0,1 mg/mL. Nakon 40 minuta inkubacije na sobnoj temperaturi očitavana je apsorbance na 415 nm pomoću spektrofotometra JENWAY 6305UV/Vis. Sadržaj flavonoida u ekstraktima je izračunat iz jednačine kalibracione krive za kvercetin ( $y=13,00x-0,019$ ,  $R^2=0,999$ ) i izražen u ekvivalentima kvercetina po gramu suvog ekstrakta (mg QE/g). Sva eksperimentalna merenja su izvršena u triplikatu, a rezultati su prezentovani kao srednja vrednost ± standardna devijacija.

### 3.11. HPLC analiza ekstrakata

Analiza fenolnih jedinjenja u testiranim uzorcima ekstrakata rađena je HPLC-DAD metodom (*High Performanse Liquid Chromatography*) upotrebom hromatografa Agilent 1200 Series (Agilent Technologies, Palo Alto, CA, USA) opremljenim sa Lichrospher® 100 RP 18e kolonom (velicina cestica 5 µm, 250×4 mm), i UV-DAD detektora (UV-Diode Array Detector), prema proceduri Veit i sar. (1995).

Fenolna jedinjenja u testiranim ekstraktima su određena poređenjem retencionih vremena i spektara apsorpcije u opsegu 200–400 nm nepoznatih pikova sa poznatim standardima u čistom obliku (arbutin, rutin, hlorogenska kiselina, izokvercitrin, kvercitrin, hiperozid, procijanidin B1, procijanidin B2), koji su injektovani pod istim uslovima kao i uzorci.

Mobilna faza A je bila mravlja kiselina u vodi (1%), a mobilna faza B je bio acetonitril. Injektirano je 30 µL uzorka, a protok je iznosio 1 mL/min sa sledecim programom gradijenta: 5-15% B 0-5 min, 15-20% B 5-8 min, 20% B 8-12 min, 20-30% B 12-15 min, 30% B 15-17 min, 30-35% B 17-20 min, 35% B 20-22 min, 35-100% B 22-25 min. Analize je trajala 25 min a temperatura kolone održavana je na 25 °C (Živković i sar., 2014). Uzorci su analizirani u triplikatu.

### 3.12. Određivanje antioksidativne aktivnosti

#### 3.12.1. DPPH test

DPPH (2,2- difenil-1-pikrilhidrazil) metoda je osnovna i široko korišćena metoda za procenu antioksidativne aktivnosti uzoraka. Ovom metodom se meri apsorbanca reakcione smeše testiranog uzorka nakon reakcije sa DPPH radikalom. DPPH je poznati "hvatač" (*scavenger*) drugih radikala. DPPH test se prati kolorimetrijski, vizuelno, promenom boje DPPH rastvora od tamno ljubičaste (DPPH radikal) do žute (redukovani DPPH), kada se neutralizuje (redukuje). Do žute boje dolazi u prisustvu antioksidanasa, koji deluju kao donori elektrona i prevode DPPH radikal u redukovani oblik. Test je izveden prema modifikovanoj proceduri koju je razvio Blois (1958).

Neposredno pre eksperimenta pripremljen je metanolni rastvor DPPH (40 µg/mL). Stokovi razblaženja ekstrakata pripremljeni su u metanolu u početnoj koncentraciji od 1 mg/mL. Ostala razblaženja dobijena su u finalnoj zapremini od 2000 µL reakcione smeše, i to mešanjem potrebne zapremine stok razblaženja ekstrakta sa radnim rastvorom DPPH. Metanol je korišćen kao slepa proba reagensa, dok je metanol sa rastvorom DPPH korišćen kao slepa proba uzorka.

Kao pozitivne kontrole korišćeni su referentni antioksidansi ili standardi: BHA, BHT i askorbinska kiselina. Sva merenjenja su rađena tri puta. Nakon inkubacije od 30 minuta u mraku na sobnoj temperaturi, merena je apsorbanca na 517 nm na spektrofotometru JENWAY 6305UV/Vis. Inhibicija DPPH radikala u prisustvu testiranog uzorka je izračunata po sledećoj formuli i izražena u procentima

$$(\%): (A_{sp}-A_{uz})/(A_{sp}) \times 100\%$$

gde je  $A_{sp}$  - apsorbanca slepe probe (bez uzorka), i  $A_{uz}$  - apsorbanca probe sa uzorkom različite koncentracije. DPPH aktivnost je izražena preko  $IC_{50}$  vrednost (µg/mL), koja predstavlja koncentraciju uzorka koja redukuje 50% početne koncentracije DPPH radikala, a izračunata je na osnovu jednačine krive apsorpcije, koja se dobija kao grafički prikaz zavisnosti inhibicije (%) od koncentracije ekstrakta (µg/mL).

#### 3.12.2. ABTS test

ABTS (2,2'-azino-bis (3-ethylbenzotiazolin-6-sulfuronska kiselina) test je izveden prema modifikovanoj proceduri koju su uspostavili Miller i sar. (1993). To je kolorimetrijski test koji se bazira na obezbojavanju ABTS rastvora u prisustvu antioksidanasa iz analiziranog uzorka. Antioksidansi predstavljaju donore elektrona i prevode ABTS+ katjon, koji je plavozelene boje, u neutralni, molekulski oblik, koji je bezbojan (Alimpić, 2016). Test se koristi za određivanje sposobnosti uklanjanja radikala pomoću polifenola. ABTS metoda je osetljivija od DPPH, jer se njome meri antioksidativni kapacitet uzorka koji potiče uglavnom od prisutnih fenolnih jedinjenja, uključujući flavonoide. ABTS se rastvara u organskim i vodenim rastvaračima, pa se široko primenjuje za testiranje antioksidativne aktivnosti uzoraka pripremljenih rastvaračima različite polarnosti. Apsorbanca se meri na 734 nm (Pisoschii i Negulescu, 2011). ABTS metoda je prvi put opisana 1993. godine (Pregiban, 2017).

Pre početka eksperimenta (12-16 sati), pripremljen je stok rastvor ABTS+ radikala (7 mM) rastvaranjem ABTS u 2,46 mM rastvora kalijum-persulfata. Neposredno pre eksperimenta, stok rastvor je razblažen destilovanom vodom, da se dobije apsorbanca radnog rastvora  $0,700 \pm 0,020$  na 734 nm. U 50 µL ekstrakta (1 mg/mL) ili rastvora standarda BHA i BHT (0,1 mg/mL) dodato je 2000 µL radnog rastvora ABTS+ i inkubirano je 30 minuta na 30 °C. Za slepu probu reagensa korišćena je destilovana voda. U slepu probu umesto uzorka dodato je 50 µL destilovane vode. Apsorbanca je merena na 734 nm pomoću spektrofotometra JENWAY 6305UV/Vis. ABTS aktivnost uzorka je

izračunata pomoću kalibracione krive askorbinske kiseline ( $y = -0,215x + 0,640$ ,  $R^2 = 0,999$ ) testirane u opsegu koncentracija (0-2 mg/L) i predstavljena je kao mg ekvivalenata askorbinske kiseline po gramu suvog ekstrakta (mg AAE/g). Svi uzorci i standardi su rađeni u triplikatu, a rezultati su predstavljeni kao srednja vrednost  $\pm$  standardna devijacija.

### 3.12.3. FRAP test

FRAP metodom (engl. *Ferric-Reducing Ability of Plasma*) meri se ukupni antioksidativni kapacitet uzorka, koji se procenjuje na osnovu redukcije kompleksa feri tripiridiltriazin (Fe (III)-TPTZ) do fero tripiridiltriazin (Fe (II)-TPTZ), u prisustvu uzorka na niskoj pH vredosti. Test je izveden po neznatno modifikovanoj originalnoj proceduri Benzie i Strain (1996), kao što je opisano ranije (Alimpić, 2016).

Benzie i Strain (1996) su dizajnirali metodu za merenje snage krvne plazme da redukuje gvožđe, a kasnije se počela koristiti za merenje redukujuće snage antioksidansa u biljnim ekstraktima. Metoda se temelji na redukciji kompleksa  $Fe^{3+}$  jona - TPTZ u  $Fe^{2+}$ -TPTZ u prisustvu antioksidansa, a reakcija se izvodi na niskoj pH da bi se održala rastvorljivost gvožđa (Pregiban, 2017). Rezultat reakcije je intenzivno plava boja rastvora. Redukcija se prati spektrofotometrijski, merenjem apsorpcije na 593 nm (Moharram i Youssef, 2014).

Neposredno pre eksperimenta, pripremljen je FRAP reagens, tako da sadrži: natrijum acetatni pufer (300 mmol/L, pH 3,6), 10 mmol/L TPTZ rastvorenog u 40 mmol/L HCl i 20 mmol/L rastvor  $FeCl_3 \times 6H_2O$  u odnosu 10:1:1 (v/v/v). Pre upotrebe FRAP reagens je ugrejan do 37 °C. U 3 mL radnog FRAP rastvora je dodato 100  $\mu$ L test uzorka (koncentracije 1 mg/mL), nakon čega je spektrofotometrijski određena apsorbanca na 593 nm nakon 4 minuta korišćenjem JENWAY 6305UV/Vis. Kao reagensa je korišćena destilovana voda, a slepa proba je umesto uzorka sadržala odgovarajući rastvarač u kome je uzorak rastvoren. Kao standardi su korišćene BHA i BHT i askorbinska kiselina (u koncentraciji 0,1 mg/mL). Kako bi se konstruisala kalibraciona kriva za Fe(II), korišćena je ista procedura, koja je ponovljena za rastvor  $FeSO_4 \times 7H_2O$  (200-1600  $\mu$ mol/L). FRAP vrednosti ispitivanih uzoraka izračunate su pomoću standardne krive za Fe(II) ( $y = 0,872x$ ,  $R^2 = 0,998$ ), izražene kao  $\mu$ mol Fe(II)/g suvog ekstrakta i predstavljene su kao srednja vrednost izračunate iz tri merenja  $\pm$  standardna devijacija.

### 3.12.4. $\beta$ -karoten/linolna kiselina test

Izvođenje testa  $\beta$ -karoten/linolna kiselina urađeno je prema neznatno izmenjenom postupku Dapkevicius i sar. (1998). Test se zasniva na praćenju obezbojavanja rastvora  $\beta$ -karotena u prisustvu produkata oksidacije linolne kiseline, ova reakcija je inhibirana u prisustvu antioksidanasa iz uzorka. Emulzija je pripremljena dodavanjem linolne kiseline (6,25  $\mu$ L) i Tween 40 (50 mg) u rastvor  $\beta$ -karotena u hloroformu (125  $\mu$ L, 4 mg/ml), nakon čega je dodato još 125  $\mu$ L hloroforma. Hloroform je uklonjen rotacionim vakuum uparivačem (Buchi rotavapor R-114) na 40 °C, nakon čega je uz snažno mešanje dodato 25 mL destilovane vode. Rastvor uzorka (koncentracije 1 mg/mL) pripremljen je u metanolu, a standardi BHT, BHA i askorbinska kiselina, korišćeni kao pozitivne kontrole pripremljeni u koncentraciji 0.1 mg/mL. Nakon toga, pomešano je 200  $\mu$ L emulzije i 28  $\mu$ L rastvora uzorka (ekstrakata, pozitivnih kontrola i metanola uvedenog kao negativna kontrola). Apsorbance su merene odmah ( $t_0=0$  min), kao i 2 h nakon inkubacije ( $t_{120}=120$  min) u mikrotitarskim pločama na 490 nm koristeći čitač mikrotitracionih ploča Multiskan Sky Thermo Scientific Microtiter Plate Reader (Finland). Antioksidativna aktivnost uzorka praćena je merenjem inhibicije obezbojavanja  $\beta$ -karoten, a procenat inhibicije je izračunat korišćenjem sledeće jednačine:

$$\text{Inhibicija obezbojavanja } \beta\text{-karotena (\%)} = (A_{120} - C_{120}) / (C_0 - C_{120}) \times 100$$

gde  $A_{120}$  i  $C_{120}$  predstavljaju apsorbance izmerene nakon 120 minuta za uzorke, odnosno pozitivne kontrole, dok  $C_0$  predstavlja apsorbancu negativne kontrole izmerene neposredno nakon dodavanja svih reakcionih komponenti. Sva merenja su izvedena u tri ponavljanja i rezultati su izraženi kao srednja vrednost  $\pm$  standardna devijacija.

### 3.12.5. TRP test

Ukupni redukcionni potencijal (TRP, *Total Reducing Power*) predstavlja sposobnost ekstrakata da redukuju gvožđe (III) i meri se delimično modifikovanom metodom prema Oyaizu (1986) sa modifikacijama opisanim u Tusevski i sar. (2014). Zapremina od 20  $\mu$ L ekstrakta (koncentracija 1 mg/mL) pomešana je sa 40  $\mu$ L fosfatnog pufera (0,2 M, pH 6,6) i 40  $\mu$ L 1% rastvor kalijumheksacijanoferata. Smeša je inkubirana 20 minuta na 45 °C, nakon čega je dodato 40  $\mu$ L trihlorosirćetne kiseline (10%, m/v), 40  $\mu$ L destilovane vode i 8  $\mu$ L 0,1% gvožđe (III) hlorida. Posle inkubacije od 10 minuta na sobnoj temperaturi, apsorbance su izmerene na 700 nm, koristeći čitač mikrotitracionih ploča Multiskan Sky Thermo Scientific microtiter plate reader (Finland).

Negativna kontrola je pripremljena na isti način kao i reakciona smeša, uz dodatak 20  $\mu$ L metanola umesto uzorka, dok su BHT, BHA i askorbinska kiselina korišćeni kao pozitivne kontrole. Ukupni redukcionni potencijal uzoraka izražava se kao mmol ekvivalenta askorbinske kiseline (AAE) po gramu suvog ekstrakta (mmol AAE/g suvog ekstrakta). Sva merenja su izvedena u triplicatu i rezultati su izraženi kao srednja vrednost  $\pm$  standardna devijacija.

### 3.13. Određivanje antineurodegenerativne aktivnosti

Antineurodegenerativna aktivnost merena je pomoću dva testa: testom inhibicije acetilholinesteraze (AChE) i testom inhibicije tirozinaze (TYR). U obe analize uzorci su testirani na koncentracijama 25  $\mu$ g/mL, 50  $\mu$ g/mL i 100  $\mu$ g/mL.

#### 3.13.1. Test inhibicije acetilholinesteraze (AChE)

Test inhibicije acetilholinesteraze (AChE) u ispitivanim ekstraktima kruške je sproveden prema modifikovanoj spektrofotometrijskoj metodi razvijenoj od strane Ellman i sar. (1961) koristeći modifikacije prilagođene za mikrotitracione ploče sa 96 bunarčića (Alimpić, 2016). Tokom testa dolazi do hidrolize acetilholin-jodida, koja je praćena nastajanjem žute boje 5-tio-2-nitrobenzoatnog anjona, kao proizvoda reakcije DTNB (5,5'-ditiobis (2- nitrobenzojeva kiselina)) sa tiolinima u prisustvu AChE (Orhan i sar., 2012). Reakciona smeša je spremljena dodavanjem 140  $\mu$ L natrijumfosfatnog pufera (0,1 M, pH 7), 20  $\mu$ L DTNB, 20  $\mu$ L rastvora uzorka u puferu koji sadrži 5% DMSO (dimethylsulfoksid) (u koncentracijama 25, 50 i 100  $\mu$ g/mL) i 20  $\mu$ L rastvora AChE (5 u/mL) u Tris-HCl puferu (20 mM, pH 7,5) (Alimpić, 2016).

Za kontrolu (C) korišćena je napravljena smeša koja je sadržala pufer umesto uzorka, a kao pozitivna kontrola je uveden galantamin, koji se koristi kao komercijalni lek koji inhibira acetilholinesterazu. Inkubacija je trajala 15 min na 25°C, nakon čega je reakcija pokrenuta dodavanjem 10  $\mu$ L acetilholin-jodida. Apsorbanca je očitana pomoću čitača mikrotitracionih ploča (Tecan Sunrise SN opremljenim XFluor4 softverom) na 412 nm.

Inhibicija AChE je izračunata prema formuli  $[C-S/C] \times 100\%$  pri čemu je C - apsorbanca kontrole (bez uzorka) i S - apsorbanca reakcione smeše (sa uzorkom) (Alimpić, 2016).



### 3.13.2. Test inhibicije tirozinaze (TYR)

Inhibicija aktivnosti tirozinaze u ekstraktima krušaka procenjena je spektrofotometrijski, upotrebom mikrotitarskih ploča sa 96 bunarčića, kombinovanjem originalnog protokola prema Masuda i sar. (2005) i modifikacija opisanih od strane Alimpić i sar. (2017).

Aktivnost tirozinaze se procenjuje modifikovanom dopahrom metodom, pri čemu se kao supstrat koristi L- DOPA (3,4-dihidroksi-L-fenilalanin) (Masuda i sar., 2005; Orhan i sar., 2012). Kojična kiselina kao standard, i ekstrakti krušaka rastvoreni su u natrijum-fosfatnom puferu (0,1 M, pH 7,0), sa dodatkom 5% DMSO, odnosno u natrijum-fosfatnom puferu (0,1 M, pH 7,0) u odabranim koncentracijama od 25, 50 i 100 µg/mL. U bunarčiće mikrotitracionih ploča dodavane su komponente reakcione smeše na sledeći način: A: dodato je 120 µL natrijum-fosfatnog pufera i 40 µL rastvora tirozinaze u istom puferu (46 units/L); B: dodato je 160 µL pufera; C: dodato je 80 µL pufera, 40 µL rastvora tirozinaze (46 units/L) i 40 µL uzorka; i D: dodato je 120 µL pufera i 40 µL uzorka. Posle dodavanja 40 µL rastvora L-DOPA u sve bunariće i inkubacije 30 min na 25 °C, merena je apsorbance pomoću čitača mikrotitracionih ploča (Tecan Sunrise SN opremljenim XFluor4 softverom), na 475 nm talasne dužine.

Procenat inhibicije tirozinaze izračunat je pomoću formule:  $[(A-B)-(C-D)/(A-B)] \times 100\%$ .

## 3.14. Određivanje antidijabetične aktivnosti

### 3.14.1. Test inhibicije $\alpha$ -amilaze

Određivanje aktivnosti inhibicije  $\alpha$ -amilaze izvedeno je upotrebom delimično modifikovane Caraway-Somogyi jod/kalijum jodid metode, kao i prema proceduri opisanoj od strane Zengin i sar. (2014). U reakcionu smešu je dodato 25 µL razblaženja ekstrakata ploda krušaka (u koncentracijama 0,025; 0,05; 0,1; 0,5; 1; 2; 4 i 6 mg/mL) i pomešano je sa 50 µL rastvora enzima  $\alpha$ -amilaze (0,5 mg/mL u natrijum fosfatnom puferu (0,1 M, pH 6,8 sa 6 mM natrijum hlorida). Posle 10 minuta inkubacije na 37 °C, dodato je 50 µL 0,2% skroba rastvorenog u fosfatnom puferu i inkubacija je nastavljena još 10 minuta na 37 °C. Nakon toga, dodato je 25 µL 1 M hlorovodonične kiseline, kako bi reakcija bila preknuta i 100 µL Lugolovog rastvora, kako bi se reakcija vizuelizovala, odnosno rastvor obojio. Apsorbance su izmerena na 630 nm, koristeći čitač mikrotitarskih ploča (Multiskan Ski Thermo Scientific, Finland). Akarboza je korišćena kao pozitivna kontrola. Merenja su izvedena u tri ponavljanja i rezultati su izraženi kao srednja vrednost  $\pm$  standardna greška.

Procenat inhibicije aktivnosti enzima  $\alpha$ -amilaze je izračunat prema sledećoj formuli:

$$\text{Inhibicija } \alpha\text{-amilaze (\%)} = (A_s - A_{c1}) / A_{c2} \times 100$$

pri čemu  $A_s$  predstavlja apsorbancu reakcione smeše sa uzorcima krušaka,  $A_{c1}$  predstavlja apsorbancu kontrole enzima (sadrži pufer umesto uzorka), a  $A_{c2}$  je apsorbance kontrole supstrata (sadržani pufer umesto enzima).

### 3.14.2. Test inhibicije $\alpha$ -glukozidaze

Određivanje inhibitorne aktivnosti  $\alpha$ -glukozidaze izvršeno je prema Wan i sar. (2013). Na mikrotitracionu ploču je dodato 120 µL ekstrakta (koncentracije 0,025; 0,05; 0,1; 0,5; 1; 2; 4 i 6 mg/mL) i 20 µL rastvora enzima (0,5 U/mL, u kalijum-fosfatnom puferu, 0,1 M, pH 6,8) i inkubirano 5 minuta na 37 °C. Smeši je dodato 20 µL 5 mM pNPG i inkubacija je nastavljena još 20 minuta na 37 °C. Na kraju, reakcija je zaustavljena dodavanjem 80 µL 0,2 M natrijum-karbonata rastvorenog u kalijum-fosfatnom puferu, a apsorbance su merene na 405 nm, koristeći Multiskan Sky Thermo Scientific microtiter plate reader (Finland). Akarboza je korišćena kao pozitivna kontrola. Merenja su izvedena u triplicatu i rezultati su izraženi kao srednja vrednost  $\pm$  standardna greška.

Procenat inhibicije aktivnosti  $\alpha$ -glukozidaze izračunat je prema sledećoj formuli:

$$\text{Inhibicija } \alpha\text{-glukozidaze (\%)} = (A_c - A_s) / A_c \times 100$$

gde  $A_c$  označava apsorbancu negativne kontrole (sadrži pufer umesto uzorka), dok  $A_s$  predstavlja apsorbanciju reakcione smeše sa ispitivanim uzorkom.

### 3.15. Određivanje citotoksične aktivnosti

#### 3.15.1. MTT test

Citotoksični efekat ekstrakata ispitivanih sorti krušaka određen e MTT testom (Mosmann, 1983). Za testiranje citotoksične aktivnosti uzoraka korišćena je ćelijska linija humanog kolorektalnog karcinoma (HCT-116), dobijenom iz ATCC (*American Type Culture Collection*). Kultura kolorektalnog karcinoma održavana je u DMEM-u (*Dulbecco's Modified Eagle Medium*), dopunjenom sa 10% FBS (*Fetal Bovine Serum*), 100 jedinica/mL penicilina i 100 mg/mL streptomicina. Ćelije su kultivisane u vlažnoj atmosferi sa 5% CO<sub>2</sub> na 37°C, gajene u flakonu ćelijske kulture zapremine 75 cm<sup>2</sup> dok ćelije ne dostignu gustinu od 70 do 80%. Nakon nekoliko pasaža, kolorektalne ćelijske linije HCT-116 posejane su u ploču sa 96 bunarčića (okvirno 10,000 ćelija po bunariću).

Nakon 24 h inkubacije, medijum je zamenjen sa 100  $\mu$ L medijuma koji sadrži metanolne ekstrakte pokožice, mesa i kombinovane (pokožica i meso) testiranih sorti krušaka, u različitim koncentracijama (1, 10, 50, 100, 250 i 500  $\mu$ g/mL). Ćelije su tretirane ekstraktima tokom 24 i 72 sata od početka eksperimenta. Netretirane ćelije su korišćene kao kontrola. Na kraju perioda inkubacije, MTT (konačna koncentracija 5 mg/mL u FBS) je dodata u svaki bunarić, nakon čega su ploče inkubirane na 37 °C u 5% CO<sub>2</sub> tokom 2 do 4 sata. Dobijeni obojeni kristali formazana su rastvoreni u DMSO i merena je apsorpcija na 550 nm na čitaču mikrotitracionih ploča. Proliferacija ćelija je izračunata kao odnos apsorbance tretirane grupe, podeljenim sa apsorbancom kontrolne grupe, i pomnoženim sa 100 da bi se dobio procenat umnoženih ćelija.

### 3.16. Statistička analiza

Sva eksperimentalna merenja izvedena su u tri ponavljanja i predstavljena kao srednja vrednost iz tri merenja  $\pm$  standardna devijacija ili srednja vrednost  $\pm$  standardna greška. Pirsonovi koeficijenti korelacije ( $r$ ) (izračunati su između sadržaja ukupnih fenola i sadržaja fenolnih komponenti sa jedne strane i rezultata testova za ispitivanje bioloških aktivnosti sa druge strane, a zatim predstavljeni prema Taylor (1990). Analiza varijanse (one-way ANOVA) i Tukey's post-hoc test urađeni su pomoću softvera Past PAleontological Statistics v.3.21. (Hammer i sar., 2001), kako bi se testirao značaj razlika između srednjih vrednosti. Razlike su smatrane statistički značajnim ako je p-vrednost bila manja od 0,05.

## 4. Rezultati i diskusija

### 4.1. Etnobotanička istraživanja autohtonih sorti krušaka na odabranim područjima

#### 4.1.1. Način gajenja autohtonih sorti krušaka

Rezultati sprovedenih istraživanja na području rudničko-takovskog kraja i na području srednjeg i donjeg Polimlja pokazuju sličnosti u načinu uzgoja voća, ali i neke međusobne razlike. Rezultati dobijeni na osnovu odgovora intervjuisanih učesnika predstavljeni su u **Tabeli 6**.

Rudničko – takovski kraj je izrazito voćarsko područje, pri čemu je uzgoj voća sastavni deo života ljudi na selu. Ukupno 85,0% ispitanika sa ovog područja je potvrdilo da se bavi gajenjem svih useva koji uspevaju u toj oblasti, a 87,5% stanovnika uzgaja voće jer je to deo tradicije. Karakteristično voće rudničko-takovskog kraja (jabuka, kruška, orah, šljiva, dunja, trešnja, višnja) uzgaja 92,2% ispitanika, a 77,0% stanovništva se voćarstvom bavi samo za svoje potrebe i potrebe porodice. Manji broj ispitanika (48,4%) ima samo nekoliko stabala voća, a 22,4% ispitanika uzgaja samo one sorte i vrste voća koje je nasledilo od predaka.

U Polimlju ukupno 76,0% ispitanika se bavi uzgojem svih useva koji uspevaju u toj oblasti, a 86,9% stanovništva uzgaja voće kao deo tradicije. Karakteristične voćne vrste Polimlja uzgaja 82,6% stanovništva. U regionu Polimlja, samo po nekoliko voćnih stabala poseduje skoro trećina ispitanika (32,6%), dok 28,2% ispitanika ima zasad stabala koji je nasleđen od predaka.

Lokalne, stare sorte krušaka uzgajaju se i u rudničko-takovskom kraju i u Polimlju, a do kalem grančica ili sadnica sorti se dolazilo na različite načine. Sadnice starih sorti krušaka su nasledene od predaka (63,5% u rudničko-takovskom kraju, odnosno 89,1% u Polimlju); zatim, žene su udajom zaticale stare sorte u novom domaćinstvu (25,0% u rudničko-takovskom kraju, odnosno 19,5% u Polimlju); namenski su donošene kalem grančice iz drugog sela za kalemljenje (18,7% u rudničkom kraju, odnosno 45,6% u Polimlju); sorta se uzimala od komšija (35,4% u rudničko-takovskom kraju, odnosno 30,4% u Polimlju); neke sadnice su nepoznatog porekla (27,0% u rudničkom kraju, odnosno 39,1% u Polimlju). Neki od ispitanika su pre nego što iseku stara stabla, kalemili grančice starih sorti na mlade podloge, čime se data sorta čuvala (31,7% u rudničko-takovskom kraju, odnosno 19,5% u Polimlju).

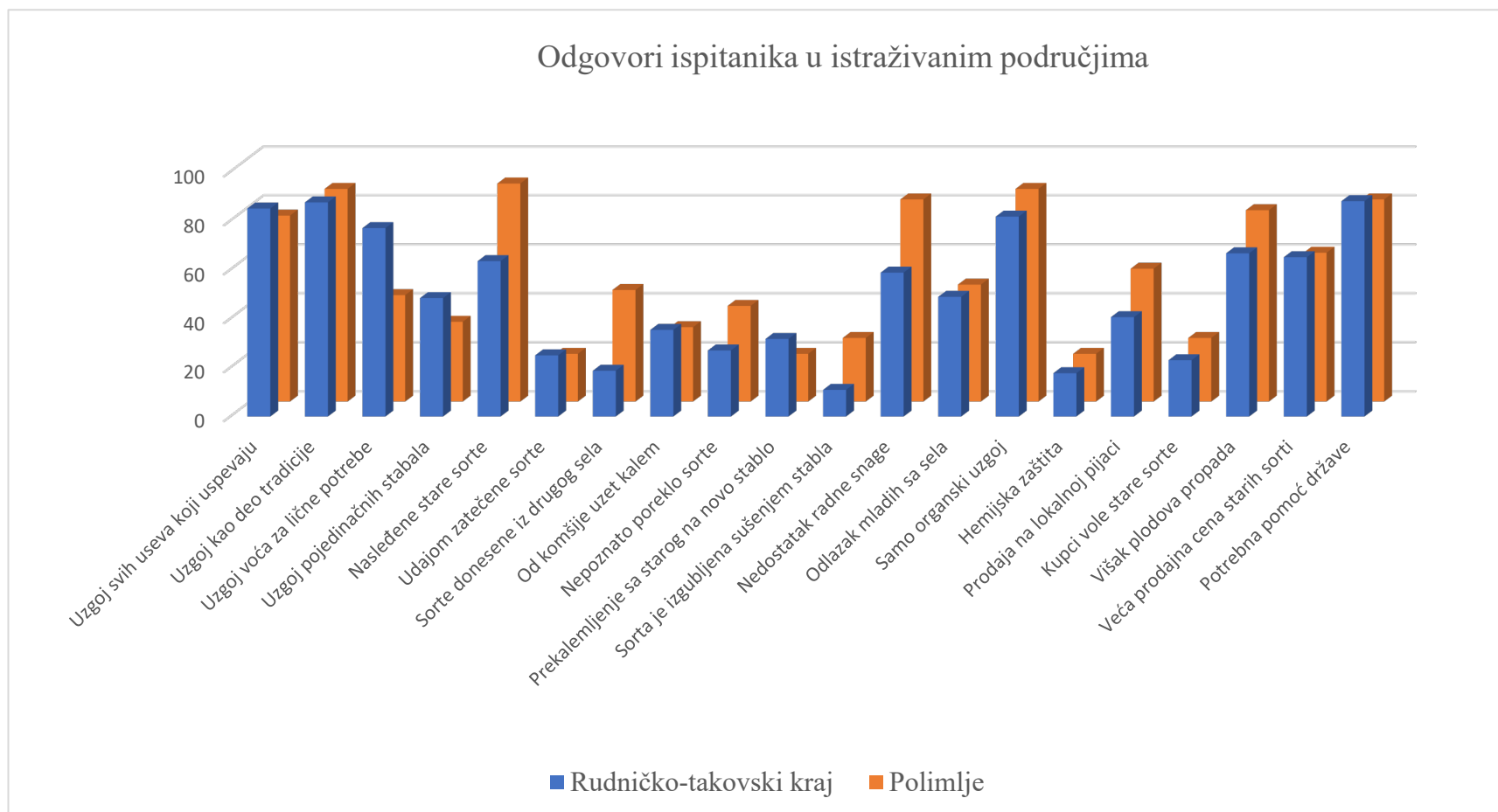
**Tabela 6.** Etnobotanička istraživanja: sadržaj Upitnika - učestalost uzgoja i upotrebe *Pyrus* sp. na područjima rudničko-takovskog kraja i srednjeg i donjeg Polimlja (prema odgovorima baziranim na sprovedenim intervjuima lokalnog stanovništva).

Pitanja	Ponudeni odgovori	Učestalost	
		Rudničko-takovski kraj	Srednje i donje Polimlje
1. Da li uzgajate voće i koje vrste voća uzgajate?	Uzgajamo sve što uspeva, uključujući voće	163/192 (85,0%)	35/46 (76,0%)
	Uzgoj voća je deo tradicije.	168/192 (87,5%)	40/46 (86,9%)
	Uzgajam karakteristično voće: jabuku, krušku, šljivu, orah, dunju, trešnju, višnju itd.	177/192 (92,2%)	38/46 (82,6%)
	Voćarstvom se bavim za lične potrebe.	148/192 (77,0 %)	20/46 (43,5%)
	Imam samo nekoliko stabala voća u dvorištu.	93/192 (48,4%)	15/46 (32,6%)
	Uzgajam samo ono voće koje sam nasledio od predaka.	43/192 (22,4%)	13/46 (28,2%)
2. Na koji način ste došli do lokalnih sorti krušaka?	Nasledio sam ih od predaka.	122/192 (63,5%)	41/46 (89,1%)
	Udajom sam zatekla stare sorte.	48/192 (25,0%)	9/46 (19,5%)
	Kalem grančica je nabavljena iz drugog sela, gde se išlo po nju namenski.	36/192 (18,7%)	21/46 (45,6%)
	Dao mi je komšija kalem.	68/192 (35,4%)	14/46 (30,4%)
	Ne znam poreklo, to drvo postoji oduvek.	52/192 (27,0%)	18/46 (39,1%)
	Morao sam da isečem to drvo jer je bilo staro, ali sam ga prekalemio na neko mlado.	61/192 (31,7%)	9/46 (19,5%)
	Drvo se osušilo i morao sam da ga isečem. Više ne mogu da pronađem tu sortu nigde.	21/192 (10,9%)	12/46 (26,0%)
3. Da li kruške uzgajate plantažno ili samo kao pojedinačna stabla?	Krušku gajim isključivo kao pojedinačno stablo.	169/192 (88,0%)	38/46 (82,6%)
	Nemam uslova za plantažno gajenje, moje imanje je skroz zapušteno.	41/192 (21,3%)	13/46 (28,2%)
	Nema ko da obrađuje voćnjak, ja sam star – stara.	113/192 (58,8%)	38/46 (82,6%)
	Mladi su otišli i ne žele da se vrate na selo.	94/192 (48,9%)	22/46 (47,8%)

	Voće gajim samo za osnovne potrebe ili potrebe porodice.	139/192 (72,4%)	40/46 (86,9%)
	Čak i ako je ne upotrebljavam, volim da imam krušku u dvorištu.	166/192 (86,4%)	41/46 (89,1%)
4. Da li koristite hemijsku zaštitu stabala?	Nikakvu zaštitu ne koristim, to je potpuno organski uzgoj.	157/192 (81,7%)	40/46 (86,9%)
	Veoma malo koristim osnovna sredstva zaštite tokom proleća i leta, a pred branje plodova mesec dana ne prskam stabla.	38/192 (19,8%)	12/46 (26,9%)
	Prskam samo plodove koje iznosim na pijacu, a za domaću upotrebu ne koristim nikakva sredstva.	26/192 (13,5%)	12/46 (26,9%)
	Koristim hemijsku zaštitu.	34/192 (17,7%)	9/46 (19,5%)
5. Da li koristite neke agrotehničke mere?	U početku sam orezivao stablo dok je bilo mlado sa nižom krošnjom, ali sada sam ga pustio da raste prirodno.	146/192 (76,0%)	19/46 (41,3%)
	Koristim u veoma maloj meri.	54/192 (28,1%)	12/46 (26,0%)
	Ne koristim, ta stabla su veoma stara i i nema svrhe da koristim bilo kakvu meru.	103/192 (53,6%)	15/46 (32,6%)
6. Kakve su po kvalitetu stare sorte krušaka koje uzgajate?	Dosta sorti je kvalitetno i drugotrajno.	113/192 (58,8%)	22/46 (47,8%)
	Rane, letnje sorte krušaka propadaju, ne traju dugo i nisu previše slatke.	134/192 (69,8%)	15/46 (32,6%)
	Mnoge sorte su veoma kvalitetne ali zbog slabe ekonomske iskorišćenosti se napuštaju.	92/192 (47,9)	39/46 (84,7%)
	Neke kruške mogu da čuvam do proleća u slami na hladnom, veoma su kvalitetne.	139/192 (72,4)	19/46 (41,3%)
7. Da li kruške iznosite na pijacu radi prodaje?	Povremeno.	78/192 (40,6%)	25/46 (54,3%)
	Nikad ne iznosim na pijacu, iako kruška obilno rodi. Plodovi propadaju ili ih koristim za ishranu domaćih životinja.	126/192 (65,6%)	31/46 (67,4%)
8. Da li stanovništvo kupuje na pijaci lokalne sorte krušaka?	Neki ljudi kupuju lokalne sorte iz emotivnih razloga, ili vole taj ukus.	44/192 (23,0%)	12/46 (26,0%)
	Ljudi kupuju lokalne sorte jer znaju da nisam koristio nikakve hemijske mere zaštite.	112/192 (58,3%)	25/46 (54,4%)



	Kupuju u malim količinama i koriste sveže plodove.	53/192 (41,0%)	13/46 (28,2%)
	Kupuju radi prerade.	68/192 (35,4%)	8/46 (17,4%)
	Višak ne iskoristimo i propada.	128/192 (66,7%)	36/46 (78,2%)
9. Koliko može da se zaradi od prodaje starih sorti krušaka na pijaci?	Stare sorte vrlo često imaju veću cenu.	125/192 (65,1%)	28/46 (60,8%)
	Dovoljno zaradim za osnovne životne namirnice za kraći period.	24/192 (12,5%)	18/46 (39,1%)
	Ne mogu mnogo da zaradim, ali svaka zarada je dobrodošla.	78/192 (40,6%)	22/46 (47,8%)
10. Da li osim hrane, ove stare sorte imaju i neki drugi značaj za vas?	Imaju značaj kao uspomena na tradiciju i običaje koje nosim iz porodice.	156/192 (81,2%)	40/46 (86,9%)
	Imaju značaj lepih sećanja.	93/192 (72,0%)	24/46 (52,2%)
	Preci su mi preneli tradicionalna znanja (priprema rakije, pekmeza, kolača i dr.).	82/192 (63,5%)	38/46 (82,6%)
	Stablo kruške je veoma kvalitetno za izradu predmeta od drveta.	31/192 (16,1%)	13/46 (28,2%)
11. Kakva je po vašem mišljenju budućnost starih sorti krušaka i šta je potrebno uraditi da se sačuvaju?	Mislim da će stare sorte nestati u narednih 50 godina.	144/192 (75,0%)	41/46 (89,1%)
	Domaćinstva koja gaje ove sorte su stara domaćinstva, nema ko da nastavi uzgoj sorti.	103/192 (53,6%)	34/46 (73,9%)
	Mlade ljude ne zanima očuvanje ovih sorti, oni iz sela odlaze u gradove.	114/192 (59,3%)	31/46 (67,0%)
	Potrebno je da se država uključi u očuvanje starih sorti davanjem finansijske podrške.	169/192 (88,0%)	38/46 (82,6%)



**Grafikon 6.** Načini uzgoja i upotrebe *Pyrus* sp. na područjima Rudničko-takovskog kraja i srednjeg i donjeg Polimlja.

Kruška se na istraživanim područjima uzgaja uglavnom pojedinačno, a retko plantažno. Prema odgovorima ispitanika, krušku kao pojedinačno stablo u rudničko-takovskom kraju gaji 88,0% stanovnika, a u regionu Polimlja 82,6% stanovnika. Procenat odlaska mladih iz sela u gradove, i njihova nemotivisanost za uzgoj voća je slična za obe oblasti (48,9% za rudničko-takovsku oblast, odnosno 47,8% za Polimlje), ali, nedostatak radne snage je znatno veći u Polimlju (58,8% rudničko-takovski kraj, odnosno 82,6% Polimlje). Veliki procenat stanovništva se opredeljuje da uzgaja krušku za sopstvene potrebe (72,4% rudničko-takovski, odnosno 86,9% polimski kraj), i voli da ima stablo kruške u okviru domaćinstva (86,4% u rudničko-takovskom kraju, odnosno 89,1% u Polimlju).

Hemijska zaštita za stare sorte voća koristi se u veoma malom procentu u obe istraživane oblasti. U rudničko-takovskom kraju nikakvu hemijsku zaštitu stabala starih sorti voća ne koristi 81,7% stanovnika, a u Polimlju 86,9%. Potpunu hemijsku zaštitu tokom cele sezone koristi 17,7% stanovnika u rudničko-takovskom kraju i 19,5% u Polimlju. Ipak, jedan deo stanovništva koristi hemijsku zaštitu za prinos koji je namenjen prodaji (13,5% rudničko-takovski kraj i 26,9% Polimlje), dok se za kućnu upotrebu takva vrsta zaštite ne koristi. S druge strane, agrotehničke mere za mlada stabla krušaka se koriste umereno do intenzivno (76% u rudničkom, odnosno 41,3% u polimskom kraju), a taj procenat opada sa starošću stabala (53,6% u rudničkom, odnosno 32,6% u polimskom kraju).

U obe istraživane oblasti, prema odgovorima ispitanika gaje se kvalitetne sorte krušaka (58,8% u rudničkom, odnosno 47,8% u polimskom kraju), naročito one koje mogu da se koriste tokom zime. Zastupljene su i letnje sorte slabijeg kvaliteta, naročito u rudničkom kraju (69,8%) u odnosu na Polimlje (32,6%). Prinos starih sorti se povremeno iznosi na lokalnu pijacu i to 40,6% u rudničko-takovskom kraju, odnosno 54,3% u Polimlju. Često rod voća ostane neiskorišćen i propada, ili se koristi kao hrana domaćim životinjama (65,6% rudničko-takovski kraj, odnosno 67,4% Polimlje).

Na pijaci, manji procenat stanovnika oba područja voli da kupi stare sorte krušaka (23% rudnički, odnosno 26% polimski kraj), a motivi kupovine su različiti: zato što je neprskana hrana, radi prerade u sok ili džem, ili iz emotivnih razloga, kao podsećanje na sorte krušaka koje su koristili u detinjstvu. Prilikom tržišnog formiranja cene za kilogram tradicionalnih sorti krušaka, cene su često više u odnosu na komercijalne (65,1% za rudničko-takovsku oblast, odnosno 60,8% za Polimlje), ali se od toga ne može mnogo prihodovati (40,6% rudničko-takovski, odnosno 47,8% polimski kraj), iako je svaka zarada dobrodošla.

Osim u ishrani, stare sorte voća, ujedno i krušaka, imaju visok emotivni značaj za ispitanike oba kraja (81,2% rudničko-takovski, odnosno 86,9% polimski kraj), uključujući sećanje na pretke (72,0% za rudničko-takovski kraj, odnosno 52,2% za Polimlje), kao i sećanje u prenošenju tradicionalnih znanja za njihovu preradu u brojne proizvode (63,5% za rudničko-takovski kraj, odnosno 82,6% za Polimlje).

Bez obzira na uzgoj starih sorti i njihovo tradicionalno korišćenje od strane lokalnog stanovništva, budućnost opstanka ovih sorti, prema mišljenjima ispitanika, nije optimistična. U obe istraživane oblasti, 75,0% stanovništva u rudničko-takovskoj, odnosno 89,1% u polimskoj oblasti smatra da će stare sorte nestati, ukoliko ne dođe do njihovog sistemskog očuvanja. Kao razlog, navodi se sve veća starosna struktura članova domaćinstava i njihov nestanak (53,6% u rudničko-takovskom, odnosno, 73,9% u polimskom kraju); zatim, nemotivisanost mlađih stanovnika (59,3% u rudničko-takovskom, odnosno 67,4% u polimskom kraju); a posebno je istaknuto nepostojanje finansijskih podsticaja od strane države, i komplikovana procedura pristupa fondovima (88,0% u rudničko-takovskom, odnosno 82,6% u polimskom kraju).

Mnogobrojni domaći autori su istraživali život na selu, kao i tradicionalni uzgoj voća i način njegove upotrebe i prerade u periodu između dva svetska rata u Srbiji, pa sve do polovine 20. veka.

Tako Stojilović (2021) navodi da je krajem 19. veka jedan nemački putopisac, putujući po Šumadiji, naveo „da mu se ceo kraj pretvorio u jedan veliki voćnjak“, kao i da su kruške i jabuke, po naređenju Kneza Miloša, sađene po međama i duž mnogih drumova po Srbiji, kako bi putnici zastajali pod voćkama, odmarali se, i ujedno se osvežili.

Todorović (1899) daje preporuke o uzgoju voća, primeni agrotehničkih mera, načinu sadnje, vrstama kalemljenja, kao i raznovrsnosti voćnih vrsta i sorti u Srbiji krajem 19. veka. Smatra da je mali broj poljoprivrednika obučen za voćarstvo, i da je potrebna obuka radi kvalitetnijeg uzgoja voća. Takođe, daje predloge koje sorte krušaka je pogodno gajiti na raznovrsnim podlogama, pri čemu su jednako zastupljene i autohtone sorte, ali i one koje su donesene iz drugih oblasti, kojima su davani narodni nazivi. Takođe, smatra da je osim uređenih voćnjaka, potrebno saditi voće i uzgajati svuda gde ono uspeva, pored puteva, drumova, po utrinama. Prema Todoroviću (1899) uzgoj voća je merilo ukupne privrede, ali i kulture jednog naroda.

Lapčević (1921) je istraživao poljoprivredu i voćarstvo u Srbiji početkom 20. veka, i navodi da je potrebno koristiti agrotehnička znanja u obradi voća, kako bi ono dobro rađalo. On smatra da je potrebno sačuvati bogati sortiment autohtonih sorti u Srbiji, jer su takve sorte prilagođene domaćem podneblju, otporne su na bolesti i imaju dugotrajne plodove, dok su nove, unesene sorte krušaka još uvek neprilagođene lokalnom podneblju. Takođe, navodi da je „za poslednjih 50 godina u nas nasadeno mnogo voća, ali je, nažalost, zato razređeno naše staro voće, vekovima gajeno i prilagođeno u svim krajevima, voće izvrsnih vrsta i odlika“, kao i da nam je interes „da što više razmnožimo stare vrste“.

Perkić (2004) opisuje život stanovnika sela Dragolj u rudničkoj oblasti, i navodi da nije bilo domaćinstva bez voćnjaka, kao i da brojna stara stabla krušaka odumiru, a sa njima i stare sorte. Takođe, tradicionalni uzgoj starih sorti krušaka u rudničko-takovskoj oblasti opisuju i Milovanović (1995), za selo Savinac, Petković (1988) za selo Lunjevicu, kao i Filipović (1960) za selo Takovo. Kruške su se neizostavno gajile u svakom dvorištu i domaćinstvu, i najzastupljenije su bile tradicionalne sorte, ali, one se postepeno menjaju zasadima novih sorti. Jevtović (1997) opisujući selo Leušići, i Glišić (1999) opisujući selo Brđane, oba sela u takovskoj oblasti, navode tradicionalni uzgoj starih sorti, uz konstataciju da stare sorte krušaka odumiru, i da ih skoro niko više ne gaji. Milovanović (2000) opisuje Brusnicu pod Rudnikom, i navodi ekstenzivni uzgoj krušaka, kao i karakteristične sorte tog kraja (Medunak, Takiša, Karamanka, Lubeničarka). Vučićević (2000) navodi da se pod Rudnikom gaje stare sorte: Vidovka, Karamanka, Žetvarka, ali da se one menjaju novim sortama, Junskom lepticom i Viljamovkom, a sličan podatak istog autora postoji i za rudničko-takovsko selo Gornja Vrbava. Prema Savić (2010) kruška je zastupljena voćna vrsta u rudničko-takovskom kraju, sa velikim brojem starih lokalnih sorti, koje postepeno odumiru zbog njihove zamene novim, komercijalnim sortama, ali, i zbog dominacije starijeg stanovništva. Istraživanja istog autora (Savić, 2010) pokazuju da se kruška u tom području gaji isključivo za sopstvene potrebe, a da se neznatni viškovi iznose na zelenu pijacu. Kruška se retko gaji plantažno, i takav rod se daje na otkup poljoprivrednim kombinatima.

Mišković (2007) opisuje život stanovnika rudničkog okruga i navodi da se voće uzgajalo u značajnim količinama, ali se nije mnogo koristilo u ishrani i veća količina je propadala. Jabuke i kruške su kalemljene na divljake po međama, ili su sađene po njivama i voćnjacima. Takođe, navodi da je voće bilo otporno na štetočine, i da je redovno rađalo.

Beširević (2009) navodi tradicionalni uzgoj lokalnih sorti krušaka u okolini Tuzle, na području Bosne i Hercegovine, ukazujući na značaj starih sorti kao dela prirodno-kulturnog nasleđa. Takođe, navodi da je najveća promena u voćarskoj proizvodnji nastala posle Drugog svetskog rata. Zbog velikih migracija stanovništva iz sela u gradove dolazi do opadanja uzgoja krušaka i drugog voća, a stari voćnjaci se zapuštaju i izumiru. Time nestaje i veliki broj starih sorti tog kraja, koje se zadržavaju samo kao pojedinačna stabla na okućnicama pojedinaca.

Prema Premović (2013) uzgoj krušaka u Polimlju datira od srednjeg veka, i kruška je predstavljala bitan faktor u ishrani stanovništva te oblasti. Od jula do oktobra, kruška je bila svakodnevna hrana, što je povoljno uticalo i na štednju ostalih namirnica, kao i hleba. Jaćimović i sar. (2017) su istraživali sortiment krušaka gornjeg Polimlja, pri čemu su utvrdili prisustvo velikog broja autohtonih sorti koje se tradicionalno gaje, i koje su u ovom području dominantnije u odnosu na uzgoj komercijalnih sorti. Tradicionalne sorte poseduju brojne pogodne karakteristike, i za njih se ne primenjuju nikakve agrotehničke mere.

Jedan od problema u očuvanju autohtonih i tradicionalnih sorti, koji su naveli ispitanici kroz odgovore u oba područja je i nestanak velikog broja sela u Srbiji, kao i visok procenat starog stanovništva u selima. Prema Ninković (2014), od ukupno 4.709 sela u Srbiji, jedna četvrtina (oko 1200 sela) je u procesu nestanka, a razlog tome je infrastrukturna zapuštenost, ekonomska devastiranost, kao i predominantno staro stanovništvo.

Takođe, jedan od razloga je i nemogućnost da se sprovede savremena i tržišno održiva poljoprivreda na malim privatnim posedima, ali i nepostojanje agrarne politike države (Izvor 31)<sup>33</sup>. Ipak, uvođenjem novih sorti, uz očuvanje starih sortimenata, kao i uspostavljanjem dobre proizvođačke prakse, naročito u organskom uzgoju, pozitivno bi se uticalo na očuvanje i revitalizaciju sela (Mitrović, 2015).

#### 4.1.2. Zastupljenost autohtonih sorti krušaka

Etnobotaničkim istraživanjima sprovedenim na području rudničko-takovskog kraja i područja srednjeg i donjeg Polimlja detektovane su 33 autohtone sorte krušaka (**Tabela 7**). Sorte su opisane u odnosu na odgovore ispitanika prema: nazivu, lokalitetu, poreklu, periodu sazrevanja, karakteristikama stabla, karakteristikama ploda, otpornošću na bolesti, trajnosti ploda, statusu zastupljenosti i načinu upotrebe, odnosno tradicionalnom korišćenju.

Na području rudničko-takovskog kraja utvrđeno je prisustvo 28 autohtonih sorti krušaka (**Slika 18, Tabela 7**), a 26 autohtonih sorti je utvrđeno na području srednjeg i donjeg Polimlja (**Slika 19, Tabela 7**). Sorte Žetvenjača, Bakvača, Žutica, Dugulja, Karamut, Gospođinka i Miholjača su karakteristične samo za rudničko-takovski kraj, a sorte Turundžija, Čađavica, Budaljača, Bazva i Turšijara nađene su samo na području Polimlja. Međutim, 21 sorta je zajednička za oba istraživana područja.

<sup>33</sup> <https://www.makroekonomija.org/demografija/nestajanje-sela-destajanje-srbije/>, strana 104, pristupljeno 27. 9. 2021.



**Tabela 7** – Autohtone sorte krušaka *Pyrus communis* L. identifikovane na području Šumadije (rudničko-takovski kraj) i jugozapadne Srbije (srednje i donje Polimlje).

Naziv sorte	Lokalitet	Poreklo	Period zrenja	Karakteristike stabla	Karakteristike ploda	Otpornost na bolesti	Trajnost ploda	Prisutnost	Tradicionalna upotreba	
Jagodarka Rančica	Rudničko-takovski kraj	Polimlje	Nepoznato	Maj-jun	Dobro razvijena kruna Dugovečno Visok prinos	Vrlo sitan izduženi plod (oko 20 g) Zelenkasto-žuta pokožica Peteljka srednje dužine Belo, srednje slatko, topljivo meso Prijatna aroma i ukus	++	+	+	Konsumacija
Vidovača	Rudničko-takovski kraj	Polimlje	Nepoznato	Kraj juna	Srednje razvijena piramidalna kruna Visok prinos	Sitan plod Zelenkasto-žuta pokožica Izduženi oblik Duga peteljka Belo meso Meko, sočno, slatko meso Prijatna aroma i ukus	++	+	++	Konsumacija
Ječmenjača Ječmenka	Rudničko-takovski kraj	Polimlje	Republika Češka	Jun-jul	Dobro razvijena kruna Dugovečno Visok prinos	Sitan, zaobljeni plod Zelenkasto-žuta koža Peteljka srednje dužine Meso zelenkasto-belo srednje slatko, suvo Brojne kamene ćelije	+++	+	++	Konsumacija
Petrovka Petrovčica	Rudničko-takovski kraj	Polimlje	Nepoznato	Početak jula	Dobro razvijena kruna Dugovečno	Sitan do srednji plod Peteljka duga Svetlo zelena pokožica	++	+	+++	Konsumacija

					Visok prinos Zahteva topliju klimu	Zelenkasto-belo meso sočno, ukusno Bez posebne arome				
Žetvenjača	Rudničko-takovski kraj	/	Nepoznato	Sredina jula	Kruna razgranata, kotlasta, gusta Stablo zdravo, dugovečno Bujan rast, otporno Raste na svim terenima	Sitan do srednji plod Okruglastog obilika, malo izdužen pri peteljci Peteljka srednje dužine Pokožica zelenkasto-žuta Meso ploda zelenkastobelo, kasnije smeđe Srednje slatko, suvoparno Dosta sklereida	+++	+	+	Konsumacija
Ilinjača	Rudničko-takovski kraj	Polimlje	Nepozanto	Sredina Jula	Srednje razvijena piramidalna kruna Visok prinos	Postoji mnogo oblika ove sorte: krupni i sitni plod Peteljka srednje dužine Zelenkasto-žuta pokožica Belo meso, srednje slatko, topljivo Bez kamenih ćelija	++	+	++	Konsumacija
Mirisavka Mirisavac	Rudničko-takovski kraj	Polimlje	Nepozanto	Kraj jula	Srednje razvijena gusta kruna Visok prinos	Plod srednje većičine Zelenkasto-žuta pokožica Peteljka duga Belo meso, srednje slatko, topljivo Bez kamenih ćelija Posebna karakteristična aroma	+++	++	+	Konsumacija Prerada (rakija, džem)
Lubeničarka Bostanjača	Rudničko-takovski kraj	Polimlje	Nepozanto	Jul-avgust	Srednje razvijena piramidalna kruna Visok prinos Otpornost na mraz	Plod srednje veličine Zelenkasto-žuta pokožica Peteljka srednje dužine Belo meso, oko semene kućice crvene boje	+++	+	++	Konsumacija Prerada (rakija)

Sijerak Sijerkovača	Rudničko- takovski kraj	Polimlje	Nepozanto	Sredina jula	Dobro razvijena kruna Visok prinos	Srednje slatko, topljivo Bez kamenih ćelija Posebna karakteristična aroma Izduženi plod srednje veličine Peteljka kratka Kruškolikog oblika, sjajna glatka pokožica Zelenkasto-rumena pokožica Slatkog ukusa Prijatna aroma Meso je sočno, topljivo Bez kamenih ćelija	++	+	+	Konsumacija Prerada (rakija, džem)
Turundžija	/	Polimlje	Nepozanto	Kraj jula	Dobro razvijena kruna Dugovečno Otpornost na mraz i sušu	Sitan do srednjekrupan plod Peteljka kratka Žuta, tanka pokožica Belo meso topljivo Prijatna aroma	+++	++	+	Konsumacija
Medunak Mednjak Mednik	Rudničko- takovski kraj	Polimlje	Nepozanto	Jul-avgust	Dobro razvijena piramidalna kruna Visok prinos	Plodovi srednje veličine do krupni Peteljka srednje dužine Glatka, sjajna pokožica Zelenkasto-žuta sa dodatnom crvenkastom bojom Žuto, krupnozrnato meso topljivo, slatko „poput meda“	++	++	++	Konsumacija Prerada (džem)

Stambolka	Rudničko-takovski kraj	Polimlje	Mala Azija	Jul-avgust	Srednje razvijena kruna Dugovečno Visok prinos Zahteva plodno, dobro proветриreno zemljište	Plod srednje veličine Peteljka srednje dužine Zelenkasto-žuta pokožica Sočno, slatko topljivo meso Muskatna aroma	+++	+++	+	Konzumacija Prerada (rakija, džem)
Čađavica	/	Polimlje	Nepozanto	Jul-avgust	Dobro razvijena piramidalna kruna Dugovečno Visok prinos	Sitan plod Peteljka duga Zelenkasto-žuta pokožica Suvo, meko meso Slatko Prijatna aroma	++	+	+	Konzumacija
Žutica Žutavka	Rudničko-takovski kraj	/	Nepoznato	Jul-avgust	Veoma razvijena kruna, bujna, zdrava, kotlasta Dugovečno stablo Rađa obilno Otporna na bolesti	Plodovi sitni (oko 40 g) Kruškolik oblik Pokožica zelenožuta, a u zrelosti potpuno žuta Pokožica tanka Meso belo, suvoparno, srednje slatko, bez posebnog ukusa	+++	+	+	Konzumacija
Jarac	Rudničko-takovski kraj	Polimlje	Mala Azija	Jul-avgust	Srednje razvijena kruna Dugovečno Visok prinos	Plod srednje veličine Kruškolikog oblika Peteljka kratka, debela Tanka žućkasta pokožica Belo meso, topljivo, slatko-kiselo, sočno Prijatne arome	+++	++	+	Konzumacija Prerada (rakija, džem, kompot, sušeno voće)
Okruglica	Rudničko-takovski kraj	Polimlje	Nepoznato	Avgust	Srednje razvijena kruna Dugovečno Visok prinos	Plod srednje veličine Okruglog oblika Peteljka kratka Zelenkasto-žute boje	+++	++	+	Konzumacija Prerada

						Voštana pokožica Glatko, belo meso Srednje slatko, nije sočno Bez kamenih ćelija				
Dugulja Visuljka	Rudničko- takovski kraj	/	Nepoznato	Avgust	Kruna srednje razvijena Guste grane, povijene Stablo zdravo, otporno na bolesti Uspeva na svim tipovima zemljišta	Plodovi srednje krupni Plod izdužen, duguljast Peteljka duga Pokožica zelenožute boje, hrapava i debela Meso smeđe boje sa dosta kamenih ćelija	+++	+	+	Konzumacija Prerada Sušenje (plod se seče po dužini)
Gospođinka	Rudničko- takovski kraj	/	Nepoznato	Avgust	Veoma razvijena kruna Stablo otporno na sušu, mraz i štetočine Stablo dugovečno (preko 100 godina)	Plodovi sitni do srednjekrupni Čigrastog oblika Peteljka duga Pokožica žutozelena Meso belo, slatkastonakiselo, trpko Brzo gnjili	+++	+	++	Konzumacija Prerada (pekmez, rakija)
Mesnjača	Rudničko- takovski kraj	Polimlje	Nepozanto	Avgust	Srednje razvijena kruna Dugovečno Visok prinos Otporno na mraz i sušu	Plodovi male do srednje veličine Zaobljeni kruškasti oblik Peteljka srednje dužine Gruba, zelenkastosmeđa pokožica Belo meso, hrskavo Srednje slatko Brojne kamene ćelije	+++	++	+	Konzumacija Prerada (rakija, džem, kompot, sušeno voće)



Karamanka Babovača Bundovanka Bazduhanlija	Rudničko- takovski kraj	Polimlje	Mala Azija Oblast Karaman	Avgust - Septembar	Dobro razvijena kruna s retkim granama okrenutim ka zemlji Dugovečno Srednji prinos	Plod srednje veličine Kruškoliki, asimetrični sa karakterističnim izraženim izbočinama Peteljka duga Žućkasto, topljivo, sočno, slatko meso Karakterističan muskatni miris	+	++	+++	Konzumacija Prerada (rakija, džem, kompot, sušeno voće, sita, hrana za bebe)
Bazva Batva	/	Polimlje	Nepoznato	Avgust - Septembar	Dobro razvijena krošnja kotlastog oblika Dugovečno Visok prinos	Mali plod Okrugli oblik - podseća na jabuku Peteljka srednje dužine Žućkastosmeđa pokožica Debela i gruba pokožica Mekano, sunderasto meso Slatkog, kiselog ukusa Osvežavajuća aroma	+++	++	+	Konzumacija Prerada (rakija, džem, kompot, sušeno voće, vodnjika)
Takiša Takuša	Rudničko- takovski kraj	Polimlje	Nepoznato	Septembar	Dobro razvijena kruna kotlastog oblika Dugovečno Izuzetno visok prinos (do 1000 kg po sezoni)	Vrlo mali plod Peteljka srednje dužine Gruba žućkastosmeđa pokožica Stabljika srednje dužine Suvo, meko meso Srednje slatko, suvo Brojne kamene ćelije Trpak ukus	+++	++	++	Konzumacija Prerada (rakija, džem, kompot, sušeno voće, vodnjika)
Karamut Crna kruška	Rudničko- takovski kraj	/	Nepoznato	Septembar	Dobro razvijena gusta krošnja Dugovečno Visok prinos Pogodna za svako stanište	Plod sitan do srednjekrupan Plod okruglastog oblika Peteljka srednje dužine Pokožica hrapava, smeđe- zelena, a u zrelosti smeđe- crna	+++	+	+	Konzumacija Prerada (rakija, sušeno voće, turšija)

						Meso smeđe boje, sunderasto, suvo, meko, kiselo-slatkog ukusa Brojne kamene ćelije				
Jeribasma Vodenjača Pljuskača	Rudničko-takovski kraj	Polimlje	Mala Azija	Septembar - Oktobar	Zdravo dugovečno stablo (do 200 godina) Visok prinos (do 2000 kg po sezoni)	Plodovi srednje veličine do veliki Kruškoliki asimetrični oblik Peteljka srednje dužine Tanka žućkasta pokožica Belo kiselo-slatko meso Izuzetno sočno meso Brojne kamene ćelije	+++	++	+++	Konzumacija Prerada (rakija, džem, kompot, sok, sita, hrana za bebe)
Bakvača	Rudničko-takovski kraj	/	Nepoznato	Septembar -Oktobar	Kruna je bujna Razgranata Otporna na bolesti Rađa redovno i oblino Stablo je dugovečno (preko 100 godina)	Plod je srednjekrupan Okruglastog oblika sa blagim suženjem oko peteljke Peteljka je srednje duga Pokožica žuta sa mrkim lenticelama Meso je belo slatkonakiselo prijatne arome Brzo gnjili	+++	+	+	Konzumacija Prerada (pekmez, sušenje, rakija)
Miholjača	Rudničko-takovski kraj	/	Nepoznato	Oktobar	Kruna je bujna, razgranata Stablo je veliko kao hrast Otporna na bolesti Rađa redovno i oblino Stablo je dugovečno (preko 100 godina)	Plod je sitan do srednjekrupan Peteljka je srednje veličine Pokožica žuta do rumena, sa voštanom prevlakom, glatka Meso je boje meda, srednje sočno, meko, suvoparno, kompaktno Brojne kamene ćelije	+++	+++	+	Konzumacija Prerada (sušenje, rakija, turšija)

Tepavac	Rudničko-takovski kraj	Polimlje	Nepoznato	Septembar -Oktobar	Dobro razvijena kruna (do 20 m) Dugovečno (do 150 godina) Visok prinos	Plod srednje veličine Zaobljenog oblika Peteljka srednje dužine Maslinasto-zelena pokožica Čvrsto meso – kad ugnjili postaje meko i slatko Brojne kamene ćelije	++	++	+	Konzumacija Prerada (rakija, sušeno voće, vodnjika)
Zimnjača	Rudničko-takovski kraj	Polimlje	Nepoznato	Oktobar	Srednje razvijena kruna Dugovečno Visok prinos	Vrlo krupan plod (300 g) Kruškolikog oblika Peteljka duga Žučkasto braon Debela gruba pokožica Belo, tvrdo meso Trpak ukus Nije previše slatko Brojne kamene ćelije (podsećaju na dunju)	++	+++	++	Konzumacija Prerada (rakija, džem, turšija)
Lončara	Rudničko-takovski kraj	Polimlje	Nepoznato	Oktobar	Srednje razvijena kruna Dugovečno Visok prinos	Krupan plod (do 300 g) Žučkasto zelena pokožica Peteljka debela, kratka Debela gruba pokožica Belo žilavo meso Trpak ukus Brojne kamene ćelije U prezreloj fazi meso postaje sočno, slatko i blago aromatično	++	+++	+	Konzumacija Prerada (rakija, sok, kompot)
Kantaruša	Rudničko-takovski kraj	Polimlje	Nepoznato	Oktobar	Srednje razvijena kotlasta kruna Dugovečno Visok prinos	Veoma krupan plod (300-400 g) Izduženo - jajoliki oblik Peteljka srednje dužine Žučkasto-zelena pokožica	++	+++	+	Konzumacija Prerada (rakija, sok, kompot)

					Najbolje uspeva na mestima zaštićenim od vetra	prekrivena rđastom prevlakom Belo žilavo meso Trpak ukus Brojne kamene ćelije				
Ovčara	Rudničko-takovski kraj	Polimlje	Nepoznato	Oktobar	Srednje razvijena kruna Dugovečno Visok prinos	Plod srednje veličine Kruškolik Peteljka debela, kratka Debela žućkasta koža Ukusno, sočno i slatko meso	++	+++	+	Konzumacija Prerada (rakija, džem)
Turšijara	/	Polimlje	Nepoznato	Oktobar	Snažno razvijena kruna Dugovečno Visok prinos Otpornost na mraz	Mali do srednji plod Ovalnog oblika Duga peteljka Glatka i sjajna zelenkasta koža Belo, tvrdo meso Trpak ukus Brojne kamene ćelije	+++	+++	+	Konzumacija Prerada (turšija, vodnjika)
Budaljača	/	Polimlje	Nepoznato	Oktobar	Snažno razvijena piramidalna kruna Dugovečno Visok prinos	Krupan plod (do 300 g) Peteljka srednje dužine Srednje slatko meso Brojne kamene ćelije Bez arome	+++	++	+	Konzumacija Prerada (rakija, sok, džem)

Otpornost na bolesti: Otporno +++, Srednje otporno ++, Neotporno +  
 Trajnost ploda: Veoma dugo +++, Srednje dugo ++, Kratkotrajno +  
 Prisutnost: Prisutna +++, Retka ++, Veoma retka, skoro nestala +

Rezultati istraživanja pokazuju da su brojne autohtone sorte krušaka prisutne u vidu pojedinačnih stabala. Među njima su: Jagodarka, Vidovača, Ječmenjača, Petrovka, Ilinjača, Mirisavka, Lubeničarka, Sijerak, Medunak, Stambolka, Okruglica, Mesnjača, Jarac, Takiša, Karamanka, Jeribasma, Tepavac, Zimnjača, Lončara, Kantaruša, Ovčara, Pološka i Miholjača.

Pored navedenih sorti, tokom intervju sa ispitanicima rudničko-takovskog kraja zabeležene su i neke retke stare sorte krušaka koje nisu pronađene na terenu i u zasadu, ili su bile locirane na nepristupačnim mestima, ali se pominju u razgovoru, uz mogućnost da su nestale ili da su izuzetno retke. Među njima su: Beli Medunjak, Crveni Medunjak, Lojovača, Mivljača, Tamljanika, Topčiderka, Kolačara (kruška), Kožara (kruška), Tvrđajka, Zečica, Kameničarka, Divka, Stevanuša. Stabla većine sorti krušaka, iako dugovečna, veoma su stara, a i neka od njih su u lošem stanju i bliže se svojoj biološkoj smrti, pa je potrebno sortu sačuvati i prekalemiti na mladu podlogu, poželjno divlje kruške ili dunje. Na osnovu intervju sa ispitanicima, mnoga stabla su bila starija od 50 godina, a neka i preko 80 godina.

Pored opisanih sorti, u Polimlju su zabeleženi nazivi nekih sorti krušaka koje nisu pronađene u dvorištima, ali su ih se stariji meštani sećali: Arpadžik, Žuta šećerka, Ramaganlija, Begovača, Dervišica, Stranjanka, Mušćija, Tropa, Kolačuša, Žutka, Lisica, Lisičarka, Mileševka, Dolakinja, Jendžirica, Budala, Šementlija, Žuta ranica, Tvrda ranica, Kiseljak, Sivac, Sarajka, Tvrdoğnila, Čokića divljaka, Derviška, Rskavac, Carevatva, Buzdohanica.

Neke sorte krušaka zajedničke za region rudničko-takovskog područja i Polimlja, rasprostranjene su i u Bosni i Hercegovini (Beširević, 2009), među kojima su: Jagodarka, Bažva, Čadavica, Jeribasma, Ječmenjača, Kaluđerka, Lubeničarka, Takiša, Turundžija; severnoj Crnoj Gori, među kojima su: Lubeničarka, Karamanka, Jeribasma, Turšijara, Sijerak, Jarac (Mratinić, 2000; Pieroni i sar., 2011); zapadnoj oblasti Severne Makedonije, gde spadaju Vodenka, Arapka, Karamanka (Selamovska i sar., 2014); kao i u još nekim oblastima Srbije i drugih zemalja zapadnog Balkana, gde se navode: Ilinjača, Jeribasma, Arapka, Karamanka, Ječmenjača, Jagodarka, Lubeničarka, Takiša, Miholjača i druge (Pieroni i sar., 2011; Dajić Stevanović i sar., 2014; Savić, 2013; 2016; Savović, 2019; Kajkut-Zeljkić i sar., 2021).

Brojni izvori, takođe, potvrđuju da su se mnoge stare sorte gajile i tokom srednjeg veka na području Srbije (Todorović, 1899; Lapčević, 1921). Prema Todoroviću (1899) u Srbiji su se krajem 19. veka uzgajale različite sorte krušaka, koje su prema karakteristikama ploda, podeljene u nekoliko grupa, među kojima su: vodenjaci ili maslenke, takuše, dugajlije, karamanke, medunci, tamnjanike, pljuslavci, mirisavci, bljutavci, stipsare. On, takođe navodi da su krajem 19. veka bile zastupljene: Arapka, Bazva, Vilijamka, Vladarka, Vodenjaci, Gospođinka, Žutica, Kvasnica, Kimovka, Metlača, Mehelka, Pastrmka, Poatovska, Ranci, Tamnjanka, Tepka, Tominjača, Bostanka, Topuzara, Tikvara, Žutica, Zelenika, Mednici, Tikvičica, Čaponjka, Trnovača, Lisičarka, Šarenika, Tvrđaci, Štedljivka, Kozjača, Bljutavac, Karamanka, Kraljica, Repača, Pečenka, Pomorandžica.

Prema Lapčeviću (1921) koji je izneo rezultate proučavanja raznovrsnosti voća Srbije i porekla njihovog naziva, kombinovani su nalazi sa terena sa istraživanjima Vuka Karadžića, Milana Đ. Milićevića i drugih. Zabeležene su brojne sorte krušaka tog doba među kojima su: Arapka, Bazva, Beganica, Beogradka, Bigarka, Jeribasma (Vodenjača, Bljuzgača), Bostanka, Brašnjavka, Bronzara, Vidovača, Visuljak, Golubinjka, Divljaka, Dugodrška, Dugulja, Zimnjaka, Zvorniklija, Zečica, Žutica, Ilinjača, Indžirica, Jablan, Jagodnjača, Jesenjača, Ječmača, Kaluđeci, Kamenjarka, Karamanka, Korovača, Kraljica, Krompiruša, Lončara, Maslinka, Medenjača,



Mirisavka, Miholjača, Zvorniklija, Takiša, Tamnjanika, Tepavac, Topčiderka, Džundžulejka, Šerbetlija, Šumadinka. Mnoge od navedenih sorti iz tog perioda, sačuvale su se i do današnjih dana u oba istraživana područja, kao što su: Arapka, Bazva, Jeribasma, Bostanka, Žutica, Ilinjača, Karamanka, Lončara, Mirisavka, Miholjača, Takiša, Tamnjanika, Tepavac.

Bulatović i sar. (1972) sprovodili su istraživanja na teritoriji Srbije, i navode sledeće sorte, među kojima su: Arapka, Vidovača, Vranjska maslovka, Jeribasma, Ječmenka, Kakička, Kaličanka, Karamanka, Lerinka, Lončarka, Lubeničarka, Mačja glava, Medunac, Ozimača (Jarac), Pećanka, Pološka bela, Takuša (Takiša), Tiranka (Durdunjača), Turšijara. Takođe, pored domaćih sorti, on navodi i brojne odomaćene sorte, poznatog porekla, među kojima su: Viljamovka, Zimska dekantkinja, Druardova, Žifardova, Zelena Magdalena, Klapova, Kleržo, Krasanka, Trevuška, Julska šarena. Mnoge od navedenih sorti sačuvale su se i u istraživanim područjima, kao što su: Karamanka, Lončara, Jeribasma, Ječmenka, Medunac, Turšijara i Takiša.

U zapisima, u kojima se pominju nazivi tradicionalnih sorti krušaka iz užičkog kraja, (okolina Bajine Bašte i Požege), popisane su sledeće sorte: Aleksandrovka, Ambaruša, Arapka, Arnautka, Bazva, Bakovača, Barnjača, Bašulja, Begovača, Bjelunka, Blatuša, Bljutavica, Bokvača, Bosanka, Bostanka, Brašnjara, Bronzara, Budala, Budimka, Buzdovanka, Bunarača, Bundevara, Vignjača, Vidovača, Vodenjača, Glogovača, Gospođinka, Grabovača, Građanka, Dervišica, Dugulja, Durgulja, Đedovka, Žutica, Zvonara, Zelenika, Zimnjača, Kadumanka, Kajzerka, Kaluđerka, Karamanka, Kiseljača, Kruševka, Lubeničarka, Mednik, Mileševka, Miholjača, Mirisavka, Mušćija, Pamuklija, Petrovača, Popadija, Preseduša, Ramaganlija, Ranac, Svrđlić, Sipavac, Takiša, Turšijara, Crvenika šabačka, Šementija, Šeničarka, Šumadinka (Savić, 2014, 2016). Neke od njih su pronađene u rudničko-takovskom kraju, kao i u Poljimlju, među kojima su: Dugulja, Takiša, Turšijara, Karamanka, Vodenjača, Vidovača i Miholjača.

Među prvim sistematskim istraživanjima autohtonog sortimenta krušaka na teritoriji Balkanskog poluostrva, u okviru kojeg su učestvovali stručnjaci Poljoprivrednog fakulteta u Beogradu, realizovan je i međunarodni projekat započet 1976. godine. U okviru projekta, od ukupno 279 kolekcionisanih sorti, 225 je bilo sa područja Srbije, Crne Gore i Makedonije i taj materijal je sačuvan u bankama gena u SAD (Van der Zwet i sar., 1983). Jedan od zadataka istraživanja bilo je ispitivanje visoke otpornosti sorti krušaka na biljne bolesti. Kod nekoliko autohtonih sorti krušaka sa područja Srbije i Crne Gore (Smokvarka, Jeribasma, Karamanka, Mednik, Vodenjak i Zelenika), utvrđena je visoka otpornost prema kruškinoj vaši (*Psylla pyricola*) (Mratinić, 2000).

Vujanić-Varga i sar. (1994) su u svojim istraživanjima germplazme krušaka sa područja bivše Jugoslavije (Srbija, Makedonija, Bosna i Hercegovina), utvrdili prisustvo preko 2000 stabala kruške *in situ*, 38 lokalnih sorti, kao i 32 neimenovana genotipa kruške. Među lokalnim sortama kruške, navedene su: Arapka, Arganče, Badnička kruška, Belaja, Bostanka, Brašanka, Carigradsko avče, Crvena stolovača, Evropejsko avče, Grofica, Ilinjača, Ječmenka, Jeribasma, Kajkuša zimska, Kaličanka, Karamanka, Lisica, Litrenjača, Lojevača, Medunac, Miolika, Mioljak, Misirka, Panadurka, Petrovača, Sinka, Susakuša, Takuša, Tropuša, Trupnjak, Turšijara, Vašerka, Zimnjača i Žutica. Mnoge od navedenih sorti opisane su i u ovom istraživanju, i zabeležene na oba istraživana područja, među kojima su: Takuša, Turšijara, Petrovača, Ilinjača, Ječmenka, Jeribasma, Medunac.

Rezultati terenskih istraživanja stručnjaka Poljoprivrednog fakulteta u Beogradu, na području Srbije, sprovedenih 1996. godine, prikazuju još neke autohtone sorte krušaka, među kojima su: Jesenja pološka, Žutica, Devojačka duša, Jelica, Opadalica, Beoce, Jereminjača, Šiljka,

Sitnozrmara, Žutak, Koreljak, Crvenperka, Dugodrška, Dolovaci, Jovanjska vidovka, Solanka, Projača, Cvetnjaja, Sabljanka, Rakijara, Jakovka i dr. (Mratinić, 2000), a nijedna od spomenutih sorti, osim sorte Žutica, nije zabeležena na istraživanim područjima rudničko-takovskog kraja i Polimlja.

Kao rezultat terenskih istraživanja na području Šumadije, u okolini Gornjeg Milanovca, Savić (2010) navodi stare sorte krušaka: Lončara, Zečica, Takiša, Ranjac, Medunak, Lojovača, Lubeničarka, Vodenjaja, Vidovača, Ilinjača, Karamanka, Mivljača, Ozimak, Žutica, Arapka, Ranac, Tamljanka, Sitna kiseljača, Kantaruša, Sijerak. Mnoge od njih su nađene na terenu i u okviru ovog istraživanja: Lubeničarka, Vodenjaja, Vidovača, Ilinjača, Karamanka i druge. Pored navedenih sorti krušaka rudničko-takovskog kraja, Savović (2019) je na ovom području zabeležio i sorte Divka, Kameničarka, Stevanuša i Topčiderka.

Istraživanja lokalnih sorti krušaka na teritoriji Bosne i Hercegovine pokazala su prisustvo 27 tradicionalnih sorti krušaka, među kojima su: Zelenika, Begarka, Crvena izmirka, Ahmetova, Krakača, Alidunka, Okrugljača, Takiša, Debekolora, Tegarka, Mindušica, Čopa, Masnjača, Zimnjača, Karamut, Sarajka, Tikvenjača, Kačmorka, Lubeničarka, Ljeskovača, Miholjača, Jeribasma, Izmirka, Rančica, Hambarka, Šećerka (Gasi i sar., 2013). Od navedenih sorti, na području rudničko-takovskog kraja i Polimlja nađene su: Miholjača, Jeribasma, Rančica (Jagodarka), Okrugljača, Lubeničarka i Takiša. Đurić i sar. (2014, 2015) analizirali su nekoliko autohtonih sorti krušaka sa područja Bosne i Hercegovine, među kojima su bile sorte Zobnjača, Žutica, Miljevička, Lubeničarka, Rana kolačara, Gradišćanka, Žujićeva žuta, Poljakinja, Karamut i Mijolnjača, a od navedenih sorti u ovom istraživanju na području Srbije nađene su: Karamut, Mijoljača, Lubeničarka i Žutica.

Selamovska i sar. (2014, 2015) na području zapadnog dela Severne Makedonije navode tradicionalne sorte krušaka: Carigradsko avče, Evopsko avče, Šerbetka, Sinec, Letnja kajkuška, Vodenka, Tiranka, Trupnjak, Zimska kajkuška, od kojih je sorta Vodenka (Jeribasma) zabeležena i u ovom istraživanju.

Dajić Stevanović i sar. (2014) navode autohtone sorte krušaka koje se mogu naći u timočkom regionu u Srbiji, među kojima su: Jagodarka, Ječmenka, Lubeničarka, Karamanka, Takiša, Jeribasma, Turšijara, Mirisavka, Medunak, Stambolka, Jagodarka, Okruglica, Kaluđerka, Miholjača, a gotovo sve sorte timočkog regiona, nađene su i u rudničko-takovskom kraju, kao i u Polimlju.

Prema Šebek (2020) autohtoni sortiment gornjeg Polimlja se karakteriše brojnim sortama, koje su zajedničke i za srednje i donje Polimlje, među kojima su: Ječmenka, Jeribasma, Medunak, Sijerak, Turšijača, Vidovača, a u predelu gornjeg Polimlja zabeležene su još neke sorte: Begar, Crvenka, Kačmorka, Kaličanka, Pećanka, Ramaganlija, Samoraška, Zelenika, Žutica.

Kajkut-Zeljkić i sar. (2021) na području Bosne i Hercegovine navode 67 uzoraka sorti krušaka, koje su nađene u okviru seoskih domaćinstava, među kojima su: Izmirska, Litrenjača, Urumenka, Duga bostanjača, Batvača, Jeribasma, Zrnka, Pšeničarka, Avraška, Ječmenka, Čadanka, Jagodnjača, Kantaruša, Citronka, Čavka, Gospoinjača, Sarajka, Karamut, Sarevka, Glibanjka, Žutica, Bijela takiša, Stambolka, Karamut, Crnica, Sijerak, Kaurka i Lisica. Među navedenim sortama na istraživanom području u ovom radu zabeležene su Jeribasma, Ječmenka, Sijerak, Jagodnjača i Kantaruša (**Tabela 7**).

Nazivi autohtonog sortimenta krušaka su narodni, uglavnom lokalnog karaktera (Mratinić, 2000; Beširević, 2009; Jošić, 2013; Savić, 2016) i opšte su prihvaćeni u svakodnevnom govoru i u

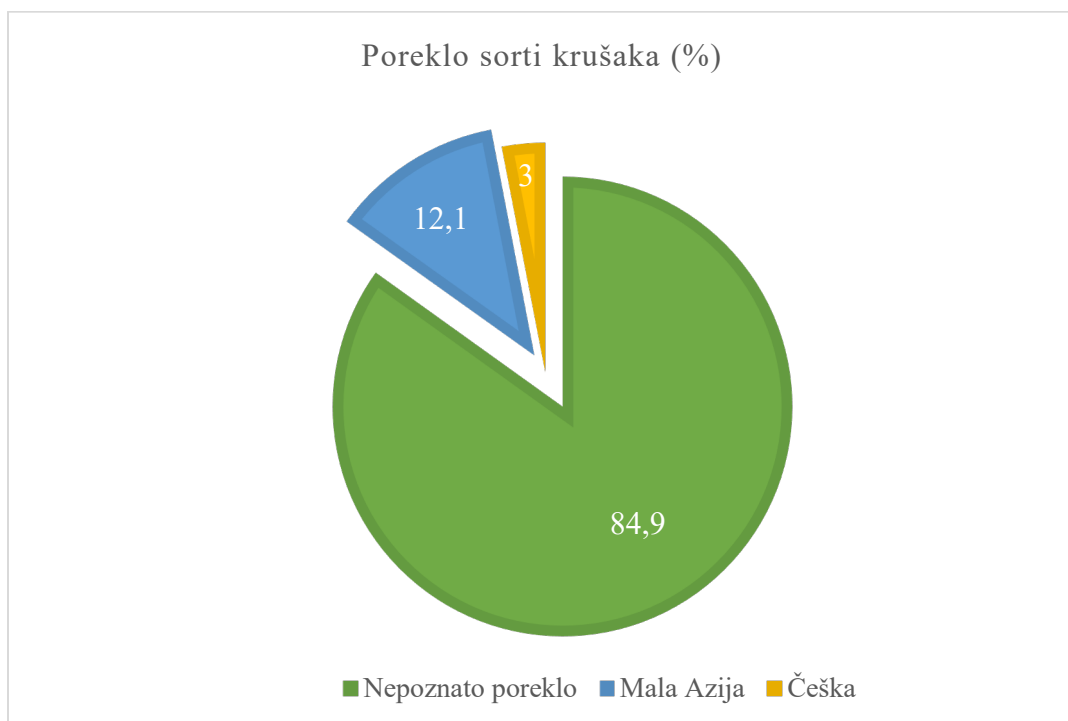
nauci (Kajkut-Zeljko, 2019; Kajkut-Zeljko i sar., 2021). Mnogi etiološki nazivi sorti potiču od lokaliteta ili kvaliteta i osobina ploda (Keserović i sar., 2017).

Brojne su situacije kada se ista sorta drugačije naziva u jednom području, u odnosu na drugo područje u Srbiji, ili na Balkanu (Jošić, 2013). Kruška Karamanka naziva se i Babovača, Bundovanka, Bazduhanlija; krušku Lubeničarku nazivaju Bostanjača, kruška Jeribasma – Vodenjak, Vodenjača ili Pljuskača; kruška Ječmenjača je Pšeničarka (Beširević, 2009; Savić, 2013; 2016). Poreklo narodnih naziva izvedeno je iz srpskog (Jagodarka, Vidovača, Petrovka, Ilinjača, Žetvenjača, Mirisavka, Okruglica, Mesnjača, Zimnjača, Jarac, Lončara, Ovčara) ili turskog jezika (Budaljača, Turundžija, Jeribasma, Arpadžik, Karamut) (Jošić, 2013).

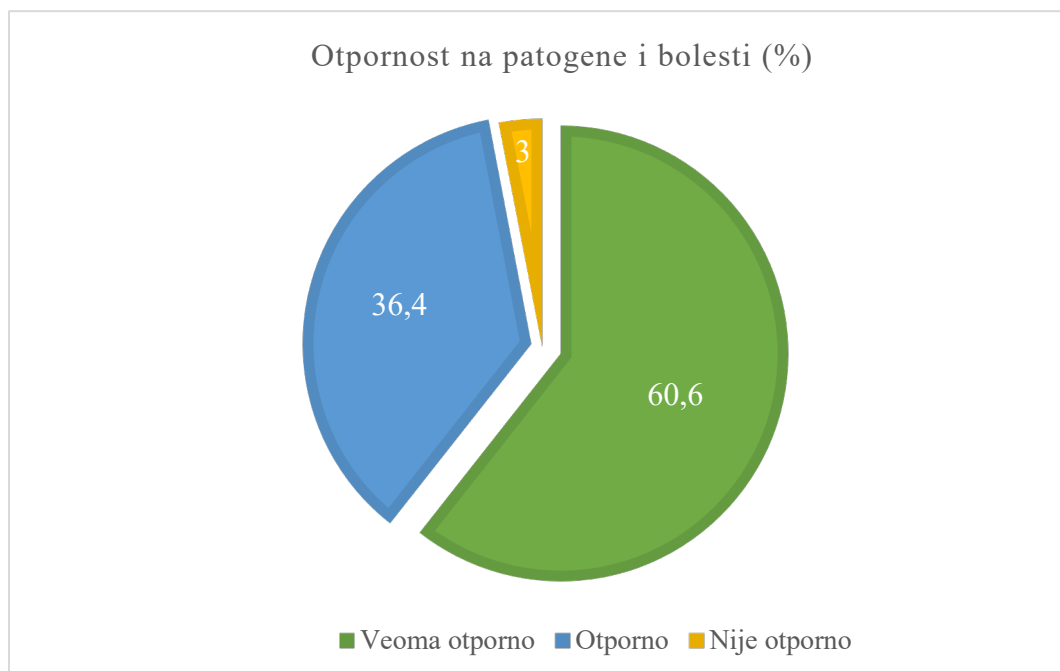
Nazivi voća davani su po različitim kriterijumima: prema vremenu zrenja (Ranac – rano zri, Petrovača – sazreva oko Petrovdana, Jagodarka – u vreme zrenja jagoda, Ilinjača – sazreva o Ilindanu, Vidovača – sazreva o Vidovdanu, Miholjača – zri u kasno leto, oko Miholjdana, Zimnjača – zimska kruška, itd.), lokalitetu gde je voće pronađeno ili njegovom poreklu (Karamanka, Stambolka, Topčiderka, Pološka), ali i karakteristikama ploda - obliku, ukusu, boji, mirisu, čak i sastavu (Mirisavka, Okruglica, Vodenjača, Medunak, Mesnjača, Kantaruša, Arapka, Zelenika, Kameničarka, Tamnjanika, Žutica itd.) (Jošić, 2013; Savić, 2014; Keserović i sar., 2017).

Neke sorte sa područja Polimlja imaju neobična narodna imena koja su povezana sa karakteristikama voća (Kiseljača - kisela, Rskavac - hrskava, Preseduša - lošeg ukusa, Tropa – trula, brzo propadanje, Budala – asocira na loš kvalitet ploda).

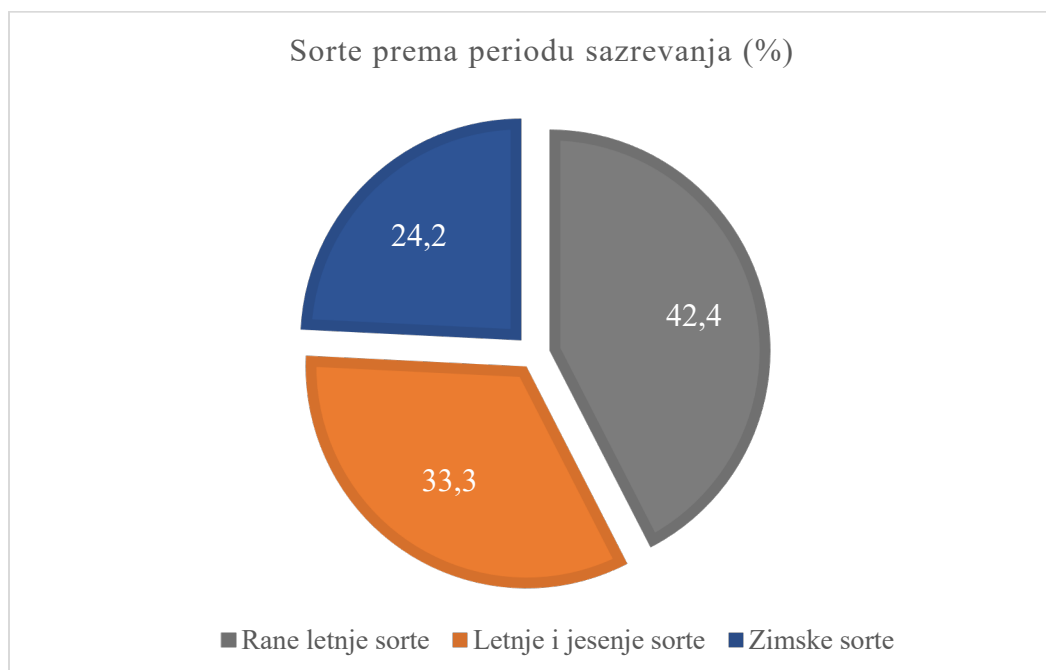
U odnosu na poreklo, 28 sorti krušaka (84,9%) je nepoznatog porekla. Smatra se da 4 sorte (12,1%) Stambolka, Karamanka, Jarac i Jeribasma potiču sa Bliskog Istoka i Male Azije, a jedna sorta (3%), Ječmenjača (Jakovka), je poreklom iz Češke, što potvrđuju i literaturni izvori (Mratinić, 2000) (**Grafikon 7**).



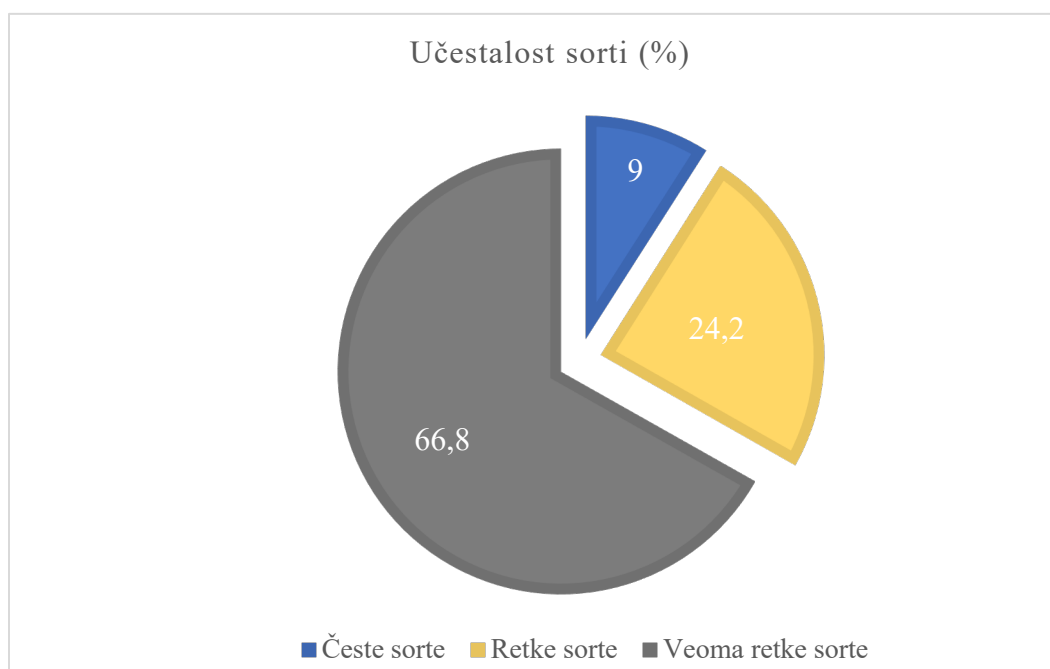
**Grafikon 7.** Grafički prikaz porekla istraživanih sorti *Pyrus* sp.



**Grafikon 8.** Grafički prikaz otpornosti istraživanih sorti *Pyrus* sp. na patogene i bolesti.



**Grafikon 9.** Grafički prikaz istraživanih sorti *Pyrus* sp. u odnosu na period sazrevanja.



**Grafikon 10.** Grafički prikaz istraživanih sorti *Pyrus* sp. u odnosu na učestalost pojavljivanja.



U pogledu otpornosti sorti na patogene i bolesti (**Grafikon 8**), iskustva lokalnog stanovništva ukazuju da je 60,6% različitih sorti krušaka vrlo otporno (Ječmenjača, Mirisavka, Lubeničarka, Turundžija, Stambolka, Okruglica, Jeribasma, Bazva, Takiša, Jarac, Mesnjača, Turšijara i Budaljača); 36,4% sorti je otporno (Jagodarka, Vidovača, Petrovka, Ilinjača, Sijerak, Medunak, Čađavica, Tepavac, Zimnjača, Lončara, Kantaruša, Ovčara), a samo 3% zabeleženih sorti krušaka nije otporno (Karamanka). Zbog svojih karakteristika u odnosu na otpornost na bolesti, sorte se mogu koristiti za organsku proizvodnju bez dodatne hemijske zaštite (Mratinić, 2000).

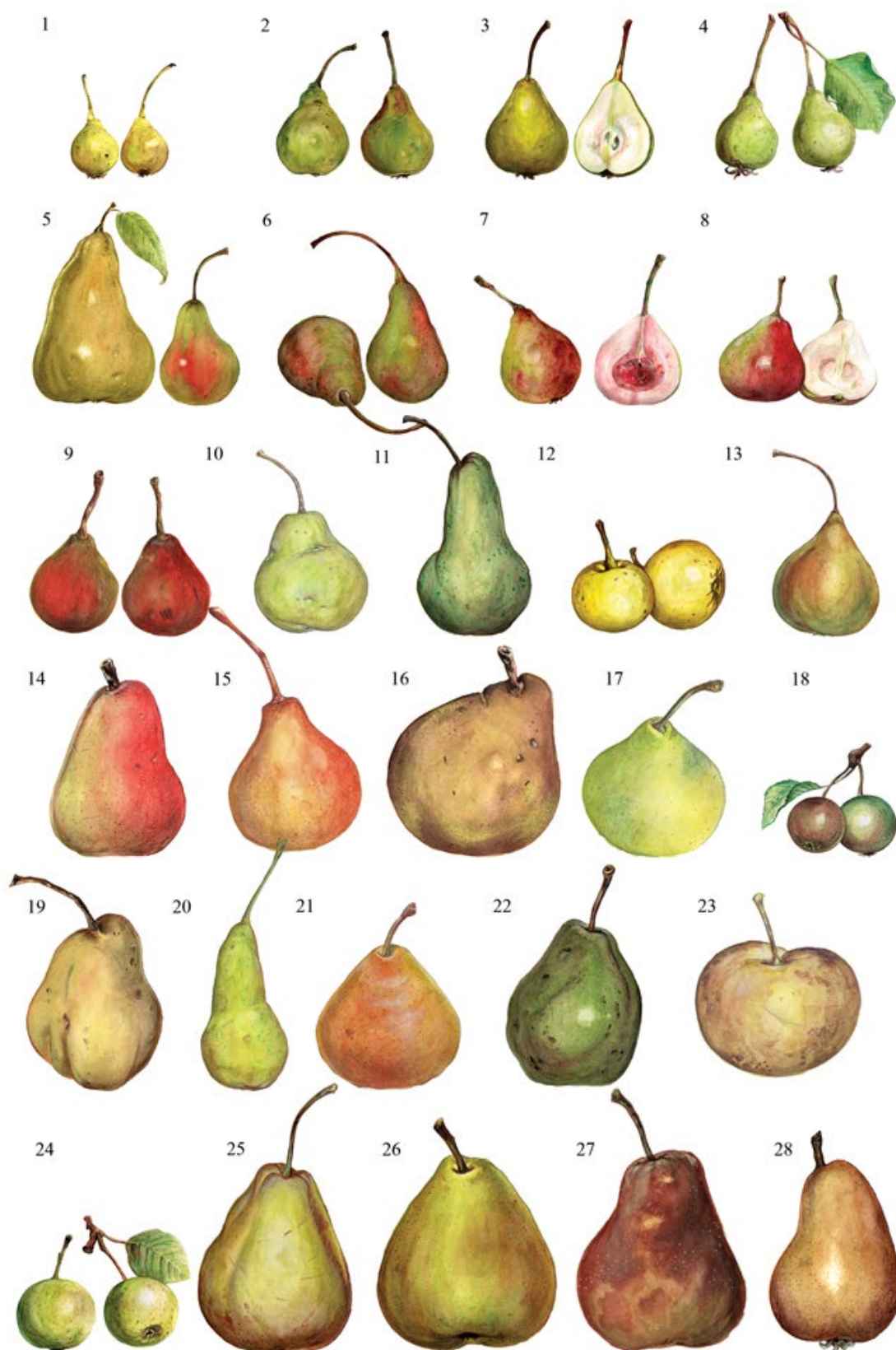
Keserović i sar. (2017) navode da je za proces hibridizacije i proizvodnju zdravstveno ispravnog prinosa ploda kruške potrebno odabrati lokalne sorte koje su otporne na štetočine i biljne bolesti, u koje se ubrajaju: Lubeničarka, Ječmenka, Pšeničarka, Vidovača, Turšijara, Takiša i Karamanka. Međutim, Karamanka je od strane ispitanika u intervjuima okarakterisana kao neotporna. Takođe i u gornjem Polimlju, prema Jaćimović i sar. (2017), mnoge autohtone sorte krušaka su dominantnije u odnosu na komercijalne sorte, pre svega zbog dugovečnosti i otpornosti na mraz, sušu i patogene.

Prema odgovorima ispitanika (**Grafikon 9**) značajan broj zabeleženih ranoletnjih sorti krušaka (42,4%) brzo propada (Jagodarka, Vidovača, Ječmenjača, Petrovka, Ilinjača, Lubeničarka, Sijerak, Čađavica i dr.). Razlog brzog propadanja je sitan plod, visok procenat vode i manje sklereida u plodu (Mratinić, 2000). Letnje i jesenje sorte (33,3%): Turundžija, Medunak, Okruglica, Mesnjača, Karamanka, Jarac, Takiša, Bazva, Jeribasma, Tepavac i dr. imaju srednju trajnost ploda. Zimske sorte krušaka (24,2%), u koje se ubrajaju Zimnjača, Lončara, Kantaruša, Ovčara i Turšijara su trajnije i mogu se očuvati tokom cele zime do proleća. Zimske sorte imaju bolju konzistenciju ploda, veću količinu tanina, lignina, sklereida i šećera, kao i niži procenat vode (Mratinić, 2000; Savić, 2016). Sorte koje rano sazrevaju, koriste se za konzumaciju i u svežem stanju, a kasne sorte za konzumaciju i preradu u brojne proizvode (Šebek i Jaćimović, 2007).

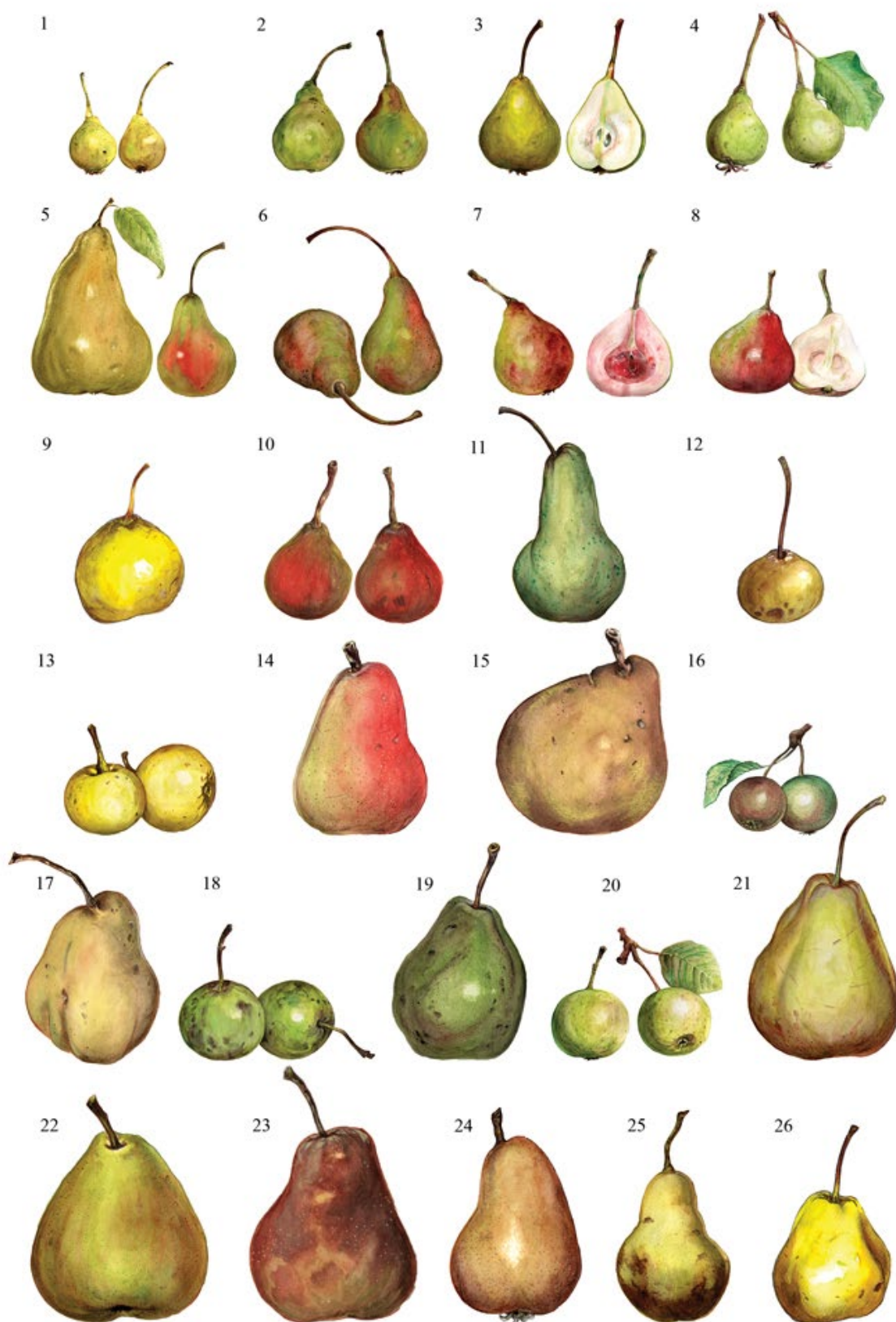
Ispitanici su naveli (**Grafikon 10**) da je 9% zabeleženih sorti krušaka veoma prisutno u dvorištima (Petrovka, Jeribasma i Karamanka); 24,2% sorti je retko (Vidovača, Ječmenjača, Ilinjača, Lubeničarka, Medunak, Zimnjača, Takiša); dok je 66,8% navedenih sorti izuzetno retko (Jagodarka, Mirisavka, Sijerak, Turundžija, Stambolka, Čađavica, Okruglica, Mesnjača, Jarac, Bazva, Tepavac, Lončara, Kantaruša, Ovčara, Turšijara i dr.).

Skender (2007) je ispitivanjem autohtonog sortimenta krušaka na lokalitetu Gradačac (Bosna i Hercegovina), došla do podatka o brojnim sortama krušaka, koje su karakteristične i za Srbiju, kao i za rudničko-takovsku oblast i Polimlje. Među tim sortama navode se: Jeribasma, Kantaruša, Mednica, Zimnjača, Karamanka, Bazva. Nađene su i još neke stare sorte krušaka, karakteristične samo za lokalitet Gradačac u Bosni i Hercegovini: Dugopelica, Karuša, Aščerička, Sidac, Kajzerica, Ulička, Bergamut, Krupna divljaka, Carešnica, Avraška, Huseinbegovača (Skender, 2007). Takođe, u istoj studiji anketirani su farmeri i lokalno stanovništvo u cilju inventarizacije genotipa i karakterizacije sorti krušaka, gde su uzimani podaci o nazivu sorte, starosti uzoraka grančica i načina korišćenja plodova u toj oblasti. Utvrđeno je da se istraživani genotipovi mogu koristiti za preradu voća u prehrambenoj industriji, a da su se po kvalitetu ploda i njihovog nutritivnog sastava izdvojile sorte: Dugopelica, Kajzerica, Karuša i Sidac. Takođe, Skender i sar. (2008) su istraživali i morfološke i hemijske karakteristike autohtonih sorti krušaka sa područja Bosne i Hercegovine, i utvrdili su veoma povoljna pomološka svojstva sorti Krupna divljaka, Kajzerica, Dugopelica, Ulička i Aščerička, kao i da se njihove osobine mogu koristiti za dalja oplemenjivanja.

Šebek i sar. (2007) su ispitivali lokalne sorte jabuka i krušaka gornjeg Polimlja, i opisali su 12 autohtonih sorti krušaka, karakterističnih za ovo područje: Karamanku, Pećanku, Korovac, Sinku, Medunak, Kaličanku, Turšijaču, Kačamorku, Jeribasmu, Jarac, Sijerak i Lubeničarku, od kojih je većina predstavljena i u ovom istraživanju. Prema njihovim istraživanjima, navedene autohtone sorte krušaka su poreklom iz brdsko-planinske oblasti Srbije, sa područja Brusa i Raške (800-1200 m nv) i veoma su pogodne za uzgoj na većim nadmorskim visinama, jer su fiziološki prilagodile vreme cvetanja oštrijim uslovima, čime izbegavaju kasne prolećne mrazeve.



**Slika 23.** Autohtone sorte krušaka rudničko-takovskog kraja: 1. Jagodarka, 2. Vidovača, 3. Ječmenjača, 4. Petrovača, 5. Ilinjača, 6. Mirisavka, 7. Lubeničarka, 8. Sijerak, 9. Međunak, 10. Zetvenjača, 11. Stambolka, 12. Okruglica, 13. Gospođinka, 14. Mesnjača, 15. Miholjača, 16. Jarac, 17. Žutica, 18. Takiša, 19. Karamanka, 20. Dugulja, 21. Bakvača, 22. Jeribasma, 23. Karamut, 24. Tepavac, 25. Zimnjača, 26. Lončara, 27. Kantaruša, 28. Ovčara.



**Slika 24.** Autohtone sorte krušaka srednjeg i donjeg Polimlja: 1. Jagodarka, 2. Vidovača, 3. Ječmenjača, 4. Petrovača, 5. Ilinjača, 6. Mirisavka, 7. Lubeničarka, 8. Sijerak, 9. Turundžija, 10. Mladunak, 11. Stambolka, 12. Čadavica, 13. Okruglica, 14. Mesnjača, 15. Jarac, 16. Takiša, 17. Karamanka, 18. Bazva, 19. Jeribasma, 20. Tepavac, 21. Zimnjača, 22. Lončara, 23. Kantaruša, 24. Ovčara, 25. Turšijara, 26. Budaljača.



#### 4.1.3. Tradicionalna upotreba kruške u ishrani

Prema odgovorima ispitanika, kruška se na području rudničko-takovskog kraja i u regionu Polimlja, osim konzumacije u svežem obliku, oduvek prerađivala i koristila u prehrambene svrhe (Tabela 7). Nekada je način prerade voća bio tradicionalan, dok je u današnje vreme osavremenjen, ali, se u pojedinim selima i među starijim stanovništvom, sporadično zadržao tradicionalan način prerade.

Rane letnje sorte krušaka se koriste u oba područja isključivo za ishranu, zbog sitnog ploda i brzog propadanja, dok se sorte koje sazrevaju od polovine leta do kasne jeseni, osim konzumacije, i prerađuju. Plod krušaka koje sazrevaju u kasno leto ili na jesen se suši i koristi se tokom zime za kompot. Pojedine sorte se prerađuju u sok, džem (pekmez), kompot, za kolače, a od nekih se priprema rakija (kruškovača). Sok se priprema od svežih krušaka, ili se kombinuje sa plodom drugog voća (kajsija, jabuka, trešnja, dunja). Džem ili pekmez se takođe, priprema samo od ploda krušaka, ili se kombinuje sa drugim voćem (dunja, jabuka). Svež ili kuvan pasirani plod je dobar za ishranu beba, kao hipoalergena hrana.

Kruškovača (rakija) se priprema samo od krušaka, ili u kombinaciji sa drugim plodovima voća (šljiva, jabuka), a posebno je visokog kvaliteta ako se pravi od sorte Viljamovke. Deo plodova koji se ne iskoristi u ishrani ljudi, koristi se za ishranu domaćih životinja ili propada.

Postoje dva tradicionalna proizvoda od kruške (Turšijara, Miholjača, Zimnjača, Takiša i dr.), koja se sporadično mogu pronaći u domaćinstvima oba istraživana područja, ali češće na području Polimlja: *turšija* od voća i *vodnjika*.

Od ploda kasnih jesenjih i zimskih krušaka (Turšijara, Zimnjača, Ovčara i dr.) priprema se *turšija* koja se sastoji od voća i povrća i koja se čuva u staklenim teglama. Plodovi zimskih krušaka se odlikuju niskim sadržajem šećera i visokim sadržajem voćnih kiselina, zbog čega su kiselog ukusa, i pogodni za ovu vrstu obrade (Savić, 2014). Prema Garić Petrović (2013) „u turšiju su se stavljale jesenje kruške, divlje jabuke i mušmule. Za to su bile pogodne sorte Takiša, Vodenjača (Jeribasma), Pološka i Šumadinka. Nakon što bi nekoliko dana odstojale na vazduhu da se prosuše, kruške su se ređale u ćup, čabar, ili bure, i prelivane su prokuvalom i ohlađenom vodom. Kruške (*turšija*) su se koristile za ishranu u zimskom periodu”. Neke od zimskih krušaka (Zimnjača, Turšijara) sa većim procentom voćnih kiselina se koriste za pravljenje turšije sa povrćem; plodovi se uz dodatak povrća stavljaju u staklene tegle i nalivaju se vodom (Savić, 2013).

*Vodnjika* je blago gazirani, slatkasto nakiseli voćni napitak koji nastaje sporom fermentacijom voća, najčešće krušaka, uz dodatak još nekog voća (mušmule), u buretu sa vodom, Prema Garić Petrović (2013), *vodnjika* (kruškova voda) se odličala i pila, a voda se pretakala sedmog i četrnaestog dana. Veruje se da *vodnjika* blagotvorno deluje na snižavanje krvnog pritiska. Ovo piće koriste i stariji i deca. *Vodnjika* se priprema i u centralnoj Srbiji (Savić, 2013; Savić, 2016).

Tradicionalni proizvod od kruške u oblasti Polimlja, koji je karakterističan za muslimanska domaćinstva je *sita*. To je gusti, smeđi sirup po strukturi sličan medu, koji se dobija ukuvavanjem pulpe odabranih sorti jabuka i krušaka (Karamanka, Vodenjača, Šećerka itd.) bez dodatka šećera ili bilo kog drugog dodatka. *Sita* se dobija prvo usitnjavanjem ploda jabuka i krušaka u drvenoj karlici, a zatim i ukuvavanjem na šporetu do gustog sirupa, uz mešanje, a zatim se vrela naliva u staklene tegle, u kojima se čuva. Koristi se za pite i palačinke, za prelivanje mladog kajmaka, ili se konzumira ujutru uz čašu vode, kao slatko. Rok upotrebe *sita* je neograničen. Ovaj proizvod ima



posebnu tradicionalnu i emotivnu vrednost u muslimanskim domaćinstvima (Dajić Stevanović i sar., 2014; Savić, 2016).



**Slika 25.** a) Presa za pripremu tradicionalnog proizvoda – site, muzejski eksponat Muzeja u Prijepolju; b) Tradicionalni proizvod – sita. (Fotografija: A. Savić)

U Polimlju se često kuva slatko od krušaka, kao i u celoj Srbiji i na području zapadnog Balkana (Savić, 2016; Dajić Stevanović i sar., 2014). Slatko je kuvano voće u šećernom sirupu koje se čuva u staklenim teglama i konzumira se ujutru, uz kafu ili za poslužnje gostiju. Pravi se od različitih vrsta oljuštenog voća, uključujući i krušku.

Proučavajući voćarstvo u Srbiji krajem 19. veka, Todorović (1899) navodi da jabuka i kruška imaju višestruku upotrebu: „sirov rod je dobar za jelo, pa se ceni i kao trgovinska roba, dobar je za sušenje ceo ili u kriškama, za kuvanje pekmeza, naročito je izvrstan za jabukovaču, blago alkoholno piće, koja je zdravo i prijatno piće (cider, prim. aut)“. Takođe, Todorović ((1899) navodi i vodnjiku koja se pripremala u to doba, i da se konzumirala zimi umesto vode. Navodi da su se kruške kuvale ili pekle, i da su bile obrok, umesto cicvare.

Osim šljiva, u domaćinstvima su se sušili plodovi jabuka i krušaka na suncu i u sušarama, a od sušenih plodova tokom zime se kuvao kompot (Savić, 2014). Suve jabuke i kruške, nasečene na kriške, nizale su se na konac i ostavljale ispod strehe. Takiše su sušene u sušnicama, ili na suncu, a tako osušene mogle su se čuvati i po nekoliko godina da se ne pokvare (Savić, 2013; Garić Petrović, 2013).

Sorte zimskih krušaka se karakterišu krupnim i čvrstim plodovima, koji se mogu čuvati zimi u hladnim prostorijama, Nekada se voće tokom zime čuvalo u vajatima, kačarama i trapovima, dok je u današnje vreme ovaj način čuvanja voća veoma redak. U vajatima i kačarama plod kruške se čuvao tako što se naizmenično ređao red slame, red krušaka, a u slamu se stavljalo i aromatično bilje (bosiljak i dr.) što kruškama daje specifičnu aromu (Savić, 2014, 2016). Za zimu se čuvaju isključivo zdravi i probrani plodovi. Trap se pravio u zemlji, u vidu duboke rupe na mestu koje nije vlažno, i koje je oblagano pepelom, konopljom, slamom ili suvim orahovim lišćem, a negde i daskama. Ređao se red slame, red jabuka i krušaka. Trapovi su se zatvarali do Velikog posta, a zatim su otvarani tokom zime (Garić Petrović, 2013). Kruške i jabuke su se tokom zime čuvale i u pletenim korpama sa pšenicom i ječmom, ili čak pasuljem, na hladnim mestima. Nekada su devojke

otkidale čitave grane sa plodovima krušaka i čuvale ih u sobi po zidovima, ili na tavanu, radi lepog mirisa (Garić Petrović, 2013). Neki srednjovekovni zapisi pokazuju da su se kruške na području Srbije pekle na otvorenoj vatri ili su se kuvale u loncu i konzumirale kao glavna hrana ili kao desert (Lapčević, 1921; Savić, 2013).

U oba istraživana područja neiskorišćeni plodovi propadaju, ili su hrana domaćim i divljim životinjama, kao i insektima. Prema Todoroviću (1899), ništa se nije bacalo, jer se lišće voćaka polagalo kao prostirka stoci, propalo voće je koristila stoka za ishranu, a od komine se pravilo sirće. Sve što nije bilo ni za kakvu upotrebu, koristilo se kao kompost.

Mnogi autori na sličan način opisuju tradicionalno korišćenje ploda kruške i drugog voća u selima na području centralne Srbije, naročito rudničko-takovske oblasti, među kojima su: Perkić (1863) za selo Dragolj; Knežević i Jovanović (1958) za Jarmenovce; Filipović za Takovo (1960); Petković za Lunjevicu (1988); Milovanović za Savinac (1995); Jevtović (1997) za Leušice; Glišić za Brđane (1999); Milovanović (2000) za Brusnicu; Savić (2010) za pojedina rudnička sela; Vučićević (2011) za Rudnik. Pieroni i sar. (2011) u etnobotaničkim istaživanjima Pešterske visoravni i Sandžaka na jugozapadu Srbije, navode da se od ploda domaće kruške (*P. communis*) peče rakija, dok se od ploda divlje kruške (*P. pyraster*) fermentisanog u vodi, dobija sirće. Prema Zlatković i sar. (2014), na području istočne Srbije i planine Rtanj, plod slanopađe (*Pyrus spinosa* Forssk.) se konzumira kao digestiv.

Beširević (2009) opisuje tradicionalnu upotrebu starih sorti krušaka na području Bosne i Hercegovine, koja je slična upotrebi i preradi kruške u Polimlju (svež plod, kompot, sok, džem, turšija, sita). U istočnoj Albaniji se plod divljih krušaka koristi u ishrani na sličan način kao i u Srbiji: u ishrani kao užina, čuva se u slami, od ploda divlje kruške se pravi pekmez (kuva se sa šećerom), a peče se i rakija (*raki*) (Pieroni i sar., 2014a, 2015a,b). U severnoj Albaniji divlja kruška se konzumira i ima primenu sličnu kao i u zapadnim delovima Severne Makedonije (Pieroni, 2008; Pieroni i sar., 2013). Takođe, plod divlje kruške se konzumira i kuvan u vodi (hošaf) (Pieroni i sar., 2014a).

Sõukand i sar. (2015) navode upotrebu ploda divlje evropske kruške u nekoliko evropskih zemalja (Mađarska, Poljska, Belorusija, Bugarska, Albanija), kao i njegovu preradu u blago fermentisano piće, izradu alkoholnog napitka destilacijom (rakija), spravljanje sirćeta od ploda, sušenje ploda i konzumiranje u ishrani ili u vidu kompot, kao i delikates u ishrani. U Italiji je plod evropske kruške značajan kao delikates, u izradi kulinarskih jela i salata u tradicionalnoj mediteranskoj ishrani (Biscotti i sar., 2022). U Gruziji se plod divlje evropske kruške, takođe koristi u ishrani i za spravljanje alkoholnog napitka (Busmann i sar., 2016), slično kao i u Iranu gde se upotrebljava u ishrani i preradi (Jalali i sar., 2009). Isto tako u Kini (provincija Junan), plod divlje kruške (*P. pyrifolia*) se koristi za ishranu u svežem ili u kuvanom obliku (Sun i sar., 2020). Günes (2017) opisuje upotrebu divlje evropske (*P. communis*) i dafinolisne kruške (*P. elaeagrifolia*) na području Turske i njihovu preradu u tradicionalne proizvode – kao sušene plodove, kompot i kao turšiju.

Značajna je upotreba u ishrani i preradi i drugih vrsta roda *Pyrus* širom sveta. Na području Kašmira (zapadna Indija i Pakistan) domaće stanovništvo kao dodatak u ishrani koristi zreli plod divlje himalajske kruške (*Pyrus pashia* Buch.) (Anam i sar., 2017, Prakash i sar., 2021), ali se od njenih plodova priprema i vino, a koristi se i kao aperitiv (Asha i Singh, 2020). Tradicionalna plemena Himalaja koriste dekolt lista divlje himalajske kruške kao nefermentisani zdravi napitak (Prakash i sar., 2021).

#### 4.1.4. Etnomedicinska upotreba kruške

U okviru ove studije učesnici oba ispitivana područja odgovarali su na nekoliko pitanja o tradicionalnoj upotrebi delova kruške kao biljke, a posebno ploda u etnomedicinske svrhe (**Tabela 8**). Postoje razlike u odgovorima ispitanika istraživanih oblasti u pogledu upotrebe evropske kruške i njenih različitih delova. U rudničko-takovskom kraju kruška se malo ili gotovo nimalo ne koristi u etnomedicinske svrhe, njena upotreba je dominantnija u pogledu konzumacije i prerade ploda, dok se u Polimlju kruška mnogo više koristi u etnomedicinske svrhe, a etnomedicinska znanja i tradicija poznata su i danas lokalnom stanovništvu.

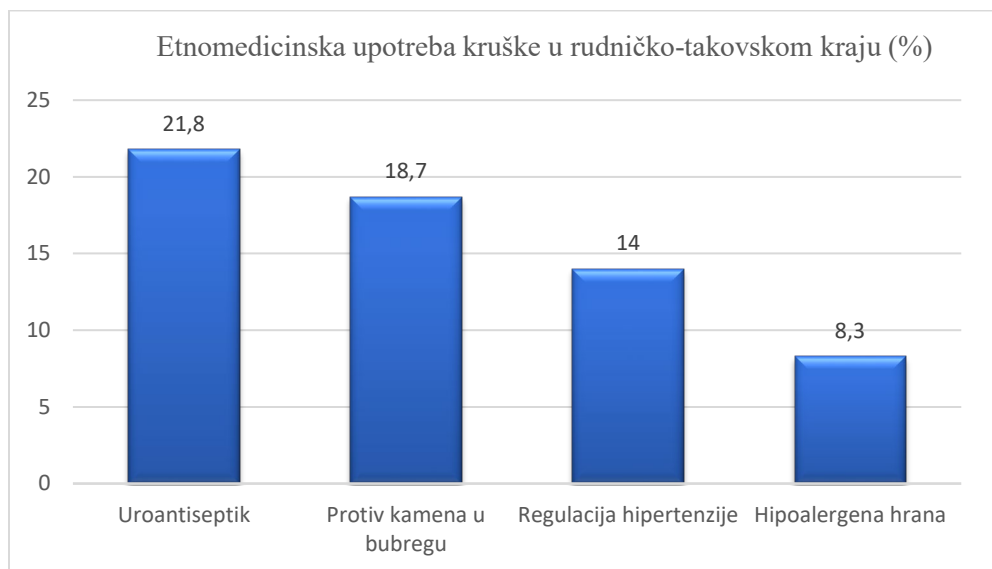
Svež ili sušen plod se koristi protiv konstipacije u oba istraživana područja: u Polimlju 54,3% ispitanika je navelo upotrebu u ove svrhe, dok je u rudničko-takovskom kraju svega 10,9% ispitanika, takođe navelo upotrebu ploda kruške kao leka protiv konstipacije. Plod kruške u oba navedena područja se koristi kao sok ili kompot za regulaciju hipertenzije (65,2% u Polimlju, odnosno 14,0% u rudničko-takovskom kraju). Za regulisanje šećera u krvi, kao i za smanjenje holesterola koriste se plod i kora stabla. Plod se koristi u svežem i prerađenom obliku, kao sok ili kompot, a kora stabla u vidu čaja ili tinkture. U Polimlju je 63,0% ispitanika navelo upotrebu ploda i kore stabla kruške u ove svrhe, dok u rudničko-takovskom kraju prema odgovorima ispitanika ova lekovita svojstva nisu poznata, niti se kruška koristi u ovu svrhu.

Kao uroantiseptik se koristi kora stabla u vidu čaja ili tinkture, oralno, i to u Polimlju 39,1%, u skoro dvostruko većem procentu u odnosu na rudničko-takovski kraj, gde je 21,8% ispitanika navelo upotrebu kruške kao uroantiseptik. Za tretman kamena u bubregu koristi se list kruške, u obliku čaja i tinkture, i to u rudničko-takovskom kraju 18,7%, odnosno 39,6% u Polimlju. Kao antireumatik koristi se list, u vidu čaja (oralno), kao i tinktura lista u vidu obloge, samo u Polimlju (26,0%), dok se u rudničko-takovskom kraju kruška za tu svrhu ne koristi.

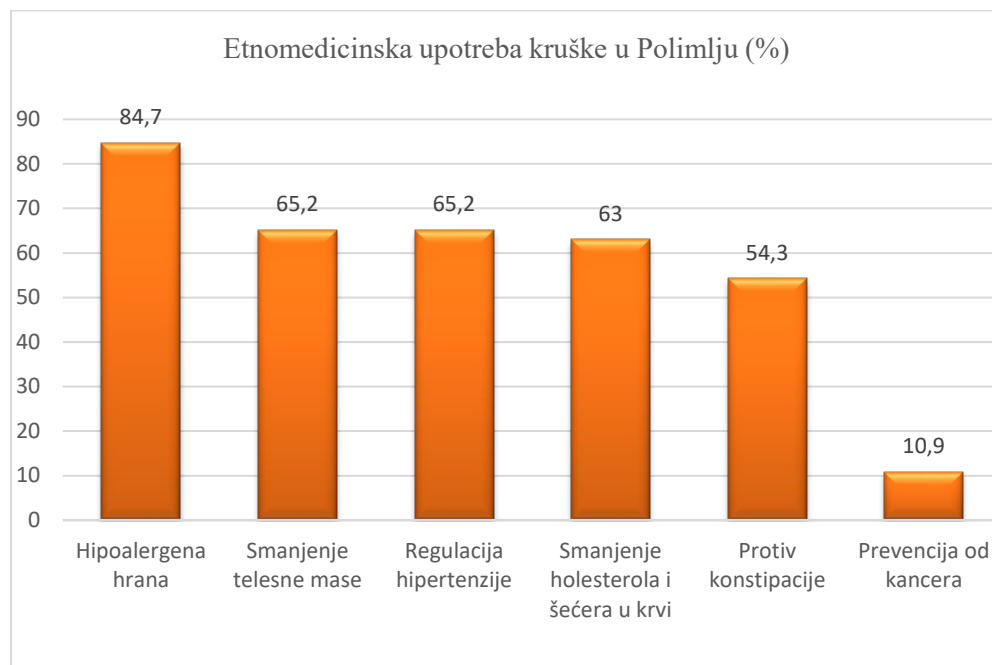
Za smanjenje telesne mase plod se koristi u svežem i prerađenom obliku (sok, kompot): u Polimlju 65,2%, odnosno 11,9% u rudničko-takovskom kraju. Kao prevencija od kancera koristi se plod, u svežem i prerađenom obliku (sok, kompot), i to samo u Polimlju (10,9%) dok u rudničko-takovskom kraju upotreba kruške u tu svrhu nije zabeležena. Kao hipoalergena hrana, pogodna za ishranu beba i dece, koristi se sveži plod kruške, u pasiranom obliku, kao sok i kompot u oba istraživana područja, i to 84,7% u Polimlju, odnosno 8,3% u rudničko-takovskom kraju.

Kruška se koristi u svim slučajevima oralno (interno), osim kao antireumatik, gde se koristi eksterno, kao tinktura lista u vidu obloge. Većina ispitanika na području rudničko-takovskog kraja nije znala za mogućnost korišćenja delova kruške (plod, list, kora stabla) u lekovite svrhe, niti su u tu svrhu krušku koristili njihovi preci, već isključivo za ishranu. Stanovništvo Polimlja je bilo bolje upoznato sa lekovitim svojstvima kruške i njenim korišćenjem u tradicionalnoj medicini.

Prema odgovorima ispitanika, kruška u rudničko-takovskom kraju ima veći značaj kao hrana, kao deo tradicije, zbog prerade ili se gaji samo dekorativno, dok se u Polimlju kruška koristi kao hrana, u svežem i prerađenom obliku, manje u dekorativne, ali znatno više u etnomedicinske svrhe.



**Grafikon 11.** Upotreba kruške u etnomedicinske svrhe u rudničko-takovskom kraju.



**Grafikon 12.** Upotreba kruške u etnomedicinske svrhe u srednjem i donjem Polimlju.

U brojnim etnobotaničkim studijama sprovedenim na području Srbije, Balkanskog poluostrva i sveta upotreba kruške je opisana u lekovite svrhe i zabeleženi su njeni blagotvorni efekti na ljudsko zdravlje. Todorović (1899) opisujući voćarstvo u Srbiji krajem 19. veka, kaže za krušku, da je “zdravom lepa zakuska, a bolesniku često i lek“. On navodi da se kruška, isto kao i jabuka, koristi za lečenje mnogih bolesti: „od kiselih jabuka, krušaka i grožđa spravljaju se ekstrakt koji se u lekarstvu upotrebljava, a od slatkih se gotovi dekokt (odvar), za stišavanje vatre (temperature) i protiv kašlja“. Kuvane ili pečene jabuke i kruške su blago sredstvo za čišćenje; sok se koristi protiv dijareje, a pomešan s medom protiv gušobolje. Odvar od kore stabla kruške koristi se protiv groznice. On, takođe, navodi, da se lišće kruške skuvano ili ispečeno s gljivama, koristi kao sredstvo za sprečavanje od trovanja gljivama.

Takođe, prema Todoroviću (1899) i drugo voće se koristilo u lekovite svrhe: plod dunje protiv dijareje, odliva krvi i hroničnog katarata; plod mušmule protiv dijareje, a koštica mušmule protiv peska u bubregu; kuvane šljive su sredstvo za čišćenje creva; od divljih trešanja se pravi posebna vodica, kao sredstvo protiv bolova, grčeva i kašlja; a od peteljki trešanja se kuva čaj, kao diuretik.

Proučavajući farmakološke spise najznačajnijeg dela srpske srednjevekovne medicine *Hilandarski medicinski kodeks* (13-15. vek), Jarić i sar. (2014) opisuju poznavanje biljnih vrsta tog doba, njihovu etnomedicinsku upotrebu i dejstvo. Među zabeleženim vrstama su i mnoge voćne vrste koje i danas rastu u Srbiji: kajsija (*Prunus armeniaca* L.) - sredstvo protiv kožnih infekcija; džanarika (*Prunus cerasifera* L.) – sredstvo za detoksikaciju i kataraktu; domaća šljiva (*Prunus domestica* L.) - sredstvo protiv konstipacije i kao purgativ, i evropska kruška (*P. communis* L.) – sredstvo protiv dijareje i kao purgativ.

Na području jugozapadne Srbije (Zlatiborski okrug) kora divljih krušaka tradicionalno se koristi u obliku dekokta protiv hiperglikemije (Šavikin i sar., 2013); dok se u jugoistočnoj Srbiji (Suva planina) kora i plod koriste za snižavanje triglicerida i holesterola, čaj korena divlje kruške za detoksikaciju organizma, a voćno sirće ploda kao dijetalno sredstvo (Jarić i sar., 2015). Plod kruške ima antidijareični (nezrele kruške se jedu ujutru, na prazan stomak) i purgativni efekat (Jarić i sar., 2011), jer stimulišu varenje nakon obroka (zrele kruške se jedu posle ručka) (Jarić i sar., 2014). Matejić i sar. (2020) u etnobotaničkom istraživanju istočne i jugoistočne Srbije (Timok i Svrljig) navode korišćenje svežeg ploda kruške protiv konstipacije, a rakiju od kruške kao digestiv i protiv bolova u abdomenu.

Etnobotanička istraživanja sprovedena u različitim regionima planinskog venca Prokletije (Crna Gora, Albanija, Kosovo i Metohija) pokazala su da se listovi divlje kruške koriste u obliku čaja ili esencije za lečenje bolesti prostate (Menković i sar., 2011; Pieroni i sar., 2014a; Quave i Pieroni, 2014), plodovi se koriste u obliku dekokta protiv zatvora (Mustafa i sar., 2012a), dok se u obliku tinkture koriste protiv hipertenzije i povišenog holesterola (Mustafa i sar., 2012b). Mustafa i sar. (2015) su etnobotaničkom analizom južnog područja Kosova i Metohije utvrdili da se plod kruške upotrebljava u svežem, ili prerađenom obliku, uglavnom kao sredstvo protiv konstipacije, antidijabetik, antihipertenziv i protiv kamena u bubregu.

U Albaniji se tinktura lista kruške koristi u lečenju prostatitisa (Pieroni i sar., 2014b). U istočnom delu područja Kosova i Metohije, uvarak od plodova kruške se koristi protiv zatvora (Mustafa i sar., 2012a), dok se u zapadnom delu (Mojstirske planine i Šar-planina) koristi tinktura lista kao antihipertenziv i za snižavanje holesterola (Mustafa i sar., 2012b). Mustafa i sar. (2015) na području južnog dela Kosova i Metohije opisuju korišćenje ploda kruške kao kardiotonika i za lečenje bolesti jestre. U etnobotaničkoj studiji sprovedenoj na planinama Prokletije (Crna Gora),



utvrđena je upotreba listova divlje kruške (čaj) u lečenju prostatitisa (Menković i sar., 2011). Redžić (2007), u etnobotaničkoj studiji sprovedenoj na području Bosne i Hercegovine, navodi korišćenje kruške trnovače (*P. spinosa*) i divlje evropske kruške (*P. communis*) u ishrani i etnomedicini lokalnog stanovništva.

Na jugoistoku Rumunije plod kruške se koristi kao sredstvo protiv zatvora (kompot), a kao tinktura lista koristi se za spoljnu primenu u lečenju rana i artritisa (Quave i Pieroni, 2015). Takođe, prema Stančeviću (1980) plod kruške se može koristiti kao hepatoprotektiv i u lečenju kardiovaskularnih oboljenja.

U Turskoj se plodovi raznovrsnog voća takođe koriste u etnomediciniske svrhe: šljiva se koristi kao sredstvo protiv glavobolje i zubobolje, a jabuka protiv glavobolje (Mükemre i sar., 2015), dok se plod dafinolisne kruške (*Pyrus elaeagrifolia* Pall.) u Turskoj koristi kao sredstvo protiv konstipacije i dijareje (Hayta i sar., 2014) i kao sredstvo protiv dijabetesa (Günes, 2017). U Iranu se plod kruške trnovače (*P. spinosa*) koristi kao laksativ i antiseptik, dok se plod divlje jabuke (*Malus domestica* Borkh.) koristi kao lekovito sredstvo za dismenoreju, bronhitis i čišćenje creva (Jalali i sar., 2009). Na području Kašmira (Indija) i zapadnih Himalaja (Indija i Pakistan) plod divlje himalajske kruške (*Pyrus pashia* Buch.) ima široku upotrebu kod domaćeg stanovništva u etnomedicinske svrhe, kao deo ajurvedske medicine, koja se u Indiji praktikuje preko 5000 godina (Prakash i sar., 2021). Plod se koristi kao sredstvo protiv stomaćnih tegoba (Anam i sar., 2017; Prakash i sar., 2021), ali i za tretman respiratornih i vaskularnih komplikacija, a lokalno stanovništvo ga koristi za tretman protiv konstipacije (Prakash i sar., 2021). Takođe, na ovom području plod se koristi i kao sredstvo protiv dizenterije, a sok himalajske kruške kao adstringent sa diuretičkim dejstvom. Ekstrakt ploda se koristi protiv glavobolje, znojenja, histerije, epilepsije, dispepsije, hipolipidemije, zapaljenja grla, anemije i dismenoreje, a dekokt suvog ploda blagotvorno utiče na jetru. Dekokt cvetova himalajske kruške se takođe koristi za dismenoreju i lečenje kašlja (Prakash i sar., 2021).

Kaur i Ayra (2012) takođe opisuju značaj kruške u ajurvedi i navode da je plod dobar izvor pektina, koji ima povoljno dejstvo na digestivni trakt i preporučuje se obolelima od dijabetesa, zbog niskog procenta saharoze, dok visok sadržaj ukupnih fenola u plodu povoljno deluje na opštu otpornost organizma. Navode da svež sok kruške, kao i vodeni rastvor lista imaju antibakterijsko dejstvo u odnosu na bakteriju *Escherichia coli*. Ekstrakt lista i kore deluju protiv stvaranja fleka na koži i utiču na obezbojavanje kože, deluju na zarastanje rana, kao sedativ i antiinflamatorno, zbog visokog sadržaja arbutina. Ekstrakt cveta ima analgetičko i spazmolitičko dejstvo. Utvrđeno je da i Arapi koriste listove, izdanke i koru kruške u iste svrhe (Kaur i Ayra, 2012).

U ajurvedskoj medicini izmrvljeni listovi divlje himalajske kruške se koriste u kozmetici, kao i za bojenje dlanova, stopala i noktiju, dok se tonik pripremljen od lista koristi za bujnost kose. Osim ploda, za brojne tradicionalne medicinske tretmane koriste se i kora stabla i koren (kao adstringens, laksativ, protiv groznice, kao antihelmintik i dr.) (Prakash i sar., 2021). Prema Bibi i sar. (2022), na području Pakistana, plod divlje himalajske kruške se takođe koristi kao laksativ i za snižavanje temperature, a u Kini se plod korejske sunčane kruške (*P. calleriana* Decne) koristi kao dekokt za tretiranje akni (Sun i sar., 2020).

Guo i sar. (2017) su utvrdili da svakodnevna konzumacija jabuka i krušaka dovodi do smanjenja rizika od dijabetesa tipa 2 za 18%. Prema Parle i Arzoo (2016) kruška je višestruko dragocena biljka i ima veliki etnomedicinski značaj: plod kruške je delotvorni antitusik, antipiretik, hipolipidemičar, hipoglikemičar, kao lek za urinarne probleme, antioksidant i sredstvo za prevenciju

kancera i starenja, list kruške ima antimikrobno i antiinflamatorno dejstvo i efikasan je za terapiju urinarnog trakta, kora stabla ima antiinflamatorno dejstvo, a cvet se koristi kao analgetik i spazmolitik. Reiland i Slavin (2015) navode antiulcerozni efekat ploda kruške, zbog visokog sadržaja procijanidina, zatim efekat na redukciju holesterola u krvi, smanjenje rizika od kardiovaskularnih bolesti, i sniženje telesne mase, kao i za poboljšanje opšteg stanja organizma.

**Tabela 8.** Upotreba kruške u etnomedicini na području Šumadije (rudničko-takovski kraj) i jugozapadne Srbije (srednje i donje Polimlje) u odnosu na odgovore ispitanika.

Biljna vrsta	Korišćeni deo biljke	Etnomedicinska upotreba	Način pripreme	Način upotrebe	Učestalost korišćenja	
					Rudničko-takovski kraj	Srednje i donje Polimlje
<i>P. communis</i>	Plod	Protiv konstipacije	Plod (svež ili sušen)	Oralno	21/192 (10,9%)	25/46 (54,3%)
	Plod	Regulacija hipertenzije	Sok Kompot	Oralno	27/192 (14,0%)	30/46 (65,2%)
	Plod Kora stabla	Smanjenje šećera u krvi Smanjanje holesterola	Svež plod Sok Kompot Čaj Tinktura	Oralno	/	29/46 (63,0%)
	Kora stabla	Uroantiseptik	Čaj Tinktura	Oralno	42/192 (21,8%)	18/46 (39,1%)
	List	Tretman kamena u bubregu	Čaj Tinktura	Oralno	36/192 (18,7%)	17/46 (36,9%)
	List	Antireumatik	Čaj Tinktura	Oralno Obloga	/	12/46 (26,0%)
	Plod	Smanjenje telesne mase	Svež plod Sok Kompot	Oralno	23/192 (11,9%)	30/46 (65,2%)
	Plod	Prevenција kancera	Svež plod Sok Kompot	Oralno	/	5/46 (10,9%)
	Plod	Hipoalergena hrana (hrana za bebe)	Svež plod Sok Kompot	Oralno	16/192 (8,3%)	39/46 (84,7%)

## 4.2. Mikromorfološka analiza sklereida skenirajućom elektronskom mikroskopijom

Analiza sklereida odabranih sorti i evropske kruške je rađena skenirajućom elektronskim mikroskopom (SEM) na različitim uvećanjima (x95, x300, x1000, x2200 i rezultati su predstavljeni na **Slici 20** i **Slici 21**. Pri analizi sklereida ploda kruške, uočeno je da su oni grupisani u klasterne, pa su analizirani oblik klastera, njihova distribucija u plodu, kao i veličina klastera.

U svim analiziranim uzorcima su bile prisutne kamene ćelije (sklereidi) grupisane u klasterne pravilnog ili delimično nepravilnog ovalnog oblika, u sočnom delu (mesu) ploda kruške. Prilikom njihovog izolovanja, klasteri sklereida su se videli i golim okom, a detaljno su analizirani pomoću skenirajućeg elektronskog mikroskopa. Klasteri sklereida su se, u odnosu na analiziranu sortu, razlikovali prema obliku i veličini, ali i mestu gde su raspoređeni.

U ovom istraživanju distribucija klastera sklereida je bila mozaična, klasteri su bili grupisani ispod pokožice, u sočnom delu ploda, kao i oko semene kućice. Klasteri sklereida kod Viljamovke i Karamanke su bili ravnomerno raspoređeni u sočnom delu ploda; kod Takiše i evropske kruške su bili grupisani ispod egzokarpa i oko semene kućice, a kod Lubeničarke i Ječmenjače bili su raspoređeni i u sočnom delu ploda i oko semene kućice. Takođe, klasteri koji su nađeni u sočnom delu ploda su bili znatno veći od onih koji su locirani ispod pokožice (Karamanka, Vidovača, Lubeničarka, Ječmenjača, Viljamovka); dok su klasteri sorti Takiša, Jagodarka i evropske kruške, bili veoma izraženi i oko semene kućice, i znatno krupniji u odnosu na raspoređene sklereide u sočnom delu ploda.

Prema veličini, klasteri sklereida najvećeg dijametra izraženi su kod sorte Takiša, a zatim i kod evropske kruške ( $\geq 600 \mu\text{m}$ ). Klasteri procenjenog dijametra oko 400-500  $\mu\text{m}$  bili su zastupljeni kod 4 sorte: Jagodarke (**Slika 27 a-d**), Ječmenjače (**Slika 27 i-l**), Lubeničarke (**Slika 26 m-p**) i Viljamovke (**Slika 27 m-p**), dok su klasterne najmanje veličine imale sorte Karamanka (**Slika 26 k-n**) i Vidovača (**Slika 27 e-h**) ( $\leq 200 \mu\text{m}$ ).

Prema Cheng i sar. (2019) dijametar klastera sklereida koji je manji od 150  $\mu\text{m}$  daje softanu strukturu mesa ploda, bez granulacije, dijametar između 150 i 250  $\mu\text{m}$  daje neznatnu granulaciju plodu, a dijametar veći od 250  $\mu\text{m}$  daje grubu i zrnastu strukturu ploda, čime je nepovoljniji za konzumaciju, što se poklapa i sa našim istraživanjem. Prema navedenoj skali klasterne u našem istraživanju možemo da klasifikujemo od najveće ka najmanjoj veličini: Takiša > evropska kruška > Jagodarka > Ječmenjača > Viljamovka > Lubeničarka > Karamanka > Vidovača. Analizom istraživnog uzoraka utvrđeno je da konzumne i kvalitetne sorte (Viljamovka i Karamanka) imaju sitnije klasterne sklereida u sočnom delu ploda, dok uzorci krušaka koje nisu konzumne (Takiša i evropska kruška) imaju izrazito krupne klasterne sklereida, vidljive golim okom.

U našem istraživanju, površina klastera ima sačastu strukturu formiranu od lignifikovanih ćelija. Iako se svaki klaster nalazio zasebno u sočnom delu ploda, oni su među sobom povezani parenhimskim ćelijama sočnog dela ploda, dok je prečnik sklerenhimskih ćelija uglavnom kod svih sorti bio ujednačenog promera (od 20 do 50  $\mu\text{m}$ ).

Prema Tao i sar. (2009) tokom određivanja položaja sklereida, utvrđeno je da se veći procenat sklereida nalazi ispod pokožice i oko semene kućice u mezokarpu, dok sočni deo ploda (meso) sadrži njihov manji procenat. Takođe, utvrđeno je da su klasteri sklereida nađeni u sočnom delu ploda veći nego oni u drugim tkivima ploda. Ovi nalazi se delimično poklapaju i sa našim istraživanjem.

Prema Li i sar. (2019) na osnovu urađene analize sklereida (dijametar sklereida i mesto rasprostranjenja u plodu) za četiri uzorka krušaka (Dangshansuli, Bartlett, Nakai i Yuluxiangli), utvrđeno je da su u nekim sortama (Dangshansuli) sklereidi najbrojniji u području ispod pokožice, a zatim oko semene kućice i najmanje u mesu ploda. Ipak, u drugim analiziranim sortama (Bartlett, Nakai i Yuluxiangli) najbrojnije grupisani sklereidi su bili u centralnom delu ploda, oko semene kućice, a zatim mnogo manje u mesu i pokožici. Analizom Viljamovke u našem eksperimentu došli smo do istog zaključka, da su sklereidi najbrojnije grupisani oko semene kućice, i u mezokarpu.

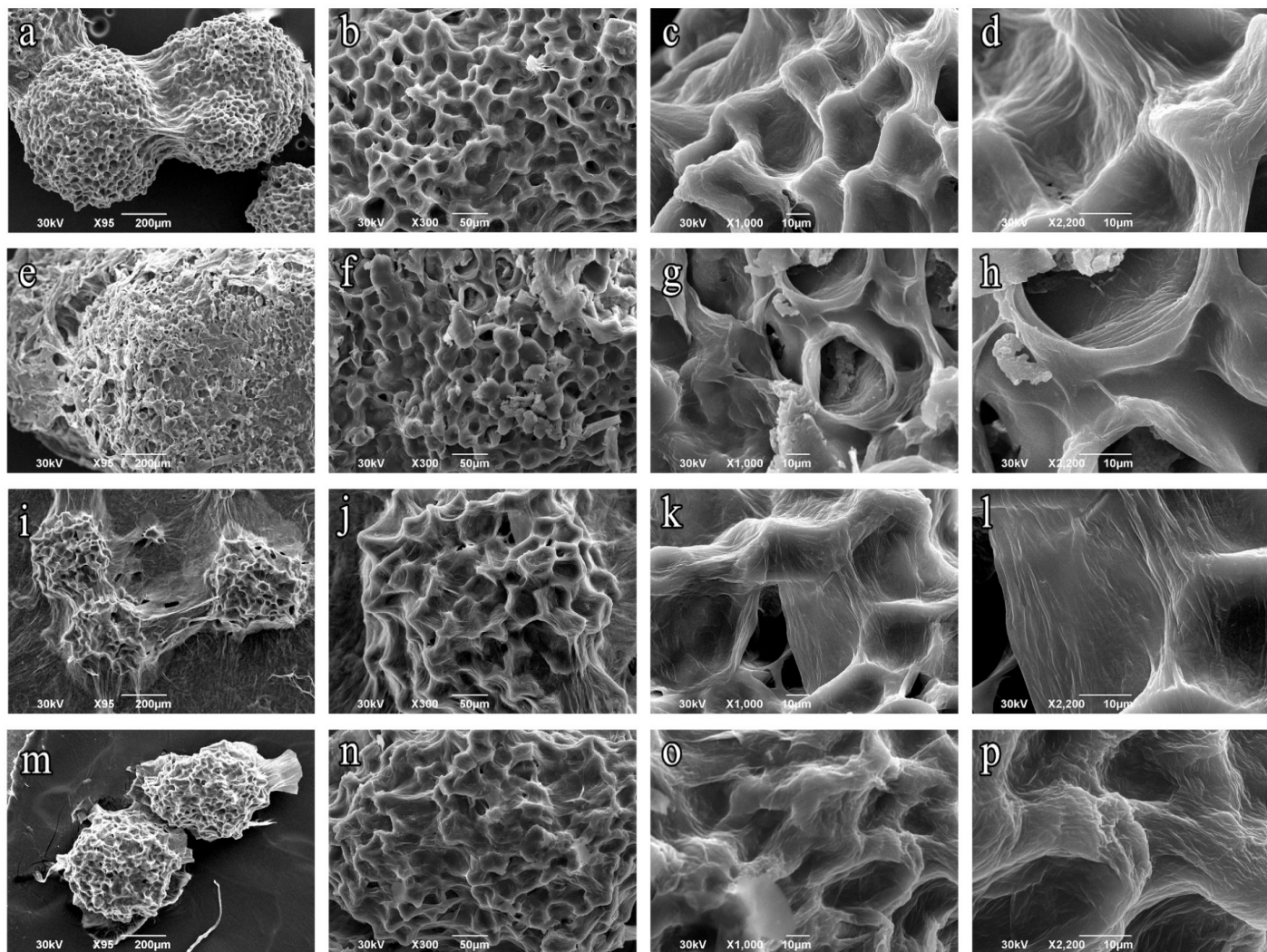
Smatra se da bilo koja parenhimska ćelija pulpe ima potencijal da se lignifikuje, što je karakteristika genetske kontrole vrste (Sinclair, 1976). Iako se smatra da je presudni uzrok nastanka sklereida genetski determinisan, jedan od razloga njihovog nastanka je način uzgajanja, primena agrotehničkih mera, kao i količina vode koja je prisutna tokom formiranja ploda (Tao i sar., 2009). U pogledu hemijskog sastava (procenat lignina i hemiceluloze u suvoj masi), utvrđeno je da se broj sklereida u plodu smanjuje kako plod kruške zri, a najviše ih ima u nezrelom plodu (Sinclair, 1976). Mikroskopskim posmatranjem je utvrđeno da u procesu zrenja ploda kruške dolazi do delignifikacije i smanjenja zadebljanja zidova kamenih ćelija (Sterling, 1954).

Mnoge studije su se bavile prisustvom i rasporedom kamenih ćelija ploda kruške, naročito zbog ekonomske iskorisćenosti ploda. Mratinić (2000) je meso ploda kruške, u odnosu na veličinu sklereida opisala kao: sitnozrnasto (Viljamovka); srednjezrnasto (Junska lepatica) i krupnozrnasto (Kaluderka), a i Stančević (1980) je, takođe, istraživao strukturu sočnog dela ploda, koja je bitna radi prijatnije konzumacije. Prema Sterlingu (1954), mnoge sorte krušaka, a naročito zimske kruške, karakterišu se velikom zastupljenošću tzv. „peščanih“ ili „kamenih“ ćelija, sa debelim lignifikovanim zidovima, koje su uronjene u parenhimske ćelije tankih zidova, sočnog dela ploda.

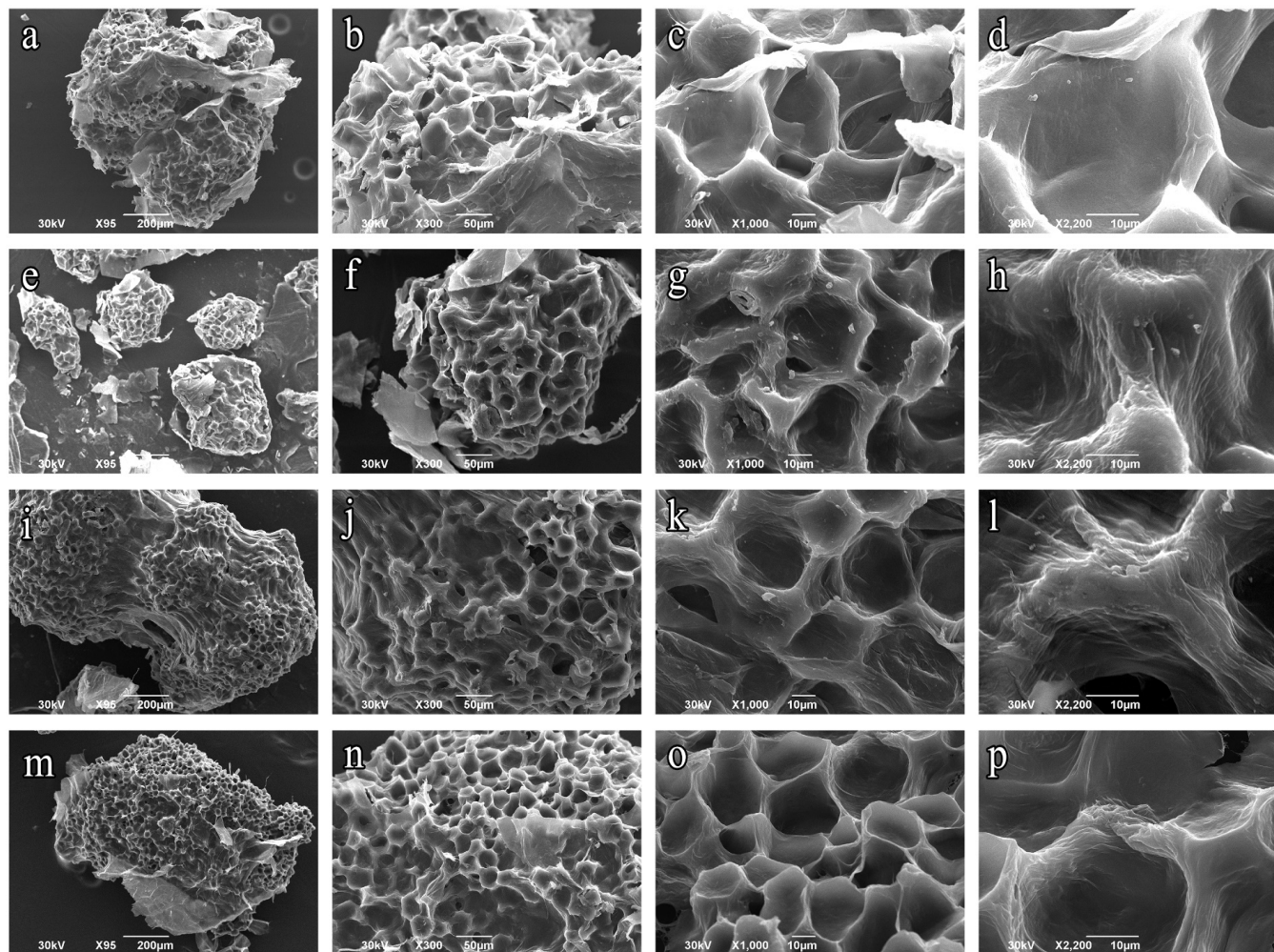
Zanimljivo je istraživanje i kineskih sorti krušaka (koje vode poreklo od *P. bretschnideri* i *P. pyrifolia*), pri čemu neke sorte, poput Jingaisu (*P. bretschnideri*), veoma zastupljene u Kini, imaju krupnozrnastu, peskastu strukturu, upravo zbog veće količine sklereida u mesu ploda; dok sorta Kousui (*P. pyrifolia*) ima glatku strukturu bez sklereida (Tao i sar., 2009). Još neki kineski autori analizirali su sklereide kod 287 sorti krušaka i utvrdili razliku među sortama u veličini klastera sklereida. Uzorci su bili klasifikovani od najvećih do najmanjih klastera u odnosu na ishodnu vrstu: *P. ussuriensis* > *P. bretschnideri* > *P. pyrifolia* > *P. sinkiangensis* > *P. communis*, pri čemu, u datoj analizi, klasteri veći od 300 µm su imale sorte izvedene od *P. ussuriensis*, dok su klasteri izvedeni od evropske divlje kruške (*P. communis*) bili najmanje veličine (Cheng i sar., 2019).

U pogledu konzumacije ploda, osim u ljudskoj ishrani, utvrđeno da sklereidi u pokožici ploda mogu da otežaju rasejavanje ploda i od strane ptica koje se hrane plodovima kruške (Li i sar. 2019). Buduće selekcije novih sorti krušaka usmerene su ka tome da kamene ćelije, kao nepoželjne za konzumaciju, budu zastupljene u što manjem procentu u sočnom delu ploda (Tao i sar., 2009). Ipak, bez obzira na sva dosadašnja istraživanja, još uvek nije do kraja rasvetljena ultrastruktura i distribucija sklereida, kao i njihova uloga u plodu kruške (Tao i sar., 2009, Cai i sar., 2010).





**Slika 26.** a) evropska kruška (95x); b) evropska kruška (300x); c) evropska kruška (1000x); d) evropska kruška (2200x); e) Takiša (95x); f) Takiša (300x) g) Takiša (1000x) h) Takiša (2200x); i) Karamanka (95x); j) Karamanka (300x); k) Karamanka (1000x); l) Karamanka (2200x); m) Lubeničarka (95x); n) Lubeničarka (300x); o) Lubeničarka (1000x); p) Lubeničarka (2200x).



**Slika 27.** a) Jagodarka (95x); b) Jagodarka (300x); c) Jagodarka (1000x); d) Jagodarka (2200x); e) Vidovača (95x); f) Vidovača (300x) g) Vidovača (1000x) h) Vidovača (2200x); i) Ječmenjača (95x); j) Ječmenjača (300x); k) Ječmenjača (1000x); l) Ječmenjača (2200x); m) Viljamovka (95x); n) Viljamovka (300x); o) Viljamovka (1000x); p) Viljamovka (2200x).



### 4.3. Standardna fizičko–hemijska analiza ploda kruške

Pod pojmom kvaliteta voća za konzumaciju i preradu podrazumeva se mehanički sastav delova ploda, hemijski sastav, tehnološka zrelost i zdravstvena ispravnost ploda (Veljović, 2020). U ovom istraživanju analizirani su mehanički sastav i hemijski sastav ploda 20 odabranih autohtonih i komercijalnih sorti krušaka.

U okviru mehaničkog sastava ploda analizirana je masa celog ploda i maseni odnos sastavnih delova ploda. Zatim su plodovi oljušteni, mesnati deo je odvojen od semene kućice i homogenizovan je u avanu tučkom. Radi karakterizacije hemijskog sastava ploda kruške, sa homogenizovanim uzorcima ploda urađene su sledeće hemijske analize: određivanje pH, određivanje kiselosti u odnosu na organske kiseline (limunsku kiselinu), sadržaj vode i suve supstance, sadržaj pepela, celuloze, pektina, lipida, proteina, određivanje sadržaja minerala (Na, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu), sadržaj azota, ugljenika, vodonika, fosfora, sadržaj ugljenih hidrata, dijetalnih vlakana i vitamina C. Za sve analize korišćeni su zamrznuti plodovi, koji su odmrznuti neposredno pred eksperimente. Rezultati su predstavljeni u Tabelama 9 – 14.

**Mehanički sastav ploda.** Ovaj parametar ima značajan uticaj na stepen iskorišćenja voća tokom konzumacije i prerade (Veljović, 2020). Urađena je analiza mase celog ploda, kao i maseni odnos sastavnih delova ploda (procentni udeo peteljke, udeo pokožice, udeo semena i udeo mesnatog, sočnog dela u odnosu na ceo plod).

*Masa ploda.* Kod svih voćnih vrsta plod je osnovni parametar po kojem se determiniše sorta. Veličina, tj. krupnoća ploda je izražena masom i dimenzijama ploda (dužina i visina), i ona predstavlja karakteristiku sorte (Stančević, 1980; Mratinić, 2000). U istim uslovima pomološke karakteristike različitih sorti će biti različite, ali, na karakteristike ploda u velikoj meri utiču i ekološki činioci, kao i upotreba agrotehničkih mera (Kulina i sar., 2013).

Prema dobijenim rezultatima (**Tabela 9**), masa analiziranih zrelih plodova krušaka iznosi od 8,61 g za sortu Jagodarka do 257,2 g za sortu Boskova bočica. Jagodarka je najranija prolećno - letnja sorta sa veoma malim plodom. Rane letnje sorte imaju sitan plod male mase 25-50 g (Vidovača, Lubeničarka, Junska lepotica, Ilinjača), dok sorte koje kasnije sazrevaju (jesenje i zimske), imaju krupan plod i šest do sedam puta veću masu ploda u odnosu na rane sorte (Mratinić, 2000). U okviru dobijenih rezultata u ovom istraživanju srednje sitne plodove (50-100 g) imaju Arapka, Ječmenjača i Ilinjača; srednje krupne plodove (150-200 g) imaju Kleržo, Viljamovka, General Lekler, Kiferova; krupne plodove (preko 200 g) imaju: Konferans, Hardepont, Društvenka, Kaluđerka i Krasanka; a najkrupniji plod ima Boskova Bočica (preko 250 g).

Prema Stančeviću (1980), masa ploda ispitivanih sorti kod krušaka varira od 14 g za Vidovaču, do 1000 g za Virtenberšku. Prema Kulina i sar. (2013) plod Viljamovke ima masu 185,71 g, a plod Junske lepotice 56,71 g, što je neznatno veća masa ploda u odnosu na rezultate dobijene u ovom istraživanju. Nenadović - Mratinić i sar. (2007) u analizi 14 ranih letnjih sorti krušaka na području Beograda, navode da se masa ploda kreće od 42,8 g za sortu Progres, 70,5 g za Junsko zlato, 192,4 g za srednje poznu letnju sortu Star, pa do najkrupnije Viljamovke mase 198,2 g. Kolniak - Ostek i sar. (2020) utvrdili su da 8 kasnih letnjih komercijalnih sorti imaju krupne plodove velikih masa, koje iznose od 165 g do 324 g.

*Peteljka.* Peteljka je značajna karakteristika ploda, zbog determinacije sorte, ali i zbog praktične i komercijalne iskorišćenosti tokom berbe i manipulacije plodom (Stančević, 1980; Mratinić, 2000). Peteljka ploda se razlikuje po dužini, širini, čvrstini, boji. Prema Stančeviću

(1980) peteljka može biti: dugačka (preko 35 mm), srednje duga (20 - 35 mm) i kratka (do 20 mm), kao i tanka i debela. Prema Kulina i sar. (2013) dužina peteljke kod Viljamovke je 27,6 mm, a kod sorte Junska lepotica 37,1 mm. Još neka dodatna istraživanja 14 sorti ranih letnjih krušaka sa područja Beograda navode da je dužina peteljke analiziranih sorti između 16 mm za Junsko zlato, do 38 mm za Junsku lepoticu (Nenadović-Mratinić, 2007).

U ovom istraživanju merena je masa peteljke i njen udeo u odnosu na ukupnu masu ploda, iako dosadašnji literaturni podaci nisu prikazivali masu peteljke kao karakteristiku, već je peteljka opisivana preko dužine i širine. U **Tabeli 9** predstavljen je udeo mase peteljke u odnosu na masu analiziranog ploda. Udeo mase peteljke varira od 0,10% za Kaluđerku do 3,94% mase ploda za Jagodarku. Prikazani rezultati pokazuju da je udeo peteljke za komercijalne i kasno sazrevajuće sorte (od 0,14 % do 0,39%) znatno manji u udelu ploda, u odnosu na autohtone i rane sorte krušaka (od 0,66% do 3,94%). To se objašnjava time što krupniji plod ima manji procenat udela peteljke, ali se postiže i selekcijom, pri čemu je značajno da komercijalne sorte imaju peteljku manje veličine u odnosu na autohtone kultivare, naročito zbog lakše manipulativnosti prilikom pakovanja za prodaju (Mratinić, 2000).

**Tabela 9.** Masa ploda i procentualni udeo mase delova ploda u ukupnoj masi ploda.

Naziv sorte	Autohtona/ komercijalna	Masa celog ploda (g)	Udeo peteljke (%)	Udeo pokožice (%)	Udeo mesa (%)	Udeo semena (%)
Jagodarka	autohtona	8,61	3,94	29,80	62,02	16,20
Vidovača	autohtona	18,78	1,54	11,90	69,59	16,90
Karamanka	autohtona	194,00	0,46	13,60	76,77	9,10
Ilinjača	autohtona	62,75	1,19	18,56	75,22	5,08
Ječmenjača	autohtona	78,40	0,47	16,26	79,51	3,82
Lubeničarka	autohtona	33,43	0,98	17,78	66,61	14,65
Arapka	autohtona	89,80	0,66	11,24	82,62	5,54
Junska lepotica	komercijalna	36,67	1,17	18,10	70,90	8,91
Kleržo	komercijalna	180,02	0,25	6,90	89,61	3,24
Abate Fetel	komercijalna	227,40	0,35	5,63	91,21	2,81
General Lekler	komercijalna	122,60	0,24	8,24	88,50	3,02
Boskova bočica	komercijalna	257,20	0,27	7,54	89,00	3,19
Konferans	komercijalna	182,50	0,33	7,84	90,46	1,37

Hardepont	komercijalna	146,90	0,14	6,47	91,01	2,38
Viljamovka	komercijalna	150,60	0,13	7,04	90,91	1,92
Društvenka	komercijalna	229,20	0,17	5,58	91,89	2,36
Kiferova	komercijalna	189,10	0,32	12,06	81,54	6,08
Pakhams trijumf	komercijalna	217,50	1,15	10,62	82,35	5,88
Kaluđerka	komercijalna	207,20	0,10	6,42	80,06	13,42
Krasanka	komercijalna	206,20	0,39	8,57	85,87	5,24

*Pokožica.* Pokožica ploda predstavlja značajnu karakteristiku ploda kruške. Njene karakteristike su debljina, obojenost, pojava lenticela i prisustvo rđaste prevlake (Mratinić, 2000). Debljina pokožice je bitna karakteristika sorte, ali, utiče i na ekonomsku iskorišćenost ploda, jer su sorte sa debljom pokožicom pogodnije za transport i čuvanje (Stančević, 1980).

U ovom istraživanju udeo pokožice u masi ploda (**Tabela 9**) varira od 5,58% za Društvenku do 29,80% za Jagodarku. Rezultati prikazuju da krupne, komercijalne sorte imaju manji udeo pokožice u masi ploda, između 5,58% (Društvenka) i 12,06% (Kiferova), dok autohtone sorte imaju veći udeo mase pokožice, u odnosu na ceo plod: između 11,90% (Vidovača) i 29,80% (Jagodarka). Prema Veljoviću (2020) udeo mase pokožice u ukupnoj masi ploda kruške iznosi od 10 do 18%, što je u skladu sa našim vrednostima. Pokožica ploda kruške može biti: tanka, srednje debela i debela. Sorte Viljamovka, Konferans, Druardova i Abate Fetel, imaju izrazito tanke pokožice; General Lekler i Društvenka imaju srednje debelu pokožicu, a Kleržo i Krasanka izrazito debelu (Mratinić, 2000).

*Meso ploda.* Meso ploda je veoma bitna karakteristika ploda i odlikuje se bojom, strukturom, topljivošću, ukusom i aromom (Stančević, 1980; Mratinić, 2000).

Analiza je pokazala da udeo mesa ploda varira od 62,02% za Jagodarku do 91,89% za Društvenku. Udeo mesa u ukupnoj masi ploda kod autohtonih sorti iznosi između 62,02% za Jagodarku i 82,62% za Arapku, dok nekoliko kasno sazrevajućih komercijalnih sorti ima udeo mesa u ukupnoj masi ploda između 81,54% za Kiferovu i 91,89% za Društvenku. Rane letnje sorte (Vidovača, Ilinjača, Ječmenjača, Lubeničarka) imaju manju vrednost udela sočnog dela ploda u odnosu na komercijalno gajene sorte, koje kasnije sazrevaju, među kojima su General Lekler, Boskova bočica, Viljamovka, Konferans i dr. Prema Veljoviću (2020) udeo sočnog dela ploda iznosi 85-92% u odnosu na masu celog ploda kruške, a prema Stančeviću (1980) od ukupne mase ploda kruške na jestivi, sočni deo otpada 95-98%. Ovi rezultati se poklapaju sa rezultatima našeg istraživanja, naročito u slučaju krupnih, komercijalnih sorti krušaka, dok je procenat iskorišćenosti sočnog dela kod plodova autohtonih sorti manji (okvirno 60-80%).

*Seme.* U semenoj kućici ploda nalazi se seme, koje predstavlja morfološki parametar za karakterizaciju sorti. Semena se razlikuju prema velični, obliku i boji, a u semenoj kućici se može naći različiti broj semenki (6-12) prosečne masa oko 0,25 g ili manje (Kulina i sar., 2006). Prema Kulina i sar. (2013) Junska lepotica ima u proseku 6,43 semena; Santa Marija 6,76 semena; a



Viljamovka 7,1 seme, sa prosečnom masom od 0,26 g po semenu. U ovom istraživanju broj semena iznosi od 6 do 10 semenki po plodu. Prema navedenim podacima u **Tabeli 7** udeo semena u plodu varira od 1,37% za Konferans do 16,9% za Vidovaču. Vizuelnom metodom je utvrđeno da autohtone sorte imaju krupnije seme i sitniji plod, za razliku od komercijalnih sorti, gde je seme znatno sitnije, a plod krupniji. Udeo semena kod autohtonih sorti je veći u ukupnoj masi ploda, od 16,20% za Jagodarku do 13,6% za Karamanku. Kod krupnih, komercijalnih sorti, udeo semena u ukupnoj masi ploda znatno je manji, i on iznosi od 3,24% za General Leklerk; do 1,37% za Konferans.

U odnosu na rezultate analiza u ovom istraživanju, utvrđeno je da sitnije sorte imaju manji udeo sočnog dela (mesa), a veći udeo pokožice i semena u plodu, a sorte krupnijeg ploda imaju veći procenat udela sočnog dela, a manji udeo pokožice i semena u plodu, što znači da krupnije sorte imaju više sočnog dela ploda (mesa) u odnosu na sitnije sorte, i da su atraktivnije za konzumiranje.

**Hemijski sastav ploda.** Hemijski sastav ploda voća je složena karakteristika, koja zavisi od vrste i sorte, kao i od faze zrelosti ploda, faktora spoljašnje sredine, pedoloških karakteristika i primenjenih agrotehničkih mera (Kulina i sar., 2013; Kalkisin i sar., 2018). On predstavlja sadržaj vode u plodu i sve hemijske komponente ploda, koje svojim odnosom utiču na hranjive, biološke i organoleptičke karakteristike ploda (Veljović, 2020). Najznačajniji parametri i elementi hemijskog sastava ploda kruške su: kiselost ploda (pH), voda, suva rastvorljiva supstanca, celuloza, ugljeni hidrati, organske kiseline, masne supstance, belančevine, tanini, vitamini, bojene i aromatične materije i mineralne materije (Stančević, 1980).

*Kiselost (pH) ploda.* Prosečan pH ploda analiziranih sorti (**Tabela 8**) kreće se od 3,4 za Konferans do 5,1 za Karamanku. U našem istraživanju autohtone sorte imaju veći pH ploda, koji iznosi od 4,3 do 4,9 (Vidovača, Ilinjača, Ječmenjača, Lubeničarka, Arapka, Karamanka) u odnosu na komercijalne sorte, koji iznosi od 3,4 do 4,2 (Kiferova, Kaluđerka, Konferans, Hardepont, Viljamovka).

Prema Veljoviću (2020) pH ploda kruške iznosi od 4,0 do 4,8. Kulina i sar. (2013) analizirali su tri sorte krušaka, i utvrđeno je da Junska lepotica ima pH vrednost mesnatog dela ploda 4,4; Santa Marija 3,5; a Viljamovka 3,2. Prema Stančeviću (1980) **pH vrednost** plodova kruške kreće se od 3,48 za Krasanku do 4,40 za Julsku šarenu. Öztürk i sar. (2009) utvrdili su da pH dve analizirane sorte krušaka iznosi 4,28 (Deveci), odnosno 3,94 (Santa Marija). Kalkisin i sar. (2018) analizom 20 lokalnih turskih sorti utvrdili su da pH plodova sorti krušaka iznosi od 4,25 do 5,55. Svi navedeni rezultati iz literature su u saglasnosti sa vrednostima pH ploda sorti krušaka dobijenih u ovom istraživanju i može se zaključiti da se dobijeni rezultati nalaze u granicama vrednosti koje su optimalne za konzumaciju ploda. Vrednost pH izrazito kiselog voća se kreće od 2,0 (za limun) do 3,5; dok kod slabo kiselog voća pH iznosi od 3,5 do 4 ili više, gde spada i plod kruške (Veljović 2020).

*Određivanje ukupne kiselosti ploda.* Organske kiseline su značajni sastojci plodova kruške i od njihove količine zavisi ukus ploda, a ukoliko u plodu ima više organskih kiselina, on je kiseliji. Osim kiselosti, one plodu daju i aromu i prijatan osvežavajući ukus, a u organizmu potpomažu razmenu materija, rad creva, jetre i drugih organa. U plodu voća najviše su zastupljene limunska, jabučna i vinska kiselina, a u plodu kruške najznačajnije su jabučna i limunska, najčešće u odnosu 2:1 (Stančević, 1980). Ukupna kiselost ploda se izražava brojem grama odabrane organske kiseline

u 100 g ploda, ili u masenim procentima (%), množenjem dobijene vrednosti odgovarajućim faktorom nekih od kiselina, konkretno limunske kiseline u ovom istraživanju.

U odnosu na sadržaj limunske kiseline (**Tabela 10**), procenat ukupne kiselosti ploda analiziranih sorti se kreće od 0,06% za Viljamovku, do 0,55% za Kiferovu, dok većina istraživanih sorti ima ukupnu kiselost oko 0,20%.

Prema Mratinić-Nenadić i sar. (2007) analiza ukupne kiselosti za 14 beogradskih ranih letnjih sorti se kreće od 0,13% (Trevlek) do 0,28% (Gijova), što predstavlja slične vrednosti u odnosu na naše ispitivane sorte, Prema Kulina i sar. (2013) analize ukupne kiselosti su pokazale najveću vrednost kod sorte Santa Marija (0,35%), a najmanju kod sorte Junska lepotica (0,17%). Prema Kolniak - Ostek i sar. (2020) analizom 8 kasnih letnjih komercijalnih sorti utvrđeno je da je procenat kiselosti ploda od 0,15% do 0,47%, što je više ili slično u odnosu na naše ispitivane sorte, Kalkisin i sar. (2018) analizom 20 lokalnih turskih sorti utvrdili su kiselost plodova u opsegu od 0,13% do 0,81% od kojih neke pokazuju visok procenat sadržaja kiselina. Li i sar. (2016) radili su analizu osam evopskih i kineskih krušaka, i opseg ukupne kiselosti je iznosio od 0,10 do 0,46 g/100 g u odnosu na jabučnu kiselinu. Prema Stančeviću (1980) u plodovima krušaka organskih kiselina ima od 0,03% (Karamanka), zatim 0,10% (Avranška), pa sve do 0,46% (Krasanka), i one su delom vezane za mineralne materije, a većim delom su u slobodnom obliku. Manfredini i sar. (2016) navode da plod kruške ima blagotvoran uticaj u lečenju kamena u bubregu zbog visokog sadržaja organskih kiselina, a naročito jabučne kiseline.

**Tabela 10.** pH ploda i ukupna kiselost ploda u odnosu na limunsku kiselinu.

Naziv sorte	pH ploda	Kiselost u odnosu na limunsku kiselinu (%)
Vidovača	4,9	0,08
Karamanka	5,1	0,07
Ilinjača	4,8	0,17
Ječmenjača	4,5	0,25
Lubeničarka	4,3	0,17
Arapka	4,9	0,11
Junska lepotica	4,2	0,13
Kleržo	4,1	0,14
Abate fetel	4,1	0,26
General Lekler	4,3	0,27
Boskova bočica	3,7	0,14
Konferans	3,4	0,07
Hardepont	3,9	0,16
Viljamovka	4,3	0,06
Društvenka	4,3	0,16
Kiferova	3,5	0,55
Pakhams trijumf	4,2	0,26
Kaluđerka	3,6	0,46
Krasanka	3,9	0,20

*Sadržaj suve materije.* Skup svih sastojaka ploda kruške u bezvodnom stanju predstavlja suhu supstancu. Suva supstanca (materija) može biti rastvorljiva i nerastvorljiva u vodi. Suvu materiju koja je rastvorljiva u vodi sačinjavaju šećeri i kiseline, dok, nerastvorljivu materiju u vodi sačinjavaju polisaharidi (celuloza, skrob, pektinske materije), lipidi, proteini i dr. (Stančević, 1980).

Sadržaj suve supstance autohtonih sorti (**Tabela 11**) kreće se od 4,30% za Karamanku do 50,70% za Jagodarku. Prema Stančeviću (1980) procenat suve supstance u plodu kruške se kreće od 14,69% (Dilova maslovka) do 19,98% (Boskova bočica), a u proseku iznosi 17,34%, što je u skladu rezultatima u ovom istraživanju za najveći broj sorti. Prema Nenadić-Mratinić (2007) u analizi 14 letnjih sorti krušaka, prosečan sadržaj suve supstance kreće se od 12,5% za Enisejsku do 17,1% za Starkrimson, dok se prema Kulina i sar. (2013) sadržaj rastvorljive suve supstance kreće od 10% za Santa Mariju do 14% za Junsku lepoticu i Viljamovku. Prema Kolniak-Ostek i sar. (2020) prosečan sadržaj rastvorljive suve supstance za 8 letnjih komercijalnih sorti je u opsegu od 9,35% do 12,64%. Rastvorljiva suva materija u plodu kruške zavisi od sorte, uslova sredine i primene agrotehničkih mera (Kulina i sar. 2013). Prema Li i sar. (2016) sadržaj suve supstance u osam analiziranih kineskih i evropskih kultivara iznosio je od 8,09% do 10,80%, što je u opsegu vrednosti dobijenim u našim istraživanjima.

*Sadržaj vode.* Voda je najzastupljeniji sastojak plodova voća, sa značajnom gradivnom i fiziološkom ulogom, kao sredina gde se odvijaju fiziološke reakcije. Sadržaj vode u plodu je od značaja za konzumaciju, ekonomsku iskorišćenost voća, tehnološku preradu i skladištenje. Plodovi voća imaju veliki sadržaj vode koji se u proseku kreće od 80 do 95% (Stančević, 1980).

U sprovedenom istraživanju sadržaj vode (**Tabela 11**) kreće se od 80,38% za Karamanku do 88,79% za Junsku lepoticu. Procenat sadržaja vode je ujednačen za autohtone i komercijalne sorte. Prema Stančeviću (1980) procenat vode u odnosu na masu ploda kreće se od 80,40% (Olivijerka, Karamanka) do 87,90% (Žifardova), a prema Kalkisin i sar. (2018) u analizi 20 lokalnih turskih sorti utvrđeno je prisustvo vode u plodu od 78,28% do 88,25%, što je u opsegu vrednosti dobijenih u ovom istraživanju.

Voda se u plodu nalazi u dva oblika: slobodnom (ponaša se kao rastvarač, u kojoj su rastvorene hranljive i organske materije) i vezanom (ne ponaša se kao rastvarač, jer je različitim mehanizmima vezana za komponente suve materije) (Veljović, 2020).

**Tabela 11.** Sadržaj suve supstance, vode, pepela, celuloze, pektina, lipida i proteina u plodovima ispitivanih sorti.

Naziv sorte	Sadržaj suve supstance (%)	Sadržaj vode (%)	Sadržaj pepela (%)	Sadržaj celuloze (%)	Sadržaj pektina (%)	Sadržaj lipida (%)	Sadržaj proteina (%)
Jagodarka	50,75%	82,18	2,56	2,16	0,50	0,97	—
Vidovača	44,72%	82,55	3,67	2,30	0,28	1,14	—
Karamanka	4,34%	80,38	1,45	0,88	0,21	0,87	—
Ilinjača	13,13%	83,77	4,69	1,25	0,29	1,62	—
Ječmenjača	11,46%	84,90	6,08	1,17	0,09	0,36	—
Lubeničarka	6,40%	84,33	4,81	1,69	0,15	1,53	—
Arapka	9,25%	81,79	1,70	1,13	0,13	0,44	—
Junska leptica	24,9%	88,79	1,61	0,90	0,16	0,88	—
Kleržo	—	84,30	2,69	0,93	0,98	1,05	1,69
Abate fetel	—	83,05	1,92	0,94	0,77	0,88	1,12
General Lekler	—	87,09	1,98	0,91	0,19	0,81	1,56
Boskova bočica	—	85,16	2,29	1,02	0,74	1,08	1,12
Konferans	—	84,47	2,24	0,86	0,45	0,92	1,56
Hardepont	—	84,71	1,99	1,01	0,96	0,93	1,63



---

Viljamovka	—	85,84	2,27	0,98	0,22	2,19	0,11
Društvenka	—	86,46	1,71	0,95	0,52	0,96	2,00
Kiferova	—	83,85	2,09	1,01	0,33	0,99	1,75
Pakhams trijumf	—	85,06	3,51	0,90	0,25	1,34	1,75
Kaluđerka	—	84,83	2,73	1,06	0,19	0,74	1,12
Krasanka	—	83,03	2,17	1,09	0,38	1,22	1,69

— nije analizirano

*Sadržaj pepela.* Pepeo se sastoji od mineralnih materija koje se u plodu nalaze kao soli organskih i neorganskih jedinjenja. Sadržaj pepela izražava se kao procenat mase suve materije analiziranog uzorka (Stančević, 2008). Analiza pepela navedenih sorti u ovom istraživanju (**Tabela 11**) prikazuje vrednost sadržaja pepela, od 1,45 % za Karamanku do 6,08% za Ječmenjaču, obe autohtone sorte. Dve druge autohtone sorte takođe pokazuju veći procenat pepela, 4,81% Lubeničarka i 4,69% Ilinjača, dok kod komercijalnih sorti procenat pepela ima niže vrednosti, i kreće se od 1,92% za Abate Fetel do 3,51% za Pakams trijumf.

Prema Barroca i sar. (2006) procenat pepela četiri analizirane portugalske sorte krušaka iznosi od 1,6% do 2,4 %, a prema Hussain i sar. (2013) kod dve pakistanske sorte procenat pepela je od 1,86% do 3,94%, što je u opsegu vrednosti u ovom istraživanju.

*Sadržaj celuloze.* Najzastupljeniji ugljeni hidrat u prirodi je celuloza, koja učestvuje kod biljaka u građenju potpornih tkiva i predstavlja glavnu strukturu ćelijskog zida. Zbog nedostatka enzima za varenje celuloze kod čoveka, ona ima značajnu ulogu u peristaltici creva i sprečavanju zatvora (Stančević, 1980).

U sprovedenom istraživanju (**Tabela 11**) sadržaj celuloze u plodu iznosi od 0,86% za Konferans do 2,30% za Vidovaču. Na osnovu istraživanja može se utvrditi da neke autohtone sorte (Jagodarka, Vidovača) imaju duplo veći procenat celuloze u odnosu na komercijalne sorte. Prema Stančeviću (1980) udeo celuloze u plodu kruške iznosi od 0,78% (Žifardova maslovka) do 1,45% (Merodova rana), što je manje u odnosu na vrednosti dobijene u ovom istraživanju.

*Sadržaj pektina.* Količina pektina u plodovima ispitivanih sorti varira u širokom opsegu (**Tabela 11**). Najmanju količinu pektina pokazala je sorta Ječmenjača (0,09%), a najveću količinu sorte Hardepont (0,96%) i Kleržo (0,98%). Komercijalne sorte (Hardepont, Boskova bočica, Konferans i Društvenka) se odlikuju i do 2-3 puta većim procentom pektina u odnosu na neke autohtone sorte (Vidovača, Karamanka, Arapka) (**Tabela 11**).

Prema Veljoviću (2020) plod kruške sadrži manje od 0,5% pektina u plodu, što predstavlja manji procenat u odnosu na drugo voće, gde spadaju malina, kajsija, višnja, jabuka, šumska jagoda i dunja. Pektin (grčki *pektos* – gel, žele) je heteropolisaharid koji se nalazi u biljnim tkivima i u ćelijskom zidu, sa brojnim funkcionalnim karakteristikama. Ima osobinu osluznjavanja i stvaranja gela, što je od značaja za ljudsku ishranu i prehrambenu industriju, naročito u preradi plodova voća, koji obiluju pektinom (Stančević, 1980).

*Sadržaj lipida.* Lipidi ili masne supstance se u plodu kruške nalaze u veoma malim količinama i nemaju poseban značaj. Plod kruške najviše lipida ima u pokožici i semenu (od 16% do 22%) (Stančević, 1980).

U ispitivanim uzorcima plodova (Tabela 11) **procenat** lipida je veoma nizak, i on se kreće od 0,36% za Ječmenjaču, do 2,19% za Viljamovku. Istraživanje pokazuje da komercijalne sorte (Viljamovka, Pakams trijumf, Krasanka) imaju do tri ili četiri puta više sadržaja lipida u odnosu na autohtone sorte (Ječmenjača, Arapka, Karamanka).

Prema Hussain i sar. (2013) u pakistanskim sortama krušaka procenat lipida se kreće od 2,14% do 3,39%, a sorta Nashi poseduje 0,1% lipida (James-Martin i sar., 2015). Prema Stančeviću (1980) neke domaće sorte imaju procenat lipida u plodu od 0,20% (Andre Desportes) do 0,46% (Druardova maslovka), što je u opsegu ovog istraživanja. Analizom masnih kiselina u plodu kruške utvrđeno je prisustvo palmitinske, palmitoleinske, stearinske, oleinske i linoelinske masne kiseline, koja je bila dominantna u odnosu na druge kiseline (Öztürk i sar., 2009). Analizom semena divlje

kruške (*P. communis*) utvrđeno je prisustvo 31,7 g lipida u 100 g semena (James-Martin i sar., 2015).

*Sadržaj proteina.* Voće ne predstavlja značajan izvor proteina, a u sastavu ploda voća se ne nalazi veći deo esencijalnih aminokiselina.

Prema vrednostima iz **Tabele 11** sadržaj proteina u plodu kruške se kreće od 0,11% za Hardepontovu do 2% za Viljamovku, dok većina analiziranih sorti ima vrednost oko 1,5%. Prema Stančeviću (1980) procenat proteina u plodu kruške se kreće od 0,26% (Kleržo i Olivijerka) do 0,70% (Žifardova maslovka). Prema Barocca i sar. (2006) procenat proteina u plodu četiri portugalske kruške kreće se od 1,5% do 2,6% a prema Kalkisim i sar. (2017) u okviru 20 analiziranih sorti, procenat proteina u plodu kruške se kreće od 1,04% do 5,09%, što je višestruko veća vrednost u odnosu na sorte analizirane u ovom radu. Hussain i sar. (2013) su analizom plodova pakistanskih sorti krušaka dobili znatno veću vrednost proteina, koja se kreće u rasponu od 8,81% do 11,72%. Prema Stančeviću (1980) prosečan sadržaj proteina u plodovima voća iznosi od 0,2% do 2%. Jezgrasto voće je najbogatije proteinima (22-35% badem, 15-20% orah), jagodasto voće sadrži od 0,1 do 0,4%, koštičavo od 0,1 do 0,3%, a najsiromašnije proteinima je jejabučasto voće od 0,03 do 0,13%, gde spada i plod kruške (Veljović, 2020).

*Sadržaj mineralnih materija.* Analiza mineralnih materija (**Tabela 12**) u odnosu na sadržaj natrijuma kreće se od 0,18 mg/L za Kaluđerku, do 0,94 mg/L za Karamanku. Kiferova sadrži najviše kalijuma (246,80 mg/L), a Vidovača ima najmanji sadržaj kalijuma (60,20 mg/L). Kalcijum je najviše sadržan u plodu Vidovače (77,4 mg/L), a najmanje u plodu Kleržo (17,80 mg/L). Sadržaj magnezijuma se kreće između 34,5 mg/L (Jagodarka, Lubeničarka) i 87,10 mg/L (Pakams trijumf). Gvožđe, mangan, cink i bakar sadržani su u tragovima u plodu ispitivanih sorti. Gvožđe u najvećoj količini sadrže sorte Arapka i Lubeničarka (0,39 mg/L, odnosno 0,22 mg/L), a najmanje Kiferova (0,03 mg/L). Mangan, cink i bakar su u tragovima i kreću se od 0,01 mg/L do 0,13 mg/L i podjednako su zastupljeni i kod autohtonih i komercijalnih sorti.

Slične vrednosti analize mineralnih elemenata utvrđene su za dve sorte krušaka koje rastu u Turskoj (Deveci i Santa Marija) (Öztürk i sar., 2009). Li i sar. (2016) analizom osam kineskih i evropskih sorti krušaka utvrdili su u plodu najveće prisustvo kalijuma (897-1688 mg/100 g sveže mase), zatim kalcijuma (11,5-20,5 mg/100 g sveže mase) i natrijuma (2,5-12,5 mg/100 g sveže mase), dok su cink, bakar, mangan i gvožđe nađeni u tragovima, što je u saglasnosti i sa rezultatima u ovom istraživanju.

Mineralne materije u plodu kruške nalaze se u obliku soli, a u ukupnoj masi ploda čine od 1,4% do 4,0% (Stančević, 1980). U plodu kruške nalaze se kalijumove, kalcijumove i fosforne soli, soli magnezijuma, gvožđa i u manjoj količini mangana (Stančević, 1980; Li i sar., 2016). Sadržaj neznatne količine natrijumovih soli je od značaja za ishranu, naročito dijabetičara (Stančević, 1980).

Prema Živković i sar. (2014), kalijum je najzastupljeniji mineralni element u plodu analiziranih autohtonih krušaka i jabuka sa područja Srbije (od 4,12 do 8,86 mg/g suve mase kod kruške; odnosno 6,27 do 8,36 mg/g suve mase kod jabuke), a pokožica krušaka i jabuka je bogatija kalijumom u odnosu na sočni deo. Posle kalijuma najzastupljeniji je kalcijum u plodu krušaka (0,09 do 1,43 mg/g suve mase) i mangan (0,18 do 0,56 mg/g suve mase), što je u opsegu vrednosti dobijenih analizama u ovom radu.

Prema Stančeviću (1980) količina kalijuma u plodu kruške se kreće od 112 do 140 mg/100 g ploda; količina kalcijuma od 7,4 do 14,5 mg/100 g ploda; magnezijuma od 6,39 do 8,82 mg/100

g ploda; fosfora od 4,5 do 26,5 mg/100 g; gvožđa od 0,1 do 0,62 mg/100 g ploda, a mangana, cinka i bakra u tragovima. Prema Chen i sar. (2007) kalijum je najzastupljeniji element u plodu kruške, u odnosu na druge mineralne materije (sorta Dangshan, 1688 mg/kg svežeg ploda), a zatim slede magnezijum i kalcijum, što je u saglasnosti sa rezultatima ovog istraživanja.

**Tabela 12.** Sadržaj mineralnih materija u plodovima ispitivanih sorti.

Sorta	Na (mg/L)	K (mg/L)	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	Fe (mg/L)	Mn (mg/L)	Zn (mg/L)	Cu (mg/L)
Jagodarka	0,40	66,50	35,2	34,50	0,07	0,01	0,05	0,03
Vidovača	0,46	60,20	77,40	44,00	0,05	0,04	0,05	0,03
Karamanka	0,94	81,60	67,00	70,50	0,09	0,02	0,11	0,08
Ilinjača	0,56	73,40	73,10	62,40	0,07	0,05	0,06	0,08
Ječmenjača	0,86	99,10	61,90	55,00	0,22	0,02	0,04	0,02
Lubeničarka	0,84	66,30	41,20	34,50	0,39	0,09	0,10	0,05
Arapka	0,41	98,40	37,60	49,90	0,09	0,03	0,07	0,09
Junska leptica	0,73	101,90	67,00	58,70	0,09	0,02	0,03	0,02
Kleržo	0,36	140,10	17,8	66,00	0,05	0,03	0,09	0,07
Abate fetel	0,49	151,70	26,50	65,00	0,07	0,02	0,10	0,03
General Lekler	0,39	112,70	36,10	71,70	0,07	0,04	0,04	0,02
Boskova bočica	0,29	120,00	25,20	62,60	0,07	0,02	0,12	0,10
Konferans	0,33	139,00	37,00	67,60	0,07	0,03	0,09	0,06
Hardepont	0,37	127,33	32,00	77,90	0,07	0,06	0,11	0,07



---

Viljamovka	0,31	89,13	38,00	62,10	0,06	0,03	0,08	0,04
Društvenka	0,40	125,30	45,70	50,07	0,04	0,02	0,06	0,04
Kiferova	0,25	246,80	65,20	51,70	0,03	0,02	0,06	0,06
Pakhams trijumf	0,24	139,50	53,80	87,10	0,09	0,03	0,09	0,08
Kaluđerka	0,18	139,40	29,00	83,60	0,06	0,02	0,12	0,13
Krasanka	0,86	137,50	37,30	64,90	0,12	0,03	0,09	0,04

*Ostali elementi.* Mikroanaliza uzoraka elemenata azota, ugljenika, vodonika i fosfora analiziranih sorti predstavljena je u **Tabeli 13**. Najmanji procenat azota u plodu sadrži Karamanka (0,11 mg/100g), dok najveći procenat sadrži Jagodarka (0,64 mg/100g). Sadržaj ugljenika u plodu je varirao u uskom opsegu od 40,77 mg/100g (Karamanka) do 43,59 mg/100g (Jagodarka), kao i sadržaj vodonika gde su zabeležene vrednosti od 6,38 mg/100g (Jagodarka) do 7,10 mg/100g (Kaluderka).

Prilikom analize ploda autohtonih sorti fosfor nije detektovan, iako je prema Živković i sar. (2014) u plodovima autohtonih sorti krušaka i jabuka sa područja Srbije nađena mala količina fosfora (0,22 do 1,09 mg/g suve mase).

**Tabela 13.** Sadržaj azota, ugljenika i vodonika u plodovima ispitivanih sorti.

Ime sorte	N (mg/100g)	C (mg/100g)	H (mg/100g)	P (mg/100g)
Jagodarka	0,64	43,59	6,38	n/d
Vidovača	0,41	41,96	6,58	n/d
Karamanka	0,11	40,77	7,09	n/d
Ilinjača	0,48	43,18	6,76	n/d
Lubeničarka	0,26	41,74	6,62	n/d
Ječmenjača	0,21	40,88	6,92	n/d
Kaluderka	0,60	42,16	7,10	n/d
Arapka	0,39	42,18	7,00	n/d
Junska leptotica	0,51	42,37	6,58	n/d

n/d: nije detektovano

*Sadržaj ukupnih šećera.* Sadržaj ukupnih šećera (termin *šećeri* se odnosi na monosaharide i disaharide) u voću može da varira u zavisnosti od vrste, sorte, stepena zrelosti kao i od uslova spoljašnje sredine. Šećeri, zajedno sa kiselinama, predstavljaju osnovnu komponentu u formiranju senzornog kvaliteta ploda (Džamić i sar., 1966; Mišić, 2002; Öztürk i sar., 2006; Barocca i sar., 2006; Chen i sar., 2007), i većina pomenutih autora navodi da plod kruške sadrži od 9% do 15% ukupnih šećera. Šećeri koji dominiraju u plodu kruške su glukoza, fruktoza, saharoza i sorbitol (Stanivuković, 2021). Fruktoza je dominantni šećer u plodu, a skrob se nalazi samo u zelenim plodovima zimskih krušaka u neznatnom procentu (do 1%) (Chen i sar., 2007).

U analizi ukupnih šećera u plodovima komercijalnih sorti (**Tabela 14**) najzastupljenija je D-fruktoza, od 5,88 g/100 g ploda (General Lekler) do 6,23 g/100 g (Abate fetel). U gotovo svim komercijalnim sortama D-glukoza je zastupljena ujednačeno (od 2,76 do 2,95 g/100 g ploda), dok se sadržaj ukupnih šećera u analiziranim komercijalnim sortama kreće od 9,08 do 10,20 g/100 g suve supstance.

Li i sar. (2016) u osam analiziranih sorti krušaka utvrdili su sadržaj ukupnih šećera od 65 do 120 mg/100g sveže mase. Prema Kalkisim i sar. (2017) u 20 analiziranih turskih sorti krušaka najzastupljenija je fruktoza (16,52-43,79%), zatim glukoza (0,16-34,56%) i saharoza

(0,21- 4,92%). Najveći procenat šećera imala je lokalna sorta Yaz, koja je bila na izrazito plodnom zemljištu sa visokom insolacijom. Analizom soka sorti u istom istraživanju utvrđeno je da je u soku kruške najveći procenat fruktoze (5,41%), zatim glukoze (2,06%) i saharoze (0,52%). Prema Stančeviću (1980) količina šećera u plodu kruške se kreće od 8,80% do 14,90%, a u proseku 11,85%. Prema Veljoviću (2020) ukupni šećeri u plodu jabuke iznose 10-12%, a u plodu kruške 9-10%. Prema istom autoru u plodu kruške najzastupljenija je fruktoza (6-9,7%), zatim glukoza (1-3,7%), a najmanje saharoza (0,4-2,6%), što je u korelaciji i sa rezultatima u ovom istraživanju.

Kruške imaju nizak glikemijski indeks (ugljeni hidrati iz ploda sporo se konvertuju u glukozu), što je od posebnog značaja za ishranu dijabetičara (Xie i sar., 2007).

*Dijetetska vlakna.* Plod kruške je značajan izvor dijetetskih vlakana, koja se sastoje od pektina, celuloze i hemiceluloze, lignina i drugih biljnih konstituenata, a imaju značajnu ulogu u prevenciji i tretmanu mnogih poremećaja (konstipacija, dijabetes, kardiovaskularne bolesti, gojaznost i dr.) (Barroca i sar., 2006; Li i sar., 2016).

Dobijeni rezultati (**Tabela 14**) pokazuju da se sadržaj dijetetskih vlakana kreće od 207,8 mg/100 g ploda za General Lekler, do 1016,7 mg/100 g ploda za Kiferovu.

Analize rađene za 4 portugalske sorte krušaka pokazuju da se dijetetska vlakna nalaze između 12 i 15% suve mase (Barroca i sar., 2006), dok su Li i sar. (2016) su utvrdili da kruška sadrži 2,8% vlakana u odnosu na masu ploda. Utvrđeno je da se dijetetska vlakna nalaze u većem procentu u kruški, u odnosu sa plod grejpfruta, jabuke, limuna, pomorandže i upravo njihova osobina osluznjavanja omogućava sprečavanje konstipacije, a mogu se prerađivati i dodavati u drugu vrstu hrane (Barroca i sar., 2006).

*Vitamin C.* Plod kruške je bogat brojnim vitaminima, među kojima su: vitamin C (askorbinska kiselina); karoten (provitamin A), tiamin (B1), riboflavin (B2), pantotenska kiselina (B3), amid nikotinske kiseline (PP), piridoksin (B6) i biotin (H). Najveći značaj ima vitamin C, kojeg u plodovima krušaka ima prosečno za dva do tri puta više nego u plodovima jabuka (Stančević, 1980). Vitamin C predstavlja snažan antioksidans i važan je parameter kvaliteta ploda kruške. U plodu kruške ima ulogu u sprečavanju oksidacije, potamnjenja mesa kruške, a vremenom on tokom skladištenja ploda opada i do 3-4 puta, zbog čega se kruške moraju čuvati u kontrolisanoj atmosferi hladanije (Li i sar., 2016). Nivo vitamina C plodu kruške razlikuje se u zavisnosti od sorti i njihove zrelosti (Chen i sar., 2007).

Analiza sadržaja vitamina C (**Tabela 14**) u ispitivanim plodovima kreće se od 0,78 mg/100 g ploda za Društvenku, do 5,15 mg/100g ploda za Boskovu bočicu.

Prema Li i sar. (2016) sadržaj vitamina C u osam analiziranih sorti krušaka iznosio je od 1,30 do 4,55 mg/100 g sveže mase, što je u domenu vrednosti i ovog istraživanja. Prema Stančeviću (1980) plod kruške sadrži vitamin C od 3,90 mg/100g (Amanliška) do 12,56 mg/100 g (Kleržo). Prema Erbil i sar. (2018) analiza sadržaja vitamina C u pet turskih sorti krušaka pokazala je sadržaj od 9,30 do 16,02 mg/100 g, što je 2-5 puta više u odnosu na vrednosti dobijenih u ovom istraživanju, što se donekle može objasniti analizom svežih uzoraka, za razliku od zamrznutih uzoraka u ovom istraživanju. Prema ovim autorima sorta Konferans sadrži vitamin C između 2 i 6 mg/100g suve mase ploda. Chen i sar. (2007) su uporedili sadržaj vitamina C u osam različitih sorti krušaka uzgojenih u Kini i utvrđeno je da količina vitamina C varira od 1,30 do 4,55 mg/100 mL u soku kruške, a da je sorta Nanguo imala najviše vitamina C.

**Tabela 14.** Sadržaj šećera i vitamina C u plodovima ispitivanih sorti.

	D-glukoza (g/100g)	D-fruktoza (g/100g)	Dijetetska vlakna (mg/100g)	Određeni UH (g/100g)	Neodređeni UH (g/100g)	Vitamin C (mg/100g)
Kleržo	2,74	6,18	287,5	9,31	2,04	2,69
Abate fetel	2,69	6,23	338,1	9,34	4,22	5,15
General Lekler	2,76	5,98	207,8	9,14	0,12	0,87
Boskova bočica	2,65	6,19	615,3	10,20	0,98	2,73
Konferans	2,70	6,19	980,3	9,86	1,71	1,35
Hardepont	2,67	6,05	421,4	10,11	1,31	0,85
Viljamovka	2,71	6,03	878,2	9,83	1,34	1,20
Društvenka	2,67	5,89	491,4	9,57	0,00	0,78
Kiferova	2,64	6,15	1016,7	10,14	1,52	1,91
Pakhams trijumf	2,59	5,88	356,4	9,08	0,21	3,06
Kaluđerka	2,74	6,22	907,0	10,06	0,73	1,10
Krasanka	2,68	6,15	883,8	10,09	2,70	1,24

UH -ugljeni hidrati

#### 4.4. Određivanje sadržaja ukupnih fenola i flavonoida u ekstraktima

Za određivanje sadržaja ukupnih fenola i flavonoida, kao i njihovog sastava i bioloških aktivnosti plodova evropske kruške i 7 odabranih sorti, ekstrakti pokožice, mesa i zajedno pokožice+mesa dobijeni su pomoću metanola, rastvarača koji je u najširoj upotrebi za ekstrakciju fenolnih jedinjenja iz biljnog materijala (Wang i sar., 2021). Prinos ekstrakata i rezultati sadržaja ukupnih fenola i flavonoida u metanolnim ekstraktima evropske kruške (*P. communis*) i odabranih sorti prikazani su u **Tabeli 15**.

Prinos ekstrakata pokožice uzoraka varira od 8,60% (Jeribasma) do 13,00% (Karamanka), prinos ekstrakta mesa ploda varira od 7,40% (Takiša) do 15,70% (Vidovača), dok prinos pokožice+mesa analiziranih uzoraka varira od 7,63% (Takiša) do 13,50% (Lubeničarka). Može se primetiti da sorte koje imaju krupnije i sočnije plodove (Lončara) i srednje krupne plodove (Vidovača, Karamanka, Viljamovka) pokazuju nešto veći prinos u ekstrakciji u odnosu na sitniju sortu, sa manje sočnim plodom (Takiša). Kod nekoliko sorti ekstrakti pokožice imaju slabiji prinos u odnosu na meso ploda (evropska kruška, Jeribasma, Vidovača), kod nekih sorti (Viljamovka) postoji međusobno jednak prinos pokožice i mesa, a kod nekih sorti je veći prinos pokožice u odnosu na meso ploda (Lubeničarka, Lončara, Takiša). Uočeno je da Takiša ima najmanji prinos ekstrakata svih delova ploda u odnosu na druge analizirane sorte. Analiza tri pakistanske sorte (Manzoor i sar., 2013) prikazuje da prinos pokožice krušaka varira od 14,3% do 17,5%, a prinos mesa ploda od 11,5% do 13%, sa čim su saglasni rezultati ovog istraživanja.

Sadržaj ukupnih fenola u pokožici analiziranih uzoraka kreće se od od 10,70 mg GAE/g za Lubeničarku, do 272,00 mg GAE/g za Lončaru. Osim Lončare, veoma visoku vrednost ukupnih fenola u pokožici ploda sadrži i Takiša (242,00 mg GAE/g). Niže vrednosti ukupnih fenola u pokožici ploda pokazale su sorte: Vidovača (14,41 mg GAE/g) i Karamanka (21,10 mg GAE/g), dok je evropska kruška imala vrednost 27,30 mg GAE/g. Pokožica sorti krušaka analiziranih u ovom istraživanju sadrži dva do tri, a u nekim slučajevima i pet do osam puta veću vrednost ukupnih fenola (10,70 – 272,00 mg GAE/100g) u odnosu na meso ploda (3,10 – 198,40 mg GAE/100g).

Sadržaj ukupnih fenola u mesu ploda varira od 3,10 mg GAE/g za Lubeničarku, do 198,40 mg GAE/g za Lončaru. Osim Lončare, Takiša takođe poseduje visoku vrednost sadržaja fenola (79,52 mg GAE/g) u mesu ploda. Evropska kruška ima 13,30 mg GAE/g ukupnu količinu fenola u mesu ploda, a Viljamovka četiri puta manje u odnosu na evropsku krušku (3,78 mg GAE/g). Najniži sadržaj ukupnih fenola zapažen je kod svih uzoraka Vidovače i Lubeničarke.

Sadržaj ukupnih fenola u ekstraktu pokožice+mesa svih uzoraka varira od 6,21 mg GAE/g (Lubeničarka) do 250,00 mg GAE/g (Lončara). Ovaj visoki iznos sadržaja ukupnih fenola u pokožici+mesu Lončare je oko 2,5 puta veći od sadržaja ukupnih fenola u pokožici+mesu Takiše, i oko 10-15 puta veći u odnosu na druge analizirane sorte.

Urađene su brojne analize ukupnog sadržaja fenola u plodu i delovima ploda različitih sorti krušaka u svetu, dok autohtone sorte krušaka sa područja Srbije do sada nisu ispitivane sa ovog aspekta, ili su ispitane u veoma maloj meri.

Erbil i sar. (2018) su analizirali sadržaj ukupnih fenola ploda pet turskih sorti krušaka (Deveci, Kizil, Egirsah, Gugum, Banda) i utvrdili da je sadržaj ukupnih fenola u pokožici dva do tri puta viši (326 - 402,5 mg GAE/100g) u odnosu na meso ploda (126 - 200 mg GAE/100g), pri čemu se posebno izdvojila sorta Kizil. Abaci i sar. (2016) analizirali su 10 sorti krušaka koje rastu u Turskoj i takođe utvrdili da pokožica ploda sadrži dva do tri puta više ukupnih



fenola (300,1 - 687,2 mg GAE/100g) u odnosu na meso ploda (112,6 - 230,5 mg GAE/100g). Li i sar. (2014) su predstavili analizu deset kineskih sorti krušaka, koje su pokazale da pokožica ploda ima nekoliko puta viši sadržaj ukupnih fenola (263,6 - 1121,5 mg GAE/100g) u odnosu na meso ploda, dok su Sun i sar. (2019) analizirali ukupne fenole u svežem plodu nekoliko kineskih sorti krušaka i utvrdili da se vrednosti kreću od 11,4 do 21,4 mg/g sveže mase ploda.

Li i sar. (2016) analizirali su sadržaj ukupnih fenola u 27 sorti evropskih i kineskih krušaka, i utvrdili njihov sadržaj u opsegu od 47,93 mg/100g sveže mase za Viljamovku do 392,58 mg/100g sveže mase za kinesku sortu Xuehua. Takođe, u istom istraživanju analiza ukupnih fenola u pokožici je dva do deset puta bila veća u odnosu na njihov sadržaj u mesu ploda istraživanih sorti (npr. Konferans: pokožica 254,90 mg/100g sveže mase, meso ploda 30,33 mg/100g sveže mase). Brahem i sar. (2017) analizom ploda tunižanskih komercijalnih sorti utvrdili su sadržaj ukupnih fenola u mesu ploda kruške u opsegu 0,1 - 8,6 g GAE/kg sveže mase ploda, a u pokožici u opsegu 1,6 - 40,4 g GAE/kg sveže mase ploda. Wang i sar. (2021) takođe su utvrdili da je ukupni sadržaj fenola u mesu ploda pet australijskih komercijalnih sorti u opsegu od 1,89 do 3,14 mg GAE/g. Analizom sadržaja ukupnih fenola u plodu istočne kruške (varijeteta *P. communis*), koja raste u pustinji Atakama (Čile), i poređenjem sa dve komercijalne sorte (Boskova bočica i Pakams trijumf), utvrđeno je da pokožica i meso istočne kruške sadrže znatno veću količinu fenola u odnosu na komercijalne sorte (Simirgiotis i sar., 2016). Nešto nižu vrednost ukupnih fenola u plodu evropske kruške (14,5 µg GAE/g) izvestili su su Sharma i sar. (2015). Takođe, i Kolniak - Ostek (2016b) je utvrdila da evropska kruška u pokožici sadrži četiri puta više ukupnih fenola (917,6 mg GAE/100 g) u odnosu na meso ploda (234,2 mg GAE/100 g), što je u opsegu vrednosti u odnosu na dobijene rezultate u ovom istraživanju.

U poređenju sa sadržajem ukupnih fenola u drugim vrstama voća, sadržaj ukupnih fenola u plodu kruške je sličan kao kod jabuke i dunje (Kolniak – Ostek i sar. 2020). Imeh i Khohar (2002) predstavili su vrednosti ukupnih fenola za ceo plod četiri analizirane sorte krušaka (1795 - 2566 mg GAE/100 g), koje pokazuju slične vrednosti ukupnih fenola kao i plodovi sorti jabuka u istom eksperimentu, a ukupni sadržaj fenola u ekstraktima pokožice jabuka je bio viši u odnosu na njeno meso ploda. Tome u prilog govori istraživanje Živković i sar. (2014) koji su analizirali sadržaj ukupnih fenola kod 14 autohtonih sorti jabuka i krušaka sa područja Srbije, i utvrdili sadržaj ukupnih fenola u pokožici od 2,82 - 12,24 mg GAE/g suve mase za jabuke, odnosno 3,81 - 8,11 mg GAE/g suve mase za kruške. Takođe, sadržaj mesa ploda jabuka i krušaka pokazao je i do pet puta manji sadržaj ukupnih fenola u odnosu na pokožicu: 1,55 - 5,95 mg GAE/g suve mase za jabuke, odnosno 1,38 - 3,5 mg GAE/g suve mase za kruške, što je značajno niža vrednost ukupnih fenola u odnosu na rezultate dobijene u ovom istraživanju.

Takođe, razlika u tehnici ekstrakcije, tipu odabranog ekstrakcionog sredstva, koncentraciji uzorka, i sorte kruške dovodi do varijacija u sadržaju ukupnih fenola u plodu (Wang i sar., 2021). Tešić i sar. (2018) analizirali su sadržaj ukupnih fenola u plodovima i listovima voća koje raste u Srbiji, kao plodnom i geografski pogodnom području za uzgoj voća (trešnja, višnja, borovnica, jagoda, beli i crni dud, šljiva, grožđe i dr., među kojima je i plod evropske kruške) i utvrđen je visoki sadržaj polifenola u plodovima i listu brojnih uzoraka, što daje dobre fitonutritivne karakteristike za konzumaciju.

Prema Wang i sar. (2021) na količinu i sadržaj polifenolnih komponenti ploda utiču sortiment i uslovi sredine u kojoj se gaji voće, kao i primena agrotehničkih mera. Tzanakis i sar. (2006) istraživali su ukupne fenolne komponente plodova voća koji rastu u Grčkoj (grejpfrut, divlja pomorandža, jabuka, dunja, evropska kruška), gde je utvrđeno da najveću količinu ukupnih fenola sadrži kora grejprfruta, zatim meso grejprfruta, a zatim plod evropske kruške, dok su meso jabuke, dunje i pomorandže imali manju količinu ukupnih fenola. Ovo

istraživanje je takođe utvrdilo veću količinu ukupnih fenola u pokožici ploda u odnosu na meso ploda kod svih analiziranih vrsta. Takođe, utvrđeno je postojanje duplo veće količine ukupnih fenola kod nezrelog ploda divlje kruške, u odnosu na zreo plod (Tzanakis i sar., 2006).

**Tabela 15.** Prinos i sadržaj ukupnih fenola i flavonoida u metanolnim ekstraktima ploda i delova ploda evropske kruške i 7 odabranih sorti krušaka.

Vrsta/sorta	Deo ploda	Prinos (%)	Sadržaj ukupnih fenola (mg GAE/g)	Sadržaj ukupnih flavonoida (mg QE/g)
Evropska kruška	pokožica	9,00	27,30±0,40 <sup>x,c</sup>	4,82±0,30 <sup>x,b</sup>
	meso	12,00	13,30±0,23 <sup>z,c</sup>	1,93±0,19 <sup>z,b</sup>
	pokožica + meso	12,30	16,40±0,50 <sup>y,c</sup>	2,54±0,10 <sup>y,b</sup>
Takiša	pokožica	9,20	242,00±6,26 <sup>x,b</sup>	9,94±0,19 <sup>x,a</sup>
	meso	7,40	79,52±2,10 <sup>z,b</sup>	3,21±0,20 <sup>z,a</sup>
	pokožica + meso	7,63	94,43±4,04 <sup>y,b</sup>	6,03±0,18 <sup>y,a</sup>
Lončara	pokožica	10,90	272,00±4,00 <sup>x,a</sup>	3,16±0,15 <sup>x,d</sup>
	meso	8,40	198,40±7,21 <sup>z,a</sup>	0,69±0,05 <sup>z,d</sup>
	pokožica + meso	13,00	250,03±7,10 <sup>y,a</sup>	1,83±0,11 <sup>y,c</sup>
Jeribasma	pokožica	8,60	23,20±0,74 <sup>x,c</sup>	2,73±0,13 <sup>x,de</sup>
	meso	12,10	5,32±0,05 <sup>z,d</sup>	1,22±0,09 <sup>y,c</sup>
	pokožica + meso	9,10	10,10±0,1 <sup>y,d</sup>	1,36±0,07 <sup>y,d</sup>
Vidovača	pokožica	12,70	14,41±0,16 <sup>x,d</sup>	2,52±0,07 <sup>x,e</sup>
	meso	15,70	5,39±0,06 <sup>z,d</sup>	1,32±0,08 <sup>z,c</sup>
	pokožica + meso	11,10	6,56±0,33 <sup>y,d</sup>	1,87±0,11 <sup>y,c</sup>
Lubeničarka	pokožica	11,30	10,70±0,14 <sup>x,d</sup>	4,30±0,09 <sup>x,c</sup>
	meso	9,52	3,10±0,02 <sup>z,d</sup>	1,72±0,01 <sup>z,b</sup>
	pokožica + meso	13,50	6,21±0,09 <sup>y,d</sup>	2,69±0,16 <sup>y,b</sup>
Karamanka	pokožica	13,00	21,10±0,90 <sup>x,cd</sup>	2,98±0,19 <sup>x,de</sup>
	meso	11,30	4,51±0,24 <sup>z,d</sup>	0,46±0,06 <sup>z,d</sup>
	pokožica + meso	11,40	8,45±0,49 <sup>y,cd</sup>	0,98±0,03 <sup>y,de</sup>
Viljamovka	pokožica	10,90	23,20±0,74 <sup>x,c</sup>	2,57±0,10 <sup>x,e</sup>
	meso	10,70	3,78±0,05 <sup>z,d</sup>	0,70±0,00 <sup>z,d</sup>
	pokožica + meso	9,40	10,10±0,10 <sup>y,cd</sup>	1,07±0,83 <sup>y,d</sup>

U okviru svake sorte, srednje vrednosti obeležene različitim slovima <sup>(x-z)</sup> značajno se razlikuju; za svaki deo ploda odvojeno, srednje vrednosti obeležene različitim slovima <sup>(a-e)</sup> značajno se razlikuju (jednofaktorska ANOVA, Tukey's post hoc; p<0,05. Navedena slova prikazuju opadajuće vrednosti, gde <sup>(x)</sup> i <sup>(a)</sup> predstavljaju najviše vrednosti, GAE – ekvivalent galne kiseline, QE – ekvivalent kvercetina.

Pored fenolnih kiselina, flavonoidi su druga grupa fenolnih jedinjenja po zastupljenosti u plodu kruške. Utvrđeno je prisustvo nekoliko potklasa flavonoida u plodu kruške, među kojima su: antocijanini, dihidrohalkoni, dihidroflavonoli, flavanoli, flavanoni, flavoni, flavonoli i izoflavonoidi. Flavanoli i flavonoli su najdominantniji među navedim grupama flavonoida (Wang i sar., 2021).

U ovom istraživanju sadržaj flavonoida (**Tabela 15**) u ekstraktu pokožice kreće se od 2,52 mg QE/g za Vidovaču do 9,94 mg QE/g za Takišu. Sadržaj flavonoida u mesu ploda kreće se od 0,46 mg QE/g za Karamanku do 3,21 mg QE/g za Takišu, a sadržaj flavonoida u ekstraktu pokožice i mesa kreće se od 0,98 mg QE/g za Karamanku do 6,03 mg QE/g za Takišu. Najviše vrednosti sadržaja flavonoida, osim Takiše, pokazala je evropska kruška (4,82 mg QE/g za pokožicu; 1,93 mg QE/g za meso ploda i 2,54 mg QE/g za pokožicu i meso). Najniže vrednosti sadržaja flavonoida, osim Viljamovke, pokazali su ekstrakti Karamanke, Vidovače i Jeribasme. Rezultati ovog istraživanja sugerišu da ekstrakti pokožice ploda kruške sadrže dva do četiri puta veći sadržaj flavonoida u odnosu na meso ploda.

Analiza 27 evropskih i kineskih sorti krušaka pokazala je sadržaj ukupnih flavonoida u plodovima, koji je bio u opsegu od 80 mg rutina/100g sveže mase za sortu Yantai do 790,8 mg rutina/100 g sveže mase za sortu Nanguo (Li i sar., 2016). Rezultati iste studije potvrđuju da je sadržaj ukupnih flavonoida u pokožici dva do deset puta prevazilazio saržaj flavonoida u mesu ploda, pri čemu je sorta Quingpi imala u pokožici deset puta veći sadržaj flavonoida u odnosu na meso ploda (pokožica 1700 mg rutina/100g sveže mase, meso 160 mg rutina/100g sveže mase), a u sorti Hongpi potpuno je suprotno iskazana vrednost ukupnih flavonoida, pri čemu je meso ploda (625 mg rutina/100g sveže mase) sadržalo pet puta više flavonoida u odnosu na pokožicu (110 mg rutina/100g sveže mase) što predstavlja izuzetak navedenog istraživanja.

Wang i sar. (2021) analizom pet komercijalnih sorti sa područja Australije utvrdili su ukupan sadržaj flavonoida u plodu, koji se kreće od 0,57 mg QE/g do 1, 53 mg QE/g, a dve nama poznate sorte, Pakams trijumf i Boskova bočica imaju vrednosti 0,94 mg QE/g, odnosno 1,04 mg QE/g, što je u opsegu vrednosti dobijenih u ovom istraživanju, ili nešto niže. Li i sar. (2014) analizirali su sadržaj flavonoida u ekstraktima 10 kineskih sorti i utvrdili da pokožica sadrži 6 - 20 puta više flavonoida (od 281,2 do 1682,7 mg rutina/100g) u odnosu na meso. Manzoor i sar. (2016) utvrdili su ukupni sadržaj flavonoida u tri sorte koje rastu u Pakistanu, koji iznosi 543,50 - 561,30 mg ekvivalenta katehina CE/100 g suve mase za pokožicu, i 270,50 - 290,50 mg CE/100g suve mase za meso ploda, sa čim su, takođe, u saglasnosti rezultati ovog istraživanja, koji ukazuju da su flavonoidi bili prisutni u većoj količini u pokožici u odnosu na meso ploda.

Lin i Harnly (2008) analizom pokožice 16 sorti krušaka utvrdili su prisustvo 34 različitih jedinjenja flavonoida, koja su karakteristična za sorte izvedene od evropske kruške. Starowicz i sar. (2020) su ispitivali ukupni sadržaj flavonoida u jabukama pri čemu su zaključili da unos ukupnih flavonoida iz jabuke od 60 do 600 mg dnevno ima značajan učinak na ljudsko zdravlje. Analiza soka jabuke dve sorte pokazuje visok sadržaj flavonoida, a dodatkom askorbinske kiseline kao konzervansa u sok postiže se efekat očuvanja količine flavonoida u soku. Li i sar. (2016) smatraju da sadržaj polifenolnih komponenti, za koji je utvrđeno da je veći u pokožici ploda kruške u odnosu na meso, može da opadne tokom termičke obrade ploda, naročito nakon sušenja ploda i njegovoj izloženosti višoj temperaturi tokom obrade.

Brojni rezultati prethodno urađenih analiza ploda krušaka pokazuju visoku zastupljenost ukupnih fenola i flavonoida u celom plodu, mesu ploda, a naročito u pokožici ploda (Lin i Harnly, 2008; Li i sar., 2014; Li i sar. 2016; Öztürk i sar., 2015; Abaci i sar., 2016, Kolniak - Ostek, 2016a,b; Manzoor i sar., 2016; Simirgiotis i sar., 2016; Sun i sar., 2020; Kolniak - Ostek i sar., 2020; Živković i sar., 2020. Wang i sar., 2021).

#### 4.5. HPLC analiza fenolnih komponenti

Kvalitativna i kvantitativna i analiza fenolnih komponenti metanolnih ekstrakata dobijenih iz pokožice, mesa i celog ploda sedam odabranih sorti krušaka i evropske kruške izvršena je pomoću HPLC-DAD tehnike, sadržaj svake komponente je izražen u  $\mu\text{g/g}$  suvog ekstrakta i rezultati su predstavljeni u **Tabeli 16**.

U svim analiziranim uzorcima, hlorogenska kiselina u pokožici ploda (od 25,28 do 16147,89  $\mu\text{g/g}$  suvog ekstrakta) i arbutin u pokožici ploda (od 60,87 do 3748,85  $\mu\text{g/g}$  suvog ekstrakta) bili su najzastupljenije komponente, za kojima slede kvercitrin u pokožici (od 130,49 do 1777,69  $\mu\text{g/g}$  suvog ekstrakta) i izokvercitrin u uzorku pokožice+mesa ploda (3,55 do 12215,78  $\mu\text{g/g}$  suvog ekstrakta). Viši sadržaj hlorogenske kiseline zabeležen je i u ekstraktima pokožice+mesa svih sorti (25,28 – 11763,04  $\mu\text{g/g}$  suvog ekstrakta) i ekstraktu mesa ploda svih sorti (36,33 – 10795,63  $\mu\text{g/g}$  suvog ekstrakta). Viši sadržaj arbutina je zabeležen i u uzorcima pokožice+mesa (84,31 – 1708,40  $\mu\text{g/g}$  suvog ekstrakta), kao i mesu ploda (64,36 – 1157,42  $\mu\text{g/g}$  suvog ekstrakta), u odnosu na druge analizirane uzorke.

Pokožica većine analiziranih uzoraka na osnovu rezultata prikazanih u **Tabeli 16** ima viši sadržaj hlorogenske kiseline i arbutina, u odnosu na meso, a ovaj odnos je najbolje uočljiv u slučaju sorti Takiša, Lončara i Viljamovka. Najviše vrednosti sadržaja pojedinačnih fenolnih jedinjenja pokazuju sorte Takiša i Lončara, a najniže Vidovača.

U jednoj od prethodnih studija je analiziran sadržaj pojedinačnih fenolnih jedinjenja kod osam kineskih sorti krušaka, i pokazano je da je sadržaj hlorogenske kiseline u ekstraktu celog ploda iznosio 10,3 – 263,8  $\mu\text{g/g}$  (Li i sar., 2012), dok je u ovom istraživanju sadržaj hlorogenske kiseline u plodovima krušaka bio znatno veći. Prethodne studije takođe pokazuju da pokožica ploda kruške poseduje visok sadržaj hlorogenske kiseline (Salta i sar., 2010; Li i sar., 2014). Poznato je da hlorogenska kiselina, kao snažan hemoprotektivni agens, ima antioksidativnu, antitumorsku i imunomodulatornu aktivnost u organizmu (Li i sar., 2014). Plod sorte Rosha sadržao je hlorogensku kiselinu u iznosu 62,4 mg/100g sveže mase, dok su sorte General Leklerk, Društvenka, Abate fetel i Krasanka pokazale 8 - 10 puta niži sadržaj hlorogenske kiseline u odnosu na Rosha (Salta i sar., 2010).

U analizi ekstrakata plodova nekoliko kineskih sorti krušaka, utvrđeno je da su hlorogenska kiselina i arbutin bili prisutni u velikim količinama, kao i da su u analiziranim sortama u znatno manjoj količini bili prisutni epikatehin i rutin. Izdvojila se Danghsansu sorta sa visokim sadržajem arbutina u iznosu 2298,6  $\mu\text{g/g}$  suve mase (Li i sar., 2012).

Öztürk i sar. (2015) u analizi 13 lokalnih i 4 standardne sorte krušaka koje rastu u Turskoj, utvrdili su takođe, dominantan sadržaj arbutina i hlorogenske kiseline i u pokožici i u mesu ploda analiziranih sorti. Arbutin je bio dominantniji u odnosu na hlorogensku kiselinu. Sadržaj arbutina u mesu ploda je iznosio od 3067,7 mg/100 g (Abate fetel) do 15412,0 mg/100 g (Deveci), a u pokožici je iznosio od 4890,0 mg/100 g (Viljamovka) do 67446,3 mg/100 g (Sarikum). Osim za nekoliko analiziranih sorti, arbutin je bio dominantniji u pokožici u odnosu na meso ploda. Hlorogenska kiselina je bila prisutna u opsegu od 21,0 mg/100 g (Viljamovka) do 1348,4 mg/100 g (Sarikum) u pokožici, odnosno 15,8 mg/100 g (Kara) do 891,9 mg/100 g (Sarikum) u mesu ploda. Sadržaj hlorogenske kiseline je bio viši u pokožici u odnosu na meso ploda. Rezultati ove doktorske studije su u skladu sa rezultatima navedenog istraživanja, u odnosu na sadržaj arbutina i hlorogenske kiseline.

Još jedno istraživanje koje su sproveli Li i sar. (2014) analizirajući deset kineskih sorti krušaka ukazuje na visoki sadržaj arbutina u pokožici (323,3 – 3041,9  $\mu\text{g/g}$  suvog ekstrakta) i u mesu ploda (92,8 – 2077,0  $\mu\text{g/g}$  suvog ekstrakta), kao i visoki sadržaj hlorogenske kiseline u

pokožici (32,5 – 793,5 µg/g suve mase) i mesu ploda (12,0 – 718,8 µg/g suve mase), dok su kvercetin i rutin bili prisutni u znatno manjoj količini, što je u saglasnosti i sa rezultatima ovog istraživanja. Isto istraživanje ukazuje da je pokožica ploda kruške sadržala tri do deset puta više hlorogenske kiseline u odnosu na meso ploda analiziranih sorti, što važi i za arbutin.



**Tabela 16.** Sadržaj pojedinačnih fenolnih jedinjenja u metanolnim ekstraktima uzoraka ploda i delova ploda evropske kruške i odabranih sorti krušaka izraženi kao  $\mu\text{g/g}$  suvog ekstrakta.

Sorta / vrsta	Deo ploda	Arbutin	Hlorogenska kiselina	Rutin	Hiperozid	Izokvercitrin	Kvercitrin	Procijanidin B <sub>1</sub>	Procijanidin B <sub>2</sub>
Evropska kruška	pokožica	555,07±29,18 <sup>y,c</sup>	25,82±4,01 <sup>z,c</sup>	tr	38,36±2,12 <sup>c</sup>	124,87±6,98 <sup>x,d</sup>	263,74±12,89 <sup>x,c</sup>	257,87±19,77 <sup>y,a</sup>	245,12±11,11 <sup>y,b</sup>
	meso	695,40±31,21 <sup>x,b</sup>	61,21±4,78 <sup>y,c</sup>	tr	tr	8,01±1,03 <sup>z,b</sup>	92,82±4,63 <sup>y,c</sup>	971,74±58,30 <sup>x,a</sup>	275,15±14,07 <sup>x,b</sup>
	pokožica +meso	485,34±20,22 <sup>z,b</sup>	220,07±9,99 <sup>x,d</sup>	tr	tr	20,69±5,05 <sup>y,c</sup>	100,03±6,40 <sup>y,d</sup>	949,57±39,97 <sup>x,a</sup>	213,42±10,10 <sup>z,b</sup>
Takiša	pokožica	3748,85±71,87 <sup>x,a</sup>	16146,89±59,89 <sup>x,a</sup>	103,69±5,55 <sup>c</sup>	214,83±9,96 <sup>a</sup>	656,74±21,18 <sup>y,a</sup>	tr	161,17±4,16 <sup>z,b</sup>	276,28±10,13 <sup>z,b</sup>
	meso	1157,42±44,43 <sup>z,a</sup>	10795,63±49,09 <sup>z,a</sup>	tr	tr	72,83±4,44 <sup>z,a</sup>	nd	476,33±28,56 <sup>y,b</sup>	393,34±17,43 <sup>y,a</sup>
	pokožica +meso	1708,40±62,31 <sup>y,a</sup>	11763,04±63,12 <sup>y,a</sup>	tr	5820,13±76,43	12215,78±46 <sup>x,a</sup>	tr	671,09±30,10 <sup>x,b</sup>	2065,18±61,89 <sup>x,a</sup>
Lončara	pokožica	767,85±21,13 <sup>x,b</sup>	1107,64±43,78 <sup>x,b</sup>	84,89±34,99 <sup>cd</sup>	117,94±6,03 <sup>b</sup>	215,51±8,99 <sup>x,c</sup>	274,52±11,23 <sup>c</sup>	295,86±13,20 <sup>x,a</sup>	575,89±25,12 <sup>x,a</sup>
	meso	100,23±5,05 <sup>y,cd</sup>	890,12±40,11 <sup>y,b</sup>	tr	tr	1,70±0,30 <sup>y,d</sup>	tr	50,14±2,12 <sup>y,c</sup>	133,91±5,98 <sup>y,c</sup>
	pokožica +meso	113,93±5 <sup>y,d</sup>	957,12±38,65 <sup>y,b</sup>	tr	tr	10,12±0,97 <sup>y,c</sup>	77,55±3,00 <sup>c</sup>	63,33±2,38 <sup>x,cd</sup>	85,40±4,45 <sup>z,c</sup>
Jeribasma	pokožica	60,87±2,89 <sup>y,f</sup>	80,13±3,66 <sup>x,c</sup>	571,29±24,73 <sup>a</sup>	tr	93,77±3,35 <sup>f</sup>	1777,69±48,34 <sup>x,a</sup>	76,08±3,35 <sup>x,c</sup>	174,68±6,42 <sup>x,c</sup>
	meso	122,48±7 <sup>x,cd</sup>	36,33±2,87 <sup>y,c</sup>	tr	tr	tr	70,66±3,65 <sup>z,d</sup>	55,50±2,38 <sup>y,c</sup>	93,31±4,02 <sup>y,d</sup>
	pokožica +meso	17,58±1,13 <sup>z,c</sup>	25,28±2,05 <sup>z,f</sup>	24,23±1,11	tr	3,55±0,21 <sup>c</sup>	263,70±12,23 <sup>y,a</sup>	40,87±2,99 <sup>z,d</sup>	86,14±3,54 <sup>y,c</sup>
Vidovača	pokožica	373,99±13,98 <sup>x,d</sup>	30,17±1,12 <sup>y,c</sup>	43,60±1,56 <sup>c</sup>	tr	134,41±4,21 <sup>x,d</sup>	375,73±12,12 <sup>x,d</sup>	40,71±2,20 <sup>d</sup>	169,14±4,77 <sup>x,c</sup>
	meso	104,41±5,03 <sup>z,cd</sup>	37,54±2,03 <sup>x,c</sup>	tr	tr	2,15±0,21 <sup>z,d</sup>	191,74±7,21 <sup>y,a</sup>	nd	109,93±5,05 <sup>y,cd</sup>
	pokožica +meso	175,44±6,23 <sup>y,cd</sup>	27,07±1,66 <sup>y,f</sup>	tr	tr	36,25±1,01 <sup>y,c</sup>	144,78±3,22 <sup>z,c</sup>	36,97±15,23 <sup>d</sup>	25,12±1,10 <sup>z,c</sup>
Lubeničarka	pokožica	308,28±13,23 <sup>x,de</sup>	88,37±4,01 <sup>x,c</sup>	tr	38,25±1,89 <sup>c</sup>	80,72±3,23 <sup>y,f</sup>	130,49±5,21 <sup>x,f</sup>	149,82±6,02 <sup>x,b</sup>	99,23±3,34 <sup>x,c</sup>
	meso	140,85±4,78 <sup>y,c</sup>	64,37±2,89 <sup>y,c</sup>	tr	tr	14,41±0,67 <sup>z,c</sup>	94,83±2,99 <sup>z,c</sup>	104,80±4,33 <sup>y,c</sup>	75,89±2,78 <sup>y,d</sup>
	pokožica +meso	86,86±3,78 <sup>z,de</sup>	62,61±3,11 <sup>y</sup>	tr	0,10±0,03	191,17±7,65 <sup>x,c</sup>	107,88±3,71 <sup>y,d</sup>	100,51±2,99 <sup>y,c</sup>	51,79±1,34 <sup>z,c</sup>
Karamanka	pokožica	247,29±7,98 <sup>x,c</sup>	395,15±15,31 <sup>x,d</sup>	367,32±12,63 <sup>b</sup>	tr	275,75±10,07 <sup>b</sup>	828,48±36,26 <sup>x,b</sup>	tr	tr
	meso	71,858±3,02 <sup>y,de</sup>	92,94±3,71 <sup>z,c</sup>	tr	nd	tr	134,04±6,31 <sup>z,b</sup>	tr	tr
	pokožica +meso	84,31±3,32 <sup>y,de</sup>	115,96±5,55 <sup>y,c</sup>	tr	tr	20,01±1,13 <sup>c</sup>	210,15±7,69 <sup>y,b</sup>	tr	tr
Viljamovka	pokožica	710,65±21,11 <sup>x,b</sup>	882,95±22,35 <sup>x,c</sup>	49,37±2,66 <sup>c</sup>	tr	81,04±3,21 <sup>f</sup>	462,47±20,23 <sup>c</sup>	tr	tr

---

meso	64,34±2,45 <sup>z,c</sup>	38,57±2,77 <sup>z,c</sup>	tr	tr	tr	tr	tr	tr
pokožica +meso	226,61±10 <sup>y,c</sup>	356,16±12,12 <sup>y,c</sup>	tr	tr	36,58±2,72 <sup>c</sup>	265,57±10,32 <sup>a</sup>	tr	tr

---

Unutar svake sorte, srednje vrednosti obeležene različitim slovima <sup>(x-z)</sup> značajno se razlikuju; za svaki deo ploda posebno, srednje vrednosti obeležene različitim slovima <sup>(a-f)</sup> značajno se razlikuju (jednofaktorska ANOVA, Tukey's post hoc;  $p < 0,05$ ), Navedena slova prikazuju vrednosti u opadajućem redosledu, gde <sup>(x)</sup> i <sup>(a)</sup> predstavljaju najveće vrednosti. tr - prisutno u tragovima

Hlorogenska kiselina je dominantna fenolna kiselina u mnogim ranije analiziranim sortama krušaka (Pakhams Trijumpf, Josefina de Malines, Winter Nelis, Beurre Bosc i Rico) (Li i sar., 2012; Wang i sar., 2021). Analizom fenolnih jedinjenja 16 američkih komercijalnih sorti krušaka, dve glavne fenolne komponente pokožice ploda takođe su bile arbutin i hlorogenska kiselina (Lin i Harnly, 2008) što se poklapa i sa našim istraživanjem. Takođe, Tanriöven i Eksi (2005) detektovali su prisustvo hlorogenske kiseline i kafene kiseline u soku kruške, analizirajući sorte Viljamovku, Santa Maria i Starkimskon, dok rezultati drugih studija (Li i sar., 2014; Li i sar., 2016) pokazuju da brojne sorte krušaka koje rastu u Kini (*P. bretschneideri*, *P. pyrifolia* i *P. communis*) pored hlorogenske sadrže i galnu kiselinu. Ma i sar. (2012) analizirali su plod *Pyrus pyrifolia* var. *pingouli*, i utvrdili u plodu visok sadržaj hlorogenske kiseline, rutina i epikatehina.

Mnoge studije pokazuju da određene sorte sadrže arbutin u dva ili tri puta većoj količini u pokožici u odnosu na meso ploda (Salta i sar., 2010; Li i sar., 2014; Kolniak-Ostek, 2016a,b). Analizom delova ploda evropske kruške utvrđeno je da pokožica ploda sadrži arbutin 92,5 mg/100 g suve mase, a meso ploda 31,7 mg/100 g suve mase ploda. Kolniak-Ostek (2016a) je utvrdila najveće prisustvo arbutina u listu evropske kruške (626,8 mg/100 g suve mase), čak do 20 puta veću količinu arbutina u odnosu na meso ploda (31,7 mg/100 g suve mase ploda), a seme ima sličan sadržaj arbutina (92,4 mg/100g suve mase) kao i pokožica ploda kruške (Kolniak - Ostek, 2016a).

Salta i sar. (2010) analizirali su nekoliko komercijalnih sorti sa područja Portugalije (General Leklerk, Comice, Abate Fetel, Passe Crassane i Rosha) i utvrdili najveći sadržaj arbutina u plodu Rosha (22,5 mg/100g sveže mase ploda), dok se kod drugih navedenih sorti sadržaj arbutina u plodu nalazio u opsegu od 2,6 do 5,6 mg/100 g sveže mase ploda. Prema Sun i sar. (2019) analizom ploda šest kineskih sorti krušaka, arbutin je bio najzastupljeniji fenolni glikozidi mladih krušaka, u opsegu od 2285,6 do 5905,9 µg/g sveže mase ploda. Takođe je utvrđeno da je nivo arbutina bio znatno viši kod nezrelih plodova, u odnosu na zrele plodove, tako da se zaključuje da pri zrenju ploda kruške dolazi do postepenog metaboličkog razlaganja arbutina do drugih jedinjenja.

U ovoj studiji sadržaj izokvercitrina, kvercitrina, procijanidina B1 i procijanidina B2 razlikuju se u zavisnosti od sorte i analiziranog ekstrakta dela ploda sa višim vrednostima utvrđenim u pokožici, a Takiša je pokazala najveće vrednosti. Prisustvo kvercitrina i izokvercitrina u našem istraživanju je u saglasnosti sa rezultatima prethodnih studija koje ukazuju da njihov sadržaj u velikoj meri varira među sortama i različitim delovima ploda (Liaudanskas i sar., 2017). Kaur i Arya (2012) su identifikovali kvercitrin i izokvercitrin u evropskoj kruški, dok je u u našoj studiji kvercitrin pronađen u najvećoj količini u ekstraktu pokožice sorte Jeribasma (1777,69 µg/g), a izokvercitrin u ekstraktima pokožice i mesa ploda Takiše (pokožica 656,74 µg/g, meso 72,83 µg/g). Li i sar. (2016a) poredili su antioksidativni efekat kvercitrina i izokvercitrina i zaključili da je izokvercitrin pokazivao jače antioksidativno dejstvo od kvercitrina, štiteći mezenhimske matične ćelije od oksidativnog stresa.

Jeong i sar. (2017) su iz kore *Pyrus pyrifolia* izolovali pet proantocijanidina, dok je u ovoj studiji procijanidin B2 detektovan u značajno većoj količini u ekstraktu celog ploda (pokožica+meso) Takiše (2065,18 µg/g). Najveći sadržaj procijanidina B1 pokazao je ekstrakt pokožice+meso evropske kruške (949,57 µg/g), dok je procijanidin B1 u plodu Karamanke i Viljamovke detektovan u tragovima.

U svim analiziranom sortama ovog istraživanja rutin je detektovan u tragovima, osim u pokožici Jeribasme (571,29 µg/g) i Karamanke (367,32 µg/g). Hiperozid je takođe detektovan u tragovima u većini ispitivanih uzoraka, osim u celom plodu (pokožica+meso) Takiše (5820,13 µg/g), dok je samo pokožica Takiše sadržala i gotovo 30 puta manju količinu ovog fenolnog glikozida (214,83 µg/g).

Rezultati ovog istraživanja pokazuju da plod kruške predstavlja bogat izvor raznovrsnih grupa fenolnih jedinjenja, uključujući fenolne kiseline, flavonoide i procijanidine, što je u saglasnosti sa rezultatima prethodinih istraživanja.

Varijacije u sadržaju fenolnih jedinjenja kod različitih sorti krušaka utvrđene su u mnogim dosadašnjim studijama (Li i sar., 2014; Öztürk i sar., 2015, Dai i Mumper 2020; Wang i sar., 2015, Działo i sar., 2016; Živković i sar., 2016; Kolniak - Ostek i sar., 2016; Erbil i sar., 2018; Sun i sar., 2019, Cosme i sar., 2020; Kolniak - Ostek i sar., 2020; Wang i sar., 2021; Merez-Sadowska 2021).

Sadržaj pojedinačnih fenolnih jedinjenja u ekstraktima krušaka varira među ispitivanim sortama, u zavisnosti od sorte, lokaliteta uzimanja uzorka i različitim ekološkim uslovima pre ili posle berbe (Mc Clure i sar., 2019).

Najnovija istraživanja pokazuju da dugotrajna konzumacija polifenolnih jedinjenja igra vitalnu ulogu u održavanju zdravlja kroz regulaciju metabolizma i zaštitu od različitih vrsta karcinoma, kardiovaskularnih bolesti, dijabetesa tipa 2, gastrointestinalnih poremećaja, oštećenja pluća, neurodegenerativnih bolesti itd. Ova višestruka korist se može objasniti "teorijom biohemijskog čistača", koja sugerše da fenolna jedinjenja inaktiviraju slobodne radikale formirajući stabilizovane hemijske komplekse, sprečavajući tako dalje neželjene reakcije u telu (Cori i sar., 2018). Ovo je posebno značajno zbog konzumacije celog ploda kruške, zajedno sa pokožicom, koja je izrazito bogata polifenolnim jedinjenjima.

Sledeći korak ove studije bio je da se istraži antioksidativna aktivnost ekstrakata odabranih sorti, njihova antineurodegenerativna, antidiijabetična i citotoksična aktivnost.

#### 4.6. Određivanje antioksidativne aktivnosti ekstrakata

Antioksidativna aktivnost metanolnih ekstrakata pokožice, mesa i pokožice+mesa odabranih sorti krušaka i evropske kruške određena je pomoću pet testova: DPPH, ABTS, FRAP,  $\beta$ -karoten/linolna kiselina ( $\beta$ -CB) i TRP testa. Rezultati ispitivanja antioksidativne aktivnosti metanolnih ekstrakata testirani su na koncentraciji od 1 mg/mL i prikazani su u **Tabeli 17** uporedo sa vrednostima za pozitivne kontrole (standarde) BHT, BHA i askorbinsku kiselinu.

DPPH metoda je najčešće korišćena za preliminarno testiranje antioksidativne aktivnosti uzoraka. Rezultati ispitivanja antioksidativne aktivnosti odabranih sorti krušaka DPPH testom su prikazani kao  $IC_{50}$  vrednosti (mg/mL), dok su vrednosti za standarde prikazane u  $\mu$ g/mL.

U DPPH testu  $IC_{50}$  vrednosti metanolnih ekstrakata pokožice su u opsegu od 0,37 mg/mL (Takiša) do 5,50 mg/mL (Karamanka),  $IC_{50}$  vrednosti za ekstrakte mesa su u opsegu od 3,71 mg/mL (Lončara i Jeribasma) do 22,39 mg/mL (Viljamovka), dok su  $IC_{50}$  vrednosti za ekstrakte pokožice+meso u opsegu od 0,79 mg/mL (Takiša) do 6,91 mg/mL (Vidovača). DPPH aktivnost za sve navedene uzorke je bila sledeća (od najveće ka najmanjoj): Takiša > evropska kruška > Lončara > Vidovača > Jeribasma > Lubeničarka > Karamanka > Viljamovka, dok su u odnosu na delove ploda svi uzorci bili rangirani na sledeći način (od najjačeg ka najslabijem): pokožica > pokožica+meso > meso.

Najsnažniju antioksidativnu aktivnost detektovanu ovim testom pokazala je Takiša. Osim Takiše, najveći antioksidativni potencijal pokazali su ekstrakti pokožice ploda evropske kruške ( $IC_{50} = 0,80$  mg/mL) i Lončare ( $IC_{50} = 1,56$  mg/mL). Komercijalna sorta Viljamovka je pokazala najslabiju DPPH aktivnost, posebno za meso ploda. U poređenju sa korišćenim pozitivnim kontrolama, ekstrakti ploda krušaka su pokazali značajno nižu aktivnost.



**Tabela 17.** Antioksidativna aktivnost metanolnih ekstrakata ploda i delova ploda evropske kruške i odabranih sorti krušaka.

Sorta/ vrsta	Deo ploda	DPPH* (IC <sub>50</sub> , mg/mL)	ABTS** (mg AAE/g)	FRAP (μmol Fe(II)/g)	β karoten/ linolna kiselina test (% inhibicije)	TRP test (mg AAE/g)
Evropska kruška	pokožica	0,80±0,05 <sup>z,d</sup>	1,10±0,28 <sup>x,d</sup>	880,38±19,00 <sup>x,b</sup>	83,01±1,47 <sup>x,b</sup>	19,76±3,02 <sup>x,b</sup>
	meso	4,29±0,33 <sup>x,d</sup>	0,76±0,07 <sup>y,c</sup>	618,25±17,87 <sup>z,a</sup>	70,48±1,16 <sup>y,ab</sup>	na
	pokožica+meso	2,85±0,19 <sup>y,d</sup>	0,77±0,05 <sup>y,e</sup>	742,73±18,65 <sup>y,a</sup>	65,73±4,29 <sup>y,b</sup>	1,95±0,50 <sup>y,c</sup>
Takiša	pokožica	0,37±0,03 <sup>z,d</sup>	2,91±0,10 <sup>x,a</sup>	933,63±21,82 <sup>x,a</sup>	95,33±3,20 <sup>x,a</sup>	94,81±4,98 <sup>x,a</sup>
	meso	3,85±0,23 <sup>x,e</sup>	1,18±0,01 <sup>z,b</sup>	606±8,00 <sup>z,a</sup>	77,61±3,16 <sup>y,a</sup>	8,10±1,81 <sup>z,b</sup>
	pokožica+meso	0,79±0,05 <sup>y,e</sup>	1,54±0,09 <sup>y,b</sup>	711±12,00 <sup>y,a</sup>	87,10±4,65 <sup>xy,a</sup>	19,76±3,03 <sup>y,b</sup>
Lončara	pokožica	1,56±0,12 <sup>z,cd</sup>	1,22±0,06 <sup>y,d</sup>	882±23,30 <sup>x,b</sup>	77,07±2,77 <sup>x,b</sup>	16,90±9,23 <sup>x,bc</sup>
	meso	3,71±0,14 <sup>x,e</sup>	1,65±0,32 <sup>xy,a</sup>	631,10±7,49 <sup>z,a</sup>	55,22±3,08 <sup>y,c</sup>	na
	pokožica+meso	2,90±0,16 <sup>y,d</sup>	2,09±0,10 <sup>x,a</sup>	739,18±15,76 <sup>y,a</sup>	72,26±2,18 <sup>x,b</sup>	5,33±1,57 <sup>y,c</sup>
Jeribasma	pokožica	2,72±0,09 <sup>y,c</sup>	2,67±0,04 <sup>x,b</sup>	737,00±1400 <sup>x,c</sup>	80,66±1,76 <sup>x,b</sup>	20,43±8,46 <sup>x,b</sup>
	meso	3,71±0,07 <sup>x,e</sup>	0,41±0,03 <sup>y,d</sup>	189,69±9,40 <sup>y,d</sup>	54,50±3,37 <sup>y,c</sup>	11,67±5,88 <sup>y,b</sup>
	pokožica+meso	3,28±0,03 <sup>x,d</sup>	0,44±0,03 <sup>y,f</sup>	206,04±9,73 <sup>y,d</sup>	53,29±2,47 <sup>y,c</sup>	4,00±2,50 <sup>z,c</sup>
Vidovača	pokožica	2,28±0,68 <sup>y,c</sup>	1,69±0,06 <sup>x,c</sup>	647,17±1,75 <sup>x,d</sup>	67,52±1,68 <sup>x,c</sup>	4,24±1,11 <sup>y,cd</sup>
	meso	5,97±0,52 <sup>x,c</sup>	0,59±0,03 <sup>z,cd</sup>	329,89±8,45 <sup>z,b</sup>	60,83±1,52 <sup>y,bc</sup>	2,76±0,33 <sup>y,c</sup>
	pokožica+meso	6,91±0,25 <sup>x,a</sup>	0,96±0,02 <sup>y,d</sup>	408,53±13,07 <sup>y,c</sup>	48,83±3,25 <sup>z,cd</sup>	20,43±3,49 <sup>x,b</sup>
Lubeničarka	pokožica	3,55±0,07 <sup>y,b</sup>	1,17±0,03 <sup>x,d</sup>	486,36±9,34 <sup>x,e</sup>	63,27±3,66 <sup>x,cd</sup>	1,00±1,67 <sup>y,d</sup>
	meso	5,00±0,02 <sup>x,cd</sup>	1,00±0,06 <sup>y,bc</sup>	248,01±10,05 <sup>z,c</sup>	63,99±3,28 <sup>x,bc</sup>	na
	pokožica+meso	4,99±0,07 <sup>x,c</sup>	0,95±0,04 <sup>y,d</sup>	392,75±18,25 <sup>y,c</sup>	47,47±2,83 <sup>y,c</sup>	16,33±3,01 <sup>x,b</sup>
Karamanka	pokožica	5,50±0,38 <sup>y,a</sup>	2,52±0,03 <sup>x,ab</sup>	638,00±10,00 <sup>x,d</sup>	59,02±1,61 <sup>x,d</sup>	5,33±1,57 <sup>y,cd</sup>
	meso	11,35±0,69 <sup>x,b</sup>	0,54±0,04 <sup>z,cd</sup>	177,75±1,63 <sup>z,d</sup>	36,64±0,76 <sup>y,d</sup>	37,95±2,57 <sup>x,a</sup>
	pokožica+meso	5,06±0,26 <sup>y,c</sup>	1,18±0,06 <sup>y,c</sup>	390,93±8,24 <sup>y,c</sup>	40,17±3,28 <sup>y,d</sup>	4,21±1,10 <sup>y,c</sup>
Viljamovka	pokožica	4,57±1,09 <sup>y,ab</sup>	2,78±0,04 <sup>x,bc</sup>	645,00±10,00 <sup>x,d</sup>	77,86±3,32 <sup>x,b</sup>	na
	meso	22,39±1,10 <sup>x,a</sup>	0,26±0,04 <sup>z,d</sup>	221,46±14,30 <sup>z,c</sup>	60,58±9,48 <sup>y,bc</sup>	3,95±0,36 <sup>y,c</sup>
	pokožica+meso	5,96±0,40 <sup>y,b</sup>	1,21±0,03 <sup>y,c</sup>	456,33±4,10 <sup>y,b</sup>	51,88±1,76 <sup>y,cd</sup>	32,52±1,76 <sup>x,a</sup>
		(IC <sub>50</sub> , μg/mL)				
BHT	-	17,90±0,20	27,5±0,20	4450±78	-	138,86±1,51
BHA	-	13,80±0,40	28,2±0,10	5840±53	-	118,81±9,57
Askorbinska kiselina	-	5,1±0,10	nt	1810±86	98,08±6,17	129,71±1,51

Unutar svake sorte, srednje vrednosti obeležene različitim slovima (<sup>x-z</sup>) značajno se razlikuju; za svaki deo ploda posebno, srednje vrednosti obeležene različitim slovima (<sup>a-c</sup>) značajno se razlikuju (jednofaktorska ANOVA, Tukey's post hoc; p<0,05). Navedena slova prikazuju vrednosti u opadajućem redosledu, gde (<sup>x</sup>) i (<sup>a</sup>) predstavljaju najveće vrednosti, BHT-3,5-di-terc-butil-4-hidroksitoluen; BHA-2(3)-terc-butil-4-hidroksianizol. na- nije registrovano

ABTS metoda je osetljivija od DPPH metode, a ima široku primenu za određivanje sadržaja antioksidansa u ekstraktima voća i povrća, bezalkoholnim i alkoholnim pićima, čaju i kafi (Pregiban, 2017).

Vrednosti ABTS testa za ekstrakt pokožice uzoraka kreću se u opsegu od 1,10 mg AAE/g (evropska kruška) do 2,91 mg AAE/g suvog ekstrakta (Takiša), vrednosti ekstrakti mesa ploda kreću se u opsegu od 0,26 mg AAE/g (Viljamovka) do 1,18 mg AAE/g suvog ekstrakta (Takiša), a vrednosti ekstrakta pokožice+meso su u opsegu od 0,44 mg AAE/g (Jeribasma) do 1,54 mg AAE/g suvog ekstrakta (Takiša).

Rezultati ABTS testa pokazali su da ekstrakt Takiše (pokožica 2,91 mg AAE/g; meso ploda 1,18 mg AAE/g, pokožica+meso 1,54 mg AAE/g;) i Lončare (pokožica 1,22 mg AAE/g; meso 1,65 mg AAE/g, pokožica + meso 2,09 mg AAE/g;) imaju najviše vrednosti. Visoku ABTS vrednost pokazao je ekstrakt pokožice Viljamovke (2,78 mg AAE/g), dok je najnižu vrednost pokazao ekstrakt mesa Viljamovke (0,26 mg AAE/g). Ekstrakti delova ploda evropske kruške pokazali su slabiju antioksidativnu aktivnost u poređenju sa autohtonim sortama. U većini uzoraka ekstrakt pokožice je pokazao snažniju antioksidativnu aktivnost u odnosu na ekstrakt mesa ploda (dva do šest puta u nekim slučajevima), kao i u odnosu na aktivnost pokožice+meso. U poređenju prema standardima BHA i BHT, testirani ekstrakti pokazali su nižu aktivnost.

Rezultati FRAP testa pokazuju da se vrednosti ekstrakta pokožice kreću od 486,36  $\mu\text{mol Fe(II)/g}$  suve mase (Lubeničarka) do 933,63  $\mu\text{mol Fe(II)/g}$  suve mase (Takiša); vrednosti aktivnosti mesa ploda su u opsegu od 177,75  $\mu\text{mol Fe(II)/g}$  suve mase (Karamanka) do 631,10  $\mu\text{mol Fe(II)/g}$  suve mase (Lončara), a vrednosti ekstrakta pokožice+meso su u opsegu od 390,93  $\mu\text{mol Fe(II)/g}$  suve mase (Karamanka) do 742,73  $\mu\text{mol Fe(II)/g}$  suve mase (evropska kruška). Najveću FRAP aktivnost pokazale su Takiša, Lončara i evropska kruška, a najmanju Lubeničarka. Ispitivani uzorci pokazuju više vrednosti antioksidativne aktivnosti za pokožicu, i to od 1,5 do 4 puta u odnosu na ekstrakt mesa ploda. Vrednosti testiranih uzoraka FRAP metodom su bile znatno niže u poređenju sa onima dobijenim za pozitivne kontrole.

Rezultati  $\beta$ -karoten/linolna kiselina testa pokazuju vrednosti za pokožicu u opsegu od 59,02% (Karamanka) do 95,33% (Takiša), za meso ploda u opsegu od 36,64% (Karamanka) do 77,61% (Takiša), i za pokožicu+meso vrednosti od 40,17% (Karamanka) do 87,10% (Takiša). Ekstrakti pokožice skoro svih uzoraka su pokazale veći procenat inhibicije obezbojavanja  $\beta$ -karotena u odnosu na meso ploda i pokožicu+meso. Nešto veće vrednosti inhibicije pokazale su Takiša, Lončara, Jeribasma i evropska kruška, u odnosu na Vidovaču, Lubeničarku, Karamanku i Viljamovku. Od svih analiziranih sorti krušaka, antioksidativna aktivnost ekstrakata Takiše je bila značajno viša od aktivnosti askorbinske kiseline, kao pozitivne kontrole, dok je aktivnost drugih sorti bila u opsegu vrednosti dobijene za navedeni standard.

TRP test je zasnovan na kolorimetrijskom praćenju transformacije Fe(III) u Fe(II) do koga dolazi u prisustvu uzorka koji deluje kao donor elektrona usled čega se menja boja reakcione smeše (Jamuna i sar., 2010). Vrednosti TRP testa za pokožicu uzoraka kreću se od 1,00 mg AAE/g (Lubeničarka) do 94,81 mgAAE/g (Takiša), dok pokožica nekih sorti nije pokazala aktivnost (Viljamovka). Vrednosti TRP testa za meso ploda su od 2,76 mg AAE/g (Vidovača) do 37,95 mg AAE/g (Karamanka), dok neke sorte nisu imale registrovanu aktivnost (Lubeničarka, Lončara, evropska kruška), dok se vrednosti za pokožicu+meso kreću u opsegu 1,95 mg AAE/g (evropska kruška) do 32,52 mg AAE/g (Viljamovka). TRP test je prikazao drugačiju sliku antioksidativne aktivnosti ekstrakata u odnosu na prethodno navedene testove. Pokožice nekoliko sorti (Takiša, Lončara, Jeribasma, Vidovača, evropska kruška) pokazale su snažniju TRP aktivnost u odnosu na aktivnost ekstrakata mesa i pokožice+meso, dok kod

nekoliko drugih sorti (Lubeničarka, Karamanka, Viljamovka) TRP aktivnost mesa, ili pokožice+mesa je bila snažnija u odnosu na pokožicu.

Korišćenjem testova zasnovanih na različitim reakcionim mehanizmima stiže se detaljniji uvid u antioksidativnu aktivnost uzoraka. U svim sprovedenim testovima koji se baziraju na različitim antioksidativnim mehanizmima (DPPH, ABTS, FRAP,  $\beta$ -karoten/linolna kiselina, TRP) izdvojila se Takiša, sa snažnom antioksidativnom aktivnošću ekstrakata svih delova ploda, naročito pokožice. Takođe, visoku aktivnost u većini testova pokazale su sorte Lončara i Jeribasma. Gotovo u svim sprovedenim testovima, ekstrakti pokožice svih analiziranih sorti su imali najsnažnije dejstvo u odnosu na druge delove ploda. Razlika u antioksidativnoj aktivnosti između pokožice i mesa ploda kruške je uzorkovana većim prisustvom bioaktivnih supstanci u pokožici, kao što su polifenolna jedinjenja (arbutin, katehin, hlorogenska kiselina, kumarinska kiselina, epikatehin, ferulinska kiselina, hiperozid, izokvercetin, kvercitrin, rutin), kao i triterpena (ursolna kiselina), čime je uzrokovana snažnija antioksidativna aktivnost pokožice u odnosu na plod, a većina ispitivanih sorti krušaka se pokazala kao značajna hrana sa bioaktivnim potencijalom (Ferreira i sar., 2002; Tzanakis i sar., 2006; Lin i Harnly 2008; Salta i sar., 2010; Ma i sar., 2012; Li i sar. 2012; Li i sar., 2014; Sharma i sar., 2015; Öztürk i sar., 2015; Manzoor i sar., 2013; Wang i sar., 2015; Brahem i sar., 2017; Morgado i sar., 2019).

Brojni radovi novijeg datuma pokazuju da plod kruške predstavlja snažan izvor antioksidanasa (Imeh i Khokhar, 2002; Lin i Harnly, 2008; Salta i sar., 2010; Kaur i Arya, 2012; Manzoor i sar., 2013; Li i sar., 2014; 2016b; Reiland i Slavin 2015; Öztürk i sar., 2015; Sharma i sar., 2015; Parle i Arzoo 2016; Kolniak - Ostek 2016; Li i sar., 2016; Abaci i sar., 2016; Liaudanskas i sar., 2017; Brahem i sar., 2017; Tešić i sar., 2018; Azzini i sar., 2019; Natić i sar., 2019; Kolniak - Ostek i sar., 2020; Živković i sar., 2020).

Pretraga literature pokazuje da je DPPH aktivnost različitih sorti krušaka širom sveta do sada intenzivno testirana. Li i sar. (2012) analizirali su DPPH aktivnost ekstrakta nekoliko kineskih sorti krušaka, i dobili su vrednosti  $IC_{50}=0,59$  mg/mL, odnosno  $IC_{50}=0,70$  mg/mL za sorte Ksuehua i Nanguo, što je u opsegu vrednosti za Takišu i evropsku krušku u ovom istraživanju. Li i sar. (2014) su DPPH metodom takođe utvrdili snažnu antioksidativnu aktivnost pokožice ploda 20 analiziranih kineskih sorti u opsegu od 128,53 do 813,8  $\mu$ g vit C/100 g suve mase.

Ekstrakt pokožice ploda *P. pyrifolia* var. *pinggouli* pokazao je  $IC_{50}=38,30$  mg/mL, dok je ekstrakt mesa ploda pokazao  $IC_{50}=50,00$  mg/mL (Ma i sar., 2012), što je znatno slabija aktivnost u poređenju sa aktivnošću uzoraka testiranih u ovom radu. Suprotno tome, Salta i sar. (2010) istraživali su sposobnost neutralizacije DPPH radikala ekstraktima nekoliko sorti krušaka, uključujući Roshu ( $IC_{50}=0,11$  mg/mL), Društvenku ( $IC_{50}=0,13$  mg/mL), Abate fetel ( $IC_{50}=0,22$  mg/mL), General Leklerk ( $IC_{50}=0,37$  mg/mL) i Krasanku ( $IC_{50}=0,59$  mg/mL), gde navedene vrednosti imaju snažniju antioksidativnu aktivnost u poređenju sa uzorcima testiranim u ovom istraživanju.

Takođe, u svim dosadašnjim istraživanjima utvrđeno je da pokožica ima jači antioksidativni potencijal u odnosu na meso ploda (Salta i sar., 2010; Li i sar., 2012, 2014; Kolniak - Ostek, 2016; Kolniak - Ostek i sar., 2020). Kolniak-Ostek (2016) je u analizi sorte Radana (*P. communis*) utvrdila razliku u sposobnosti neutralizacije DPPH radikala između različitih delova ploda, kao i lista (od najvećeg ka najmanjem): list > seme > pokožica > meso ploda, pri čemu je list imao  $IC_{50}=2027$   $\mu$ mol TE/100g suve mase, seme  $IC_{50}=1632,7$   $\mu$ mol TE/100g suve mase, pokožica  $IC_{50}=1210$   $\mu$ mol TE/100g suve mase, a meso ploda  $IC_{50}=426$   $\mu$ mol TE/100g suve mase, što govori da je antioksidativna aktivnost lista pet puta veća od aktivnosti mesa ploda, a aktivnost pokožice tri puta veća od aktivnosti mesa ploda.

Ieguchi i sar. (2015) merili su DPPH aktivnost 29 sorti japanskih i evropskih krušaka; Galvis Sánchez i sar. (2003) odredili su DPPH aktivnost šest čileanskih i evropskih varijeteta krušaka, Wang i

sar. (2021) su analizirali DPPH aktivnost pet komercijalnih australijskih sorti krušaka, dok su He i sar. (2022) analizirali 17 varijeteta evropske kruške, a rezultati navedenih istraživanja su u opsegu vrednosti dobijenim u ovom istraživanju. Prema Wang i sar. (2021) razlike u antioksidativnoj aktivnosti zavise od analizirane sorte krušaka, delova ploda, oblasti u kojoj su uzgajane, kao i perioda branja i fiziološke zrelosti.

Sun i sar. (2019) su testirali antioksidativni kapacitet plodova 10 sorti kineskih krušaka DPPH metodom i izrazili dobijene rezultate pomoću  $\mu\text{mol Trolox/g}$  suvog ekstrakta. Iako nije moguća direktna komparacija rezultata ove studije sa vrednostima dobijenim u našem istraživanju, rezultati istraživanja Sun i sar. (2019) pokazuju da je antioksidativni kapacitet mladih plodova krušaka značajno veći u odnosu na zrele plodove, čime je potvrđena korelacija između hemijskog sastava i antioksidativnog kapaciteta, koji se menja sazrevanjem plodova voća.

Sharma i sar. (2015) utvrdili su visoku antioksidativnu ABTS aktivnost metanolnog ekstrakta celog ploda evropske kruške ( $\text{IC}_{50}=15,90 \text{ mg AAE/g}$ ), što je višestruko veća vrednost u odnosu na plod evropske kruške analizirane u ovom istraživanju ABTS metodom. Erbil i sar. (2017) koristeći ABTS metodu za merenje antioksidativne aktivnosti celog ploda šest turskih kultivara, utvrdili su najsnažniju antioksidativnu aktivnost za sortu Kizil ( $1,72 \mu\text{mol TE/g}$ ), a najslabiju za sortu Banda ( $0,81 \mu\text{mol TE/g}$ ).

Wang i sar. (2021) analizom pet komercijalnih sorti krušaka (Pakams Trijumf, Josefine de Malines, Winter Nelis, Boskova bočica, Rico) utvrdili su antioksidativnu aktivnost plodova kombinujući DPPH, ABTS i FRAP testove, izražavajući dobijene rezultate u ekvivalentima askorbinske kiseline za sva tri testa. Vrednosti DPPH testa su varirale od 3,25 do 5,72 mg AAE/g za navedene sorte; vrednosti ABTS testa bile u opsegu od 2,83 mg do 4,44 AAE/g, dok su FRAP vrednosti bile od 4,37 do 2,15 mg AAE/g. Najveću aktivnost je pokazala sorta Josephine de Malines a najmanju Winter Nelis.

Erbil i sar (2017) su kombinacijom dva testa ABTS i FRAP analizirali antioksidativnu aktivnost 5 turskih sorti (Egirsah, Gugum, Deveci, Kizil, Banda) i najveće ABTS i FRAP vrednosti dobili za sortu Kizil ( $1,72 \mu\text{mol TE/g}$  sveže mase; odnosno  $61,25 \mu\text{mol Fe (II)/g}$  sveže mase), a najniže vrednosti za sortu Banda ( $0,81 \mu\text{mol TE/g}$  sveže mase; odnosno  $120 \mu\text{mol Fe (II)/g}$  sveže mase), što je znatno niže od dobijenih vrednosti u ovom istraživanju.

Imeh i Khokhar (2012) su analizirali četiri komercijalne sorte krušaka i jednu sortu jabuke FRAP metodom, koje su među sobom pokazale slične vrednosti, ali i neznatno veću vrednost u poređenju sa aktivnošću ploda breskve i kivija.

Prema Kolniak-Ostek (2016b), DPPH i FRAP vrednosti pokožice ploda 10 odabranih sorti evropske kruške (1210,1 i 1981,3  $\mu\text{mol TE/100 g}$  suve mase) su bile više u odnosu na vrednosti dobijene za meso ploda (426,0 odnosno 847,2  $\mu\text{mol TE/100 g}$  suve mase). Kolniak-Ostek (2016) je takođe, poredila aktivnost listova, semena, pokožice i mesa ploda sorte kruške Radana, i najveću FRAP vrednost dobila je za list, koji je u korelaciji sa najvišim sadržajem ukupnih fenola u listu. Kolniak-Ostek i sar. (2020) su najveću vrednost antioksidativnih aktivnosti DPPH i FRAP dobili u narednom istraživanju opet za sortu Radana (7,70 mmol Trolox/kg suve mase, odnosno 15,64 mmol Trolox/kg suve mase), dok je Konferans pokazala najniže vrednosti: 3,98 odnosno 4,37 mmol Trolox/kg suve mase. Međutim, Liaudanskas i sar. (2017) su utvrdili veću DPPH aktivnost sorte Konferans ( $40 \mu\text{mol TE/g}$  suve mase) u svom istraživanju, pri čemu je FRAP aktivnost date sorte iznosila 30  $\mu\text{mol TE/g}$  suve mase.

Azzini i sar. (2019) analizirali su antioksidativni potencijal tri italijanske sorte krušaka i dve sorte dunja FRAP metodom, a dobijena je direktna korelacija između ukupnog sadržaja fenola u uzorcima i antioksidativne aktivnosti pokožice i mesa uzoraka. Najveću FRAP vrednost pokazala je pokožica dunja (varijeteti Palmoli i Civitella) u vrednostima od 12,56 do 14,07 mmol Fe (II)/100 g, u odnosu na nešto

manje vrednosti pokožice krušaka (varijeteti Palmoli, Guastameroli i Casoli) u opsegu od 6,46 do 11,34 mmol Fe(II)/100 g. Znatno niže FRAP vrednosti pokazali su uzorci ekstrakta mesa dunje (1,63–2,34 mmol Fe(II)/100 g) i krušaka (1,04–2,91 mmol Fe(II)/100 g).

Gu i sar. (2019) su utvrdili nešto niži antioksidativni kapacitet meren FRAP metodom za ekstrakt ploda evropske kruške, koji je varirao u odnosu na različite rastvarače, ali i koncentraciju uzorka, dok su Jamuna i sar. (2011) dobili vrednost 3,00 mg AAE/g za ekstrakt ploda evropske kruške.

Interesantno je istraživanje Guo i sar. (2003) koje je obuhvatilo testiranje ekstrakata ploda i delova ploda FRAP metodom 28 različitih vrsta voća nađenih u lokalnoj kineskoj prodavnici, među kojima je i jedna kineska sorta kruške. Najviše FRAP vrednosti mesa ploda pokazao je plod gloga, urme, kivija i duda, dok je plod kruške bio među najslabijim testiranim voćem; najveću FRAP aktivnost pokožice pokazali su grejpfrut, zatim glog, urma i kivi, dok je ekstrakt pokožice kruške ponovo bio među najslabijim; a najvišu FRAP vrednost semena pokazao je plod manga i guave, a zatim i kruške, koja se istakla po visokoj FRAP vrednosti semena.

Na osnovu do sada prezentovanih literaturnih podataka jasno se uočava da su DPPH, ABTS i FRAP testovi često korišćeni za procenu antioksidativne aktivnosti ploda ili delova ploda kruške (Sharma i sar., 2015; Kolniak-Ostek, 2016b; Liaudanskas i sar., 2017; Kolniak - Ostek i sar., 2020). S obzirom da su korišćene različiti ekperimentalni dizajni i da su rezultati prezentovani na različite načine, direktno poređenje sa rezultatima analiziranih ekstrakata krušaka u ovom radu nije uvek bilo moguće. S druge strane, sa retkim izuzecima (npr. Wang i sar., 2015),  $\beta$ -karoten/linolna kiselina i TRP metoda do sada nisu korišćene za merenje antioksidativne aktivnosti ploda kruške, pa su rezultati dobijeni u ovom radu diskutovani sa literaturnim podacima koje se odnose na druge vrste voća. U jednoj od studija koju su sproveli Wang i sar. (2015) najjači redukcionni potencijal pokazala je pokožica kruške kineske sorte Zaosu (*P. bretschnideri* Rehd.) 545,93 mg vitamina C/100g suve mase, a zatim pokožica sorte Yaguang (*P. ussuriensis* Maxim) i to 545,12 mg vitamina C/100g suve mase, a najnižu aktivnost pokazala je pokožica sorte Shuijing (*P. bretschnideri*) 128,53 mg/100 g.

Plod acerole, barbadoske trešnje (*Malpighia emarginata* DC.), pokazao je različite vrednosti ekstrakta mesa putem četiri metode za procenu antioksidativnog dejstva: DPPH vrednost  $IC_{50}=838,8$  mg/100 g; ABTS vrednost 1315,0 mg/100 g; FRAP vrednost 495,1 mg/100 g, dok u testu  $\beta$ -karoten/linolna kiselina uzorci ploda acerole nisu pokazali inhibiciju obezbojavanja  $\beta$ -karotena (Maria do Socorro i sar., 2010). Ikram i sar. (2009) su primenom nekoliko metoda uključujući  $\beta$ -karoten/linolnu kiselina test procenili antioksidativno dejstvo metanolnih ekstrakata ploda 32 vrste malezijskog voća koje je nepoznato i nedovoljno iskorišćeno u ishrani, i dobili vrednosti inhibicije obezbojavanja  $\beta$ -karotena između 45% i 97%. Velioglu i sar. (1998) su primenom testa  $\beta$ -karoten/linolna kiselina na ekstrakte 28 biljaka koje se koriste u ishrani ili u medicinske svrhe, utvrdili najveću antioksidativnu aktivnost semena lana (94,9%) i heljde (63,7%), ehinacee (81,5%) i korena rena (57,4%). Barreira i sar. (2008) analizirali su antioksidativnu aktivnost ploda, ljuske ploda i unutrašnje opne ploda, kao i cveta pitomog kestena (*Castanea sativa* Mill.) testom  $\beta$ -karoten/linolne kiseline, i dobili sve vrednosti veće od 50%, (ljuska kestena 98,3%, unutrašnja opna ploda 80,4%, cvet 61,0%), osim ploda kestena, čija je vrednost iznosila 46,8%. Rezultati svih navedenih analiza su u opsegu aktivnosti uzoraka ploda krušaka analiziranih u ovom radu.

Mitić i sar. (2014) u komparativnoj antioksidativnoj analizi plodova obojenog voća sa područja Srbije (malina, trešnja, kupina, trnjina i aronija), koristeći metode DPPH, ABTS, FRAP i TRP dobili su rezultate u okviru kojih su DPPH i ABTS testovi pokazali najvišu vrednost za plod kupine, a najnižu za plod maline. Druge dve metode (FRAP, TRP) pokazale su slične vrednosti, najveću antioksidativnu aktivnost je imao plod kupine (FRAP 1,09  $\mu$ mol Fe/mg suve mase, odnosno TRP 0,19  $\mu$ mol AAE/ $\mu$ g



suve mase), a najmanju maline (FRAP 0,38  $\mu\text{mol Fe/mg}$  suve mase, odnosno TRP 0,12  $\mu\text{mol AAE}/\mu\text{g}$  suve mase).

#### 4.7. Određivanje antineurodegenerativne aktivnosti ekstrakata

U ovoj studiji, ispitivana je aktivnost metanolnih ekstrakata sedam sorti krušaka i evropske kruške u inhibiciji dva enzima (acetilholinesteraze i tirozinaze) uključena u neurodegeneraciju, pri koncentracijama od 25  $\mu\text{g/mL}$ , 50  $\mu\text{g/mL}$  i 100  $\mu\text{g/mL}$ . Kao standardi korišćeni su lekovi u komercijalnoj upotrebi - galantamin za inhibiciju acetilholinesteraze i kojićna kiselina za inhibiciju tirozinaze, pri istim koncentracijama kao i uzorci.

Rezultati antineurodegenerativne aktivnosti prikazani su u **Tabeli 18**. U poređenju sa galantaminom i kojićnom kiselinom za najveći broj uzoraka ispitivanih sorti pokazana je niska do umerena inhibitorna aktivnost AChE i TYR, ali, u nekim slučajevima i visoka aktivnost. Na osnovu prezentovanih rezultata, uočava se da testirani ekstrakti nisu delovali na dozno-zavisani način. Takođe, nije moguće jasno zaključiti koji od testiranih delova ploda ima najjači antineurodegenerativni potencijal, jer su pojedine sorte pokazale veću inhibitornu aktivnost u slučaju ekstrakta pokožica+meso, a pojedine veću aktivnost samo ekstrakta pokožice ili mesa ploda.

Na svim koncentracijama AChE inhibitorna aktivnost uzoraka pokazala je nisku do umerenu vrednost pokožice (od 7,13 do 38,95%), pokožice+meso (od 7,66 do 40,38%), kao i uzoraka mesa ploda (od 7,34 do 39,42%) u odnosu na galantamin (42,38 do 57,11%). Ekstrakti pokožice+meso Takiše i Vidovače pokazali su veću AChE inhibitornu aktivnost u odnosu na ekstrakte pokožice ili mesa. Najveću AChE inhibitornu aktivnost pokazao je ekstrakt pokožice+meso Lončare (40,38%), ekstrakt mesa Viljamovke (39,42%), ekstrakt pokožice+meso Takiše (39,46%), kao i njen ekstrakt pokožice (38,95%).

Rezultati TYR inhibitorne aktivnosti ekstrakata pokožice, mesa i pokožice+meso pokazali su uglavnom jednake vrednosti. Na svim koncentracijama TYR inhibitorna aktivnost pokazuje nisku do umerenu vrednost za pokožicu (od 8,56 do 32,76%), kao i za pokožicu+meso (od 9,80 do 28,19%), i nešto veću vrednost za meso ploda (od 10,37 do 29,17%), u odnosu na kojićnu kiselinu (33,93 do 51,81%). Najnižu TYR inhibitornu aktivnost pokazala je pokožica Lubeničarke (8,56%), a najvišu pokožica Takiše (32,76%).

Utvrđeno je da pokožica ima nižu ili sličnu AChE i TYR inhibitornu aktivnost u odnosu na meso ploda ili pokožicu+meso. U odnosu na standarde galantamin i kojićnu kiselinu Takiša ima umerenu do visoku AChE i TYR inhibitornu aktivnost, dok su druge sorte imale sličnu ili nižu aktivnost.

Ekin i sar. (2016) utvrdili su inhibitornu AChE aktivnost ekstrakata listova kavkaske kruške (*P. caucasica*), evropske kruške (*P. communis*) i slanopađe (*P. spinosa*) sa područja Turske, i dobili su za evropsku krušku vrednosti 1,36% odnosno 10,92%; kavkasku krušku 4,17% odnosno 13,15% i slanopađu 4,01%, što su niske vrednosti u odnosu na korišćeni standard galantamin (96,68%), a najveću aktivnost je pokazao ekstrakt kavkaske kruške.

U sličnim istraživanjima ekstrakti različitog voća pokazali su značajnu aktivnost inhibicije enzima acetilholinesteraze i tirozinaze.

Szwajgier i Borowiec (2012) istraživali su inhibiciju AChE testirajući 17 ekstrakata dobijenih iz različitih delova voća i povrća (plod, koren, list, seme) i sokova ploda, i utvrdili su njihovu značajnu aktivnost. Sok breskve (*Prunus persica*) i ekstrakt ploda divlje jagode (*Fragaria vesca*) pokazali su najsnažniju inhibitornu aktivnost u odnosu na AChE (6,10  $\mu\text{M}$ ), a zatim sok jabuke (*Mallus domestica*) odabranih sorti Jonagold, Ajdared, Gloster, Šampion (2,91 do 6,10  $\mu\text{M}$ ), kao i ekstrakt

ploda šljive (*Prunus domestica*) (3,09 eserin  $\mu\text{M}$ ). U odnosu na druge istraživane familije, plodovi vrsta familije Rosaceae pokazali su najveću AChE inhibitornu aktivnost.

Wojdyło i Nowicka (2021) istraživali su AChE i BChE inhibiciju ekstrakta lista kajsije (*Prunus armeniaca*) i dobili su vrednosti od 5,53 do 10,33% za inhibiciju acetilholinesteraze, odnosno 5,93 do 8,55% za inhibiciju butilholinesteraze, što je u domenu umerene aktivnosti u odnosu na korišćeni standard.

Prema Esmaeili i sar. (2015) utvrđena je značajna inhibicija AChE testiranjem metalnolnih ekstrakata nadzemnih delova, cvetova i ploda šest vrsta iz familije Rosaceae, u koncentraciji od 300  $\mu\text{g/mL}$ , pri čemu su vrste sa najvišim stepenom inhibicije bile ranjenik (*Agrimonia eupatoria*) (49,5%), divlji badem (*Amygdalis scoparia*) (47,5%), slaborodna trešnja (*Cerasus microcarpa*) (41,4%), divlja ruža (*Rosa canina*) (31,3%), dok je najslabiju aktivnost (10,9%) pokazala damaska ruža (*Rosa damascena*).

Zdunić i sar. (2020) utvrdili su polifenolni sastav i antioksidativnu, antidijabetičnu i antineurodegenerativnu aktivnost etanolnog ekstrakta lista aronije (*Aronia melanocarpa*) i njegovih frakcija. AChE inhibitorna aktivnost ekstrakta i frakcija lista aronije je bila između 10,05% i 39,66%, u odnosu na standard galantamin (57,11%), dok je test inhibicije TYR pokazao vredost između 24,91% i 44,56% u odnosu na kojičnu kiselinu (51,81%), a najsnažnije inhibitorno dejstvo u oba testa pokazao je 70% etanolni rastvor. Hemijskom analizom je utvrđeno da su derivati kafeolkinične kiseline i flavonoidi odgovorni za antioksidativnu aktivnost i antineurodegenerativnu aktivnost, a da je n-butanolna frakcija, koju sadrže fenolne kiseline i flavonoide, imala snažnu aktivnost u odnosu na inhibiciju acetilholinesteraze i tirozinaze. Dobijeni rezultati pokazuju da, osim ploda, i list aronije poseduju značajan lekoviti potencijal za dalja korišćenja kao komponenta u proizvodnji farmaceutskih preparata.

Istraživanje etanolnih ekstrakata kore 17 vrsta roda Citrus, sa područja Turske i Kipra, pokazalo je značajnu inhibiciju butilholinesteraze (BuChE) u rasponu od 8,34 do 46,12%, dok efekat na inhibiciju acetilholinesteraze nije zabeležen (Senol i sar., 2017). Duletić-Laušević i sar. (2019) istraživali su AChE inhibitornu aktivnost ekstrakta kore mandarine (*Citrus reticulata*), i utvrdili aktivnost u rasponu od 18,69 do 46,12% za komercijalne uzorke, i od 8,34 do 22,44% za uzorke iz mediteranske bašte, pri čemu su vodeni ekstrakti pokazali najveću inhibiciju. Ekstrakt kore mandarine pokazao je umereno do niže dejstvo u odnosu na standard, čime se otvara put za buduća istraživanja inhibicije AChE plodovima voća, kao i delovima ploda. Takođe, El-Khadragi i sar. (2014) testirali su metanolni ekstrakt kore mandarine na oštećenje memorije kod pacova, i zaključili da njegova primena može pozitivno da deluje na sprečavanje demencije.

Osim biljaka familije Rosaceae, brojne vrste voća iz drugih biljnih familija takođe su pokazala značajan antineurodegenerativni potencijal. Šavikin i sar. (2018) su proučavali antineurodegenerativnu aktivnost ekstrakata kore nara (*Punica granatum*), dobijenih različitim rastvaračima, pri čemu su ekstrakti inhibirali AChE u rasponu od 12,63 do 39,57%, što je bila niža vrednost u odnosu na standard galantamin, kao i TYR u rasponu od 11,36 do 78,46%, što je veća vrednost u odnosu na standard kojičnu kiselinu, a najveću vrednost u oba istraživanja je pokazao 70% etanolni ekstrakt kore nara.

Prema dosadašnjim istraživanjima polifenolna jedinjenja doprinose sprečavanju i usporavanju Alchajmerove i Parkinsonove bolesti. Utvrđeno je da dopaminergični gubitak neurona u tamnoj masi, uzrokovan antioksidativnim stresom, neuroinflamacijom i apoptozom, može da bude usporen u prisustvu polifenolnih jedinjenja, ali i drugih sekundarnih metabolita koja su potencijalno primenjiva u terapeutske svrhe (Cosme i sar., 2020). Kao snažni AChE inhibitori opisana su elagična i galna kiselina, arbutin, cijanidin, kvercetin, kemferol, katehin i njihovi derivati (Szwajgier i Borowiec, 2012; Dadgar i sar., 2018, Šavikin i sar., 2018), dok su kao TYR inhibitori opisani i flavonoidi, flavonoli i flavan-3-oli

ali, i drugi sekundarni metaboliti koji mogu imati snažan inhibitorni efekat na enzim tirozinazu (alkaloidi, steroli, terpeni), a koji sa polifenolima deluju sinergistički u ljudskom organizmu (Roseiro i sar., 2012).

Iako su malobrojni literaturni podaci o antineurodegenerativnom efektu ploda kruške, brojni dosadašnji rezultati pokazuju da različito voće bogato polifenolnim jedinjenjima, uključujući i krušku, može biti značajan izvor inhibitora enzima koji utiču na neurodegenerativne procese, a mogu se koristiti i kao potencijalna prevencija za Alchajmerovu i Parkinsonovu bolest (Roseiro i sar., 2012; Szwajgier i Borowiec, 2012; Ekin i sar., 2016; Dadgar i sar., 2018; Šavikin i sar., 2018).

**Tabela 18.** Antineurodegenerativna aktivnost ekstrakata ploda i delova ploda evropske kruške i odabranih sorti krušaka na različitim koncentracijama.

Sorta/Vrsta	Delovi ploda	AChE inhibicija (%)			TYR inhibicija (%)		
		25 µg/mL	50 µg/mL	100 µg/mL	25 µg/mL	50 µg/mL	100 µg/mL
Evropska kruška	pokožica	34,67±2,43 <sup>x,a</sup>	38,95±1,36 <sup>x,a</sup>	32,35±2,60 <sup>x,ab</sup>	24,57±1,81 <sup>x,a</sup>	27,44±2,05 <sup>x,b</sup>	19,43±1,83 <sup>y,ab</sup>
	meso	9,53±3,37 <sup>z,d</sup>	36,85±0,38 <sup>x,a</sup>	12,48±0,84 <sup>y,c</sup>	17,76±2,05 <sup>y,b</sup>	20,74±1,57 <sup>y,b</sup>	23,72±2,15 <sup>x,a</sup>
	pokožica+meso	21,77±0,71 <sup>y,a</sup>	34,52±2,95 <sup>x,b</sup>	31,64±3,05 <sup>x,b</sup>	17,73±1,44 <sup>y,c</sup>	21,20±3,18 <sup>y,b</sup>	13,40±0,80 <sup>z,c</sup>
Takiša	pokožica	7,13±0,91 <sup>y,c</sup>	32,40±3,35 <sup>x,b</sup>	9,19±0,94 <sup>z,d</sup>	22,34±2,88 <sup>y,ab</sup>	32,76±0,73 <sup>x,a</sup>	24,57±2,75 <sup>x,a</sup>
	meso	26,33±2,68 <sup>x,c</sup>	34,37±1,45 <sup>x,a</sup>	28,42±1,46 <sup>y,b</sup>	29,17±2,73 <sup>x,a</sup>	23,68±2,25 <sup>y,ab</sup>	21,06±2,05 <sup>x,ab</sup>
	pokožica+meso	30,11±2,72 <sup>x,a</sup>	33,50±3,18 <sup>x,b</sup>	39,46±2,40 <sup>x,a</sup>	27,82±1,03 <sup>xy,a</sup>	28,19±2,53 <sup>xy,a</sup>	22,92±1,75 <sup>x,ab</sup>
Lončara	pokožica	29,44±0,35 <sup>x,b</sup>	36,35±3,23 <sup>x,ab</sup>	30,15±3,29 <sup>x,ab</sup>	17,40±1,45 <sup>y,b</sup>	21,80±0,84 <sup>y,c</sup>	20,10±2,05 <sup>y,ab</sup>
	meso	31,29±0,97 <sup>x,b</sup>	36,07±4,56 <sup>x,a</sup>	35,67±4,50 <sup>x,a</sup>	26,63±1,72 <sup>x,a</sup>	27,02±1,92 <sup>x,a</sup>	17,81±1,67 <sup>y,bc</sup>
	pokožica+meso	31,49±3,09 <sup>x,a</sup>	40,38±0,92 <sup>x,a</sup>	30,92±2,24 <sup>x,b</sup>	24,54±2,07 <sup>x,ab</sup>	21,08±1,77 <sup>y,b</sup>	26,49±0,97 <sup>x,a</sup>
Jeribasma	pokožica	37,84±0,98 <sup>x,a</sup>	35,64±2,58 <sup>x,ab</sup>	23,96±0,09 <sup>y,bc</sup>	18,45±2,19 <sup>x,b</sup>	16,62±2,11 <sup>y,de</sup>	12,72±1,06 <sup>y,c</sup>
	meso	7,34±0,69 <sup>y,d</sup>	7,92±0,99 <sup>y,b</sup>	29,94±3,56 <sup>x,ab</sup>	21,13±1,77 <sup>x,b</sup>	11,83±0,51 <sup>z,d</sup>	16,78±1,09 <sup>xy,bc</sup>
	pokožica+meso	7,66±0,95 <sup>y,b</sup>	36,25±0,57 <sup>x,a</sup>	10,25±1,74 <sup>z,d</sup>	22,75±1,63 <sup>x,b</sup>	25,02±2,12 <sup>x,ab</sup>	17,44±2,71 <sup>x,bc</sup>
Vidovača	pokožica	12,63±0,34 <sup>y,d</sup>	7,99±0,84 <sup>y,d</sup>	20,50±0,84 <sup>y,c</sup>	11,88±1,73 <sup>y,c</sup>	14,96±2,28 <sup>y,de</sup>	23,86±1,97 <sup>x,a</sup>
	meso	8,47±0,44 <sup>z,d</sup>	10,27±1,96 <sup>y,b</sup>	27,60±1,69 <sup>x,b</sup>	27,44±2,05 <sup>x,a</sup>	27,09±2,38 <sup>x,a</sup>	21,73±2,20 <sup>x,ab</sup>
	pokožica+meso	27,72±1,84 <sup>x,a</sup>	36,55±1,03 <sup>x,a</sup>	24,85±0,34 <sup>x,c</sup>	14,86±1,90 <sup>y,cd</sup>	20,74±2,96 <sup>xy,b</sup>	20,21±0,55 <sup>x,b</sup>
Lubeničarka	pokožica	34,03±2,41 <sup>x,ab</sup>	28,82±2,54 <sup>y,b</sup>	28,67±1,75 <sup>y,bc</sup>	20,39±2,14 <sup>y,ab</sup>	13,66±1,00 <sup>y,c</sup>	8,56±1,00 <sup>z,d</sup>
	meso	37,37±1,77 <sup>x,a</sup>	36,63±1,97 <sup>x,a</sup>	35,18±3,27 <sup>x,a</sup>	10,37±0,60 <sup>z,c</sup>	13,22±0,58 <sup>y,cd</sup>	16,49±0,66 <sup>y,bc</sup>
	pokožica+meso	34,98±0,77 <sup>x,a</sup>	37,50±1,37 <sup>x,a</sup>	24,24±0,81 <sup>y,c</sup>	25,30±0,85 <sup>x,ab</sup>	24,40±0,69 <sup>x,ab</sup>	25,00±2,72 <sup>x,a</sup>
Karamanka	pokožica	30,60±0,59 <sup>x,b</sup>	34,50±1,21 <sup>x,ab</sup>	36,70±2,10 <sup>x,a</sup>	19,43±0,70 <sup>x,ab</sup>	25,61±0,99 <sup>x,bc</sup>	14,78±0,83 <sup>x,bc</sup>
	meso	9,57±0,31 <sup>y,d</sup>	10,67±1,10 <sup>y,b</sup>	9,60±0,12 <sup>y,c</sup>	18,69±1,90 <sup>x,b</sup>	17,23±1,20 <sup>y,c</sup>	16,46±1,25 <sup>x,bc</sup>
	pokožica+meso	8,99±0,85 <sup>y,b</sup>	9,83±0,67 <sup>y,c</sup>	12,28±1,46 <sup>y,d</sup>	17,36±2,10 <sup>x,c</sup>	13,51±0,63 <sup>z,c</sup>	9,80±1,12 <sup>y,d</sup>
Viljamovka	pokožica	23,44±0,86 <sup>x,c</sup>	34,45±1,62 <sup>x,ab</sup>	28,41±1,67 <sup>y,bc</sup>	8,83±1,29 <sup>y,c</sup>	18,51±1,87 <sup>x,d</sup>	16,06±1,60 <sup>x,b</sup>

	meso	23,84±2,94 <sup>x,c</sup>	34,29±1,11 <sup>x,a</sup>	39,42±1,09 <sup>x,a</sup>	15,10±1,66 <sup>x,bc</sup>	14,47±1,23 <sup>xy,cd</sup>	14,83±1,08 <sup>x,c</sup>
	pokožica+meso	9,56±0,82 <sup>y,b</sup>	8,86±0,82 <sup>y,c</sup>	20,06±2,54 <sup>z,c</sup>	10,60±0,96 <sup>y,d</sup>	12,97±1,92 <sup>y,c</sup>	9,81±1,00 <sup>y,d</sup>
Galantamin	-	42,38±0,74	50,56±0,51	57,11±1,68	-	-	-
Kojična kiselina	-	-	-	-	35,73±5,46	33,93±3,78	51,81±2,55

U okviru svake sorte krušaka, srednje vrednosti sa različitim superskriptom <sup>(x-z)</sup> značajno se razlikuju; za svaki deo ploda zasebno i za svaku ispitivanu koncentraciju, srednje vrednosti sa različitim superskriptom <sup>(a-c)</sup> značajno se razlikuju između sorti (one-way ANOVA, Tukey's post hoc; p<0,05), Superskripti se dodeljuju za prikazivanje vrednosti u opadajućem redosledu, gde <sup>(x)</sup> i <sup>(a)</sup> predstavljaju najveće vrednosti, GAE - ekvivalenti galne kiseline; AChE - acetilholinesteraza; TYR – tirozinaza.



#### 4.8. Određivanje antidijabetične aktivnosti ekstrakata

Dugogodišnja upotreba ploda kruške u tradicionalnoj medicini potakla je brojne istraživače širom sveta da prouče lekovita svojstva različitih delova kruške, uključujući i antidijabetičnu aktivnost, koju su ranije opisali Park i sar. (2012), Velmurugan i Bhargava (2013), Vang i sar. (2015), Wu i sar. (2015), Parle i Arzoo (2016).

Pojedine studije objedinjuju rezultate nekoliko velikih istraživanja u Americi, objašnjavajući uzročno posledičnu vezu između konzumacije krušaka u ishrani i smanjenja dijabetesa tipa 2 (T2D). Muraki (2013) je objasnio povezanost između konzumacije svežih plodova voća i smanjenja rizika od dijabetesa tipa 2, dok su Wedick i sar. (2012) došli do istih rezultata, analizirajući unos flavonoida. U oba slučaja naučnici su utvrdili uzročno posledičnu vezu između unosa jedne jabuke ili kruške dnevno, sa verovatnoćom da osoba koja konzumira voće ima 17% manje šanse da oboli od dijabetesa tipa 2. U istraživanjima Guo i sar. (2017) pruženi su dokazi o obrnutoj povezanosti između konzumiranja jabuka i krušaka i rizika od razvoja dijabetesa tipa 2, a u velikoj meta-analizi rađenoj za populaciju Evrope, sa učešćem 8 evropskih zemalja na uzorku od 340234 ljudi, Zamora-Ros i sar. (2015) takođe su potvrdili uzročno-posledičnu vezu između unosa svežeg voća i povrća i oboljevanja od dijabetesa tipa 2.

U varenju skroba u ljudskom organizmu učestvuju dva ključna enzima:  $\alpha$ -amilaza (nalazi se u pljuvački usne duplje u manjoj količini, a luči je i pankreas) i intestinalna  $\alpha$ -glukozidaza. Ovi enzimi počinju da vare skrob još u usnoj duplji, tako da se on hidrolizuje do  $\alpha$ -dekstrina i oligosagarida (maltoze, maltotrioze), a zatim i do glukoze kao krajnjeg monosaharida, pomoću intestinalne  $\alpha$ -glukozidaze, pre nego što bude apsorbovan u dvanaestopalačnom crevu i gornjem delu tankog creva (Asgar, 2013; Barbosa i sar., 2013). Inhibiranjem  $\alpha$ -amilaze i intestinalne  $\alpha$ -glukozidaze probava i apsorpcija ugljenih hidrata se odlažu, čime se sprečava najranija metabolička abnormalnost koja se javlja kod dijabetesa tipa 2 (Wang i sar., 2015).

Utvrđeno je da ishrana svežim voćem i povrćem, bogatim fenolnim jedinjenjima, direktno povezana sa smanjenjem rizika od razvoja dijabetesa tipa 2 (T2D) kod čoveka, a za takvo dejstvo su u najvećoj meri ispoljavaju potklase flavonoida – flavanoli i flavonoli (Mhya i sar., 2021). S obzirom da je većina testiranih sorti krušaka u ovom radu pokazala visok nivo ukupnih fenolnih jedinjenja i flavonoida i izraženu antioksidativnu aktivnost, ekstrakti su testirani na antidijabetičnu aktivnost. Antidijabetična aktivnost je procenjena preko inhibicije dva ključna enzima uključena u metabolizam ugljenih hidrata:  $\alpha$ -amilaze i  $\alpha$ -glukozidaze. Antidijabetična aktivnost metanolnih ekstrakata sedam sorti krušaka i evropske kruške dobijenih od pokožice, mesa i zajedno pokožice i mesa, kao i pozitivne kontrole akarboze testirana je u opsegu koncentracija 0,5-6,0 mg/mL i rezultati su prikazani u **Tabeli 19**.

U testu inhibicije  $\alpha$ -amilaze testirani ekstrakti su pokazali slabu inhibitornu aktivnost (<20% inhibicije), ili potpuno odsustvo aktivnosti (<1% inhibicije), na svim koncentracijama. Ekstrakti dobijeni iz mesa ploda i ekstrakti pokožice+mesa pokazali su potpuno odsustvo inhibicije  $\alpha$ -amilaze za sve sorte i na svim primenjenim koncentracijama. Ekstrakti pokožice su pokazali merljivo dejstvo u opsegu od 1,15% do 18,49%. Najveća vrednost je zabeležena za pokožicu Takiše na koncentraciji 6 mg/mL, koja je bila višestruko slabija u poređenju sa korišćenom kontrolom, akarbozom, čija je inhibitorna vrednost pomenutog enzima iznosila 95,70% na najvišoj testiranoj koncentraciji. Takođe, pokazano je da ekstrakti pokožice ispoljavaju dozno zavisnu

inhibiciju  $\alpha$ -amilaze. Ekstrakti pokožice pojedinih pojedinih sorti (Jeribasma, Lončara, Lubeničarka, divlja kruška) su pokazale <10% inhibicije ovog enzima, dok su druge bile neaktivne bez obzira na primenjenu koncentraciju (Karamanka, Viljamovka, Vidovača).

Za razliku od  $\alpha$ -amilaze, ekstrakti svih ispitivanih sorti su pokazali značajnu inhibitornu aktivnost  $\alpha$ -glukozidaze, i sve sorte su na najvišoj primenjenoj koncentraciji bile efikasniji inhibitori ovog enzima u poređenju sa akarbozom (94,49% na najvišoj testiranoj koncentraciji). Aktivnost ekstrakata Takiše i Lončare nije se statistički značajno razlikovala u odnosu na aktivnost akarboze. Dodatno, testirani ekstrakti Takiše, Lončare, Jeribasme na koncentracijama od 4 i 6 mg/mL pokazali su značajno veću aktivnost inhibicije  $\alpha$ -glukozidaze u odnosu na druge sorte, u maksimalnim vrednostima od 98,30% do  $\geq 100\%$ , a samo Takiša je na najvišim koncentracijama (4 i 6 mg/mL) za sva tri uzorka (pokožicu, meso i pokožicu+meso) imala vrednosti inhibicije  $\geq 100\%$ .

Ekstrakt pokožice Takiše pokazao je najveći potencijal inhibicije  $\alpha$ -glukozidaze, inhibirajući 53,84% enzimske aktivnosti pri koncentraciji od 0,05 mg/mL (podaci nisu prikazani u **Tabeli 21**), čineći ovaj ekstrakt najaktivnijim u odnosu na ostale ekstrakte, a takođe i u odnosu na akarbozu. S druge strane, najslabija aktivnost zabeležena je kod ekstrakata Vidovače i Viljamovke.

Pojedne sorte na nižim koncentracijama od 4 mg/mL nisu inhibirale aktivnost ovog enzima (Vidovača, Lubeničarka, Jeribasma, Viljamovka, divlja kruška), ali, na većim koncentracijama (4 i 6 mg/mL) i njihova inhibitorna aktivnost je bila gotovo maksimalna (96,95-100%).

Wang i sar. (2015) su istraživali inhibitornu aktivnost  $\alpha$ -glukozidaze pokožice i mesa 8 kineskih sorti krušaka, i dobili su inhibitorne vrednosti za pokožicu u opsegu od 80,20% na koncentraciji od 0,5 mg/mL i 89,48% na koncentraciji od 3 mg/mL, a za meso ploda vrednosti od 20,45 do 62,23% na istim koncentracijama. U poređenju sa našim istraživanjem, to su slične ili niže vrednosti inhibicije ovog enzima. U istom istraživanju utvrđeno je da su jedinjenja arbutin, galna kiselina, rutin, hlorogenska kiselina, katehin, vanilična kiselina, kumarična, oleinska i ursolna kiselina glavne komponente odgovorne za inhibiciju  $\alpha$ -glukozidaze.

Takođe, Wu i sar. (2015) istraživali su inhibiciju  $\alpha$ -amilaze ekstraktima voća i povrća kupljenog u lokalnoj kineskoj prodavnici utvrdili da pojedino povrće (krastavac, zelena salata) pokazuje najsnažniju inhibiciju, za kojima slede plodovi voća: sočni deo ploda kivija, kineske kruške (*Pyrus bretschneideri*), kora limuna, a zatim i pulpa limuna.

Istražujući pet različitih sorti krušaka, Barbosa i sar. (2010) otkrili su da je nivo inhibicije  $\alpha$ -glukozidaze korelisan sa sadržajem i sastavom polifenola, kao i primenjenom koncentracijom ekstrakta, što je u skladu sa rezultatima ovog istraživanja. Mogući mehanizam delovanja ekstrakata bi mogao biti stvaranje vodoničnih veza između hidroksilnih grupa inhibitornih jedinjenja iz ekstrakata i katalitičkih ostataka na aktivnom mestu  $\alpha$ -glukozidaze, zbog vezivanja supstance za aktivno mesto enzima koji izaziva konformacione promene enzima, uzrokujući njegov gubitak funkcije (Barbosa i sar., 2010).

Zamora-Ros i sar. (2016) navode da su fenolna jedinjenja iz biljne hrane, naročito flavanoli i flavonoli, usko povezani sa smanjenjem rizika od oboljevanja T2D. Kao posebno aktivna jedinjenja navode se flavonoidi (flavan-3-oli: epikatehin, katehin, galokatehin), proantocijanidini, flavonoli (kvercetin, kamferol, izoramnetin i miricetin), kojima obiluju čaj, voće i povrće, vino, pivo i čokolada. Slično potvrđuju i Tadera i sar. (2006), navodeći da su flavonoidi posebno efikasni kao inhibitori  $\alpha$ -amilaze i  $\alpha$ -glukozidaze. Tu se ubrajaju: flavonoli (mircetin, kvercetin, kemferol, fisetin), flavoni (luteolin, apigenin), flavanoni, izoflavoni i flavan 3-oli (katehin, epikatehin, antocijanidini, cijanidini). U meta-analizi koju su uradili Xu i sar. (2018), takođe je potvrđena

korelacija visokog unosa ishranom ukupnih flavonoida, među koje spadaju flavan-3-oli, flavonoli i izoflavoni, sa smanjenjem rizika od dijabetesa tipa 2.

U narednom poglavlju će biti izloženi rezultati testiranja citotoksične aktivnosti ekstrakata odabranih sorti krušaka i evropske kruške, s obzirom da postoji dokazana veza između oksidativnog stresa sa jedne strane i pojave T2D i kolorektalnog karcinoma sa druge strane. Stoga je ova studija je osmišljena da analizira potencijal plodova različitih sorti krušaka kao antioksidanasa, antidijabetičnih i citotoksičnih agenasa. Iako veza između biološkog mehanizma T2D i prognoze kolorektalnog karcinoma još uvek nije dovoljno proučena, ova povezanost se može prvenstveno zasnivati na efektima hiperinsulinemije, rezistencije na insulin i patogenezi baziranoj na faktorima rasta insulina, čija uloga je presudna u progresiji i prognozi kolorektalnog karcinoma (Zhang i sar., 2017).

**Tabela 19.** Antidijabetična aktivnost ekstrakta ploda i delova ploda evropske kruške i odabranih sorti krušaka.

Sorta/vrsta	Koncentracija ekstrakta (mg/mL)	Inhibicija $\alpha$ -amilaze (%)			Inhibicija $\alpha$ -glukozidaze (%)		
		Pokožica	Meso	Pokožica + meso	Pokožica	Meso	Pokožica + meso
Evropska kruška	0,5	< 1	< 1	< 1	13,59 ± 0,86 <sup>b</sup>	< 1	< 1
	1	< 1	< 1	< 1	63,36 ± 0,44 <sup>b</sup>	< 1	< 1
	2	< 1	< 1	< 1	79,37 ± 1,88 <sup>b</sup>	< 1	32,39 ± 0,86 <sup>b</sup>
	4	1,46 ± 0,05 <sup>c</sup>	< 1	< 1	98,56 ± 0,66 <sup>x,b</sup>	55,43 ± 3,31 <sup>y,b</sup>	95,75 ± 0,96 <sup>x,b</sup>
	6	3,01 ± 0,22 <sup>c</sup>	< 1	< 1	99,87 ± 0,08 <sup>x,b</sup>	97,34 ± 0,12 <sup>x,b</sup>	96,95 ± 0,03 <sup>x,b</sup>
Takiša	0,5	< 1	< 1	< 1	99,64 ± 0,09 <sup>x,a</sup>	88,82 ± 0,86 <sup>x,a</sup>	76,50 ± 0,63 <sup>y,a</sup>
	1	< 1	< 1	< 1	99,76 ± 0,09 <sup>x,a</sup>	97,97 ± 0,13 <sup>xy,a</sup>	95,61 ± 0,67 <sup>y,a</sup>
	2	1,15 ± 0,07 <sup>b</sup>	< 1	< 1	> 100	99,93 ± 0,06 <sup>x,a</sup>	99,70 ± 0,13 <sup>x,a</sup>
	4	4,94 ± 0,27 <sup>b</sup>	< 1	1,54 ± 0,20 <sup>x,b</sup>	> 100	> 100	> 100
	6	18,49 ± 0,99 <sup>b</sup>	< 1	< 1	> 100	> 100	> 100
Lončara	0,5	< 1	< 1	< 1	37,95 ± 1,32 <sup>y,a</sup>	47,14 ± 1,87 <sup>x,a</sup>	33,07 ± 2,51 <sup>y,a</sup>
	1	< 1	< 1	< 1	79,49 ± 1,84 <sup>x,a</sup>	66,92 ± 0,72 <sup>y,a</sup>	75,91 ± 1,60 <sup>x,a</sup>
	2	2,34 ± 0,12 <sup>c</sup>	< 1	< 1	98,48 ± 0,10 <sup>x,a</sup>	95,24 ± 0,42 <sup>y,a</sup>	99,69 ± 0,24 <sup>x,a</sup>
	4	2,72 ± 0,51 <sup>c</sup>	< 1	< 1	99,80 ± 0,16 <sup>x,a</sup>	99,76 ± 0,05 <sup>x,a</sup>	99,94 ± 0,11 <sup>x,a</sup>
	6	1,31 ± 0,05 <sup>c</sup>	< 1	< 1	99,91 ± 0,16 <sup>x,a</sup>	99,81 ± 0,07 <sup>x,a</sup>	99,85 ± 0,05 <sup>x,a</sup>
Jeribasma	0,5	< 1	< 1	< 1	14,27 ± 0,82 <sup>b</sup>	< 1	< 1
	1	< 1	< 1	< 1	36,30 ± 2,36 <sup>b</sup>	< 1	< 1
	2	2,39 ± 0,04 <sup>bc</sup>	< 1	< 1	77,67 ± 1,82 <sup>x,b</sup>	< 1	9,91 ± 1,26 <sup>y,b</sup>
	4	5,05 ± 0,27 <sup>bc</sup>	< 1	< 1	87,14 ± 0,23 <sup>x,b</sup>	67,68 ± 2,80 <sup>y,b</sup>	94,65 ± 2,32 <sup>x,b</sup>
	6	7,53 ± 0,52 <sup>bc</sup>	< 1	< 1	99,85 ± 0,08 <sup>x,b</sup>	>100	98,30 ± 0,05 <sup>x,b</sup>
Vidovača	0,5	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
	1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
	2	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
	4	< 1	< 1	< 1	83,06 ± 0,61 <sup>x,b</sup>	60,42 ± 1,04 <sup>y,b</sup>	52,14 ± 1,81 <sup>z,b</sup>
	6	1,89 ± 0,19 <sup>c</sup>	< 1	< 1	99,75 ± 0,10 <sup>x,b</sup>	99,83 ± 0,05 <sup>x,b</sup>	96,06 ± 0,01 <sup>y,b</sup>
Lubeničarka	0,5	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
	1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
	2	< 1	< 1	< 1	2,51 ± 0,79 <sup>b</sup>	< 1	< 1
	4	2,17 ± 0,32 <sup>c</sup>	< 1	< 1	81,61 ± 1,8 <sup>x,b</sup>	45,43 ± 0,77 <sup>y,b</sup>	86,44 ± 1,07 <sup>x,b</sup>
	6	3,99 ± 0,11 <sup>c</sup>	< 1	< 1	99,89 ± 0,01 <sup>x,b</sup>	>100	97,89 ± 0,19 <sup>y,b</sup>
Karamanka	0,5	< 1	< 1	< 1	< 1	5,65 ± 0,87 <sup>b</sup>	< 1
	1	< 1	< 1	< 1	19,53 ± 0,59 <sup>x,b</sup>	9,37 ± 0,48 <sup>y,b</sup>	< 1
	2	< 1	< 1	< 1	52,07 ± 1,54 <sup>x,b</sup>	13,94 ± 0,44 <sup>y,b</sup>	16,52 ± 0,03 <sup>y,b</sup>
	4	< 1	< 1	< 1	98,39 ± 0,61 <sup>x,b</sup>	97,63 ± 0,95 <sup>x,b</sup>	59,17 ± 0,05 <sup>y,b</sup>

	6	< 1	< 1	< 1	$99,93 \pm 0,03^{x,b}$	>100	$97,10 \pm 0,08^{y,b}$
Viljamovka	0,5	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
	1	< 1	< 1	< 1	$3,19 \pm 0,71^b$	< 1	< 1
	2	< 1	< 1	< 1	$14,84 \pm 0,62^b$	< 1	< 1
	4	< 1	< 1	< 1	$81,58 \pm 2,59^{x,b}$	$54,57 \pm 0,36^{z,b}$	$63,47 \pm 1,81^{y,b}$
	6	$1,20 \pm 0,03^c$	< 1	< 1	$99,77 \pm 0,11^{x,b}$	$99,85 \pm 0,17^{x,b}$	>100
Akarboza	0,5		$79,75 \pm 1,86^a$			$70,16 \pm 1,60^a$	
	1		$90,74 \pm 0,55^a$			$83,87 \pm 0,48^a$	
	2		$92,64 \pm 1,55^a$			$90,35 \pm 0,27^a$	
	4		$94,17 \pm 0,50^a$			$93,90 \pm 0,31^a$	
	6		$95,70 \pm 1,49^a$			$94,49 \pm 0,12^a$	

Vrednosti su predstavljene kao srednja vrednost  $\pm$  SD (n = 3), Za svaki test, srednje vrednosti sa različitim superskriptom unutar istog reda <sup>(x-z)</sup> i kolone <sup>(a-d)</sup> značajno se razlikuju (one-way ANOVA, Tukey's post hoc; P<0,05)



#### 4.9. Određivanje citotoksične aktivnosti ekstrakata

Jedna od bolesti koja se sve više tretira aktivnim supstancama biljaka je i kancer, kojeg neposredno ili posredno prouzrokuju brojni faktori, uključujući hemijske agense, zagađenu životnu sredinu, metaboličke, fizičke i genetske faktore (Dai i Mumper 2020). Kancer nastaje usled poremećaja ćelijskog mehanizma koji kontroliše ćelijsku deobu (usled nekontrolisanog umnožavanja) i smrt ćelije, u kombinaciji sa inhibicijom apoptoze ćelije (Alimpić, 2016). Danas mnogi hemoterapeutici koji se koriste u lečenju kancera predstavljaju izolovana jedinjenja iz biljaka, ili njihove sintetičke derivate i pretpostavka, od koje se kreće, je da brojna biološki aktivna jedinjenja iz biljaka, koja se dugogodišnje koriste u tradicionalnoj medicini, mogu da pokažu citotoksične efekte kao i komercijalni lekovi, ali sa manje štetnog efekta na živi organizam (Alimpić, 2016).

Iako upotreba brojnih prirodnih proizvoda u tradicionalnoj medicini datira još od antičkih vremena, oni i danas predstavljaju interesantan resurs za istraživanje, a sve više i primenu u kliničkoj upotrebi, zbog svojih sekundarnih metabolita sa brojnim biološkim dejstvima, u okviru kojih se sve više ispituje i antitumorski efekat (Valadares i sar., 2021).

Smatra se da razvoj karcinoma može biti indukovano oksidativnim stresom. Brojni naučni dokazi ukazuju na to da ishrana bogata voćem i povrćem, koji sadrže antioksidanse, značajno smanjuje rizik od mnogih vrsta raka, što ukazuje na to da bi određeni antioksidansi u ishrani mogli biti efikasni agensi za sprečavanje pojave raka i smanjenju i mortaliteta prouzrokovanog rakom (Sun i sar., 2002; Yang i sar., 2005; Truong i sar., 2017; Damianaki i sar., 2000). Ovi agensi prisutni u ishrani su bezbedni za korišćenje, niske su toksičnosti i opšte prihvaćenosti, a njihovo proučavanje je poslednjih godina vodeća tema među naučnicima (Dai i Mumper 2020).

Imajući to u vidu, u ovom istraživanju je ispitana citotoksična aktivnost metanolnih ekstrakata odabranih sorti krušaka i evropske kruške na ćelijskoj liniji humanog kolorektalnog karcinoma HCT-116 i rezultati su predstavljeni u **Grafikonu 12**. Kako bi se pratio uticaj dužine tretmana i koncentracije ekstrakata, ćelije su bile tretirane različitim koncentracijama uzoraka, tokom 24 i 72 h.

Nakon tretmana u trajanju 24 h metanolni ekstrakti Vidovače, Lončare, Lubeničarke Viljamovke i evropske kruške su doveli do smanjenja vijabilnosti tumorskih HCT-116 ćelija i pokazali umereni citotoksični efekat, koji je izraženiji na višoj koncentraciji. Ekstrakti Viljamovke i Jeribasme nakon 24 h nisu pokazali citotoksični efekat na testiranoj ćelijskoj liniji, dok su ekstrakti Karamanke i Takiše nakon istog perioda doveli čak i do neznatnog povećanja vijabilnosti testiranih tumorskih ćelija

Produženi tretman od 72 h pokazao je značajniji citotoksični efekat kod većine ispitivanih ekstrakata, uključujući Takišu i Karamanku. Jeribasma nije pokazala citotoksično delovanje na HCT-116 ćelije ni nakon 24 h ni 72 h. Evropska kruška je bila najefikasnija u inhibiciji rasta testiranih ćelija tumora u odnosu na sve ispitivane sorte. Takođe, primećeno je da je nakon 72 h vijabilnost ćelija kolorektalnog karcinoma brže opadala.

Kolniak-Ostek i sar. (2020) analizirali su antitumorski efekat ekstrakata pet sorti krušaka (Hortensia, Conferans, Aleksander, Lukas, Nojabrska, Radana) na šest različitih ćelijskih linija tumora, i utvrdili su najveću aktivnost ekstrakta sorte Radana na kancer ljudskog bubrega (A-498), adenokarcinom debelog creva (HT-29) i kancer prostate (LNCaP), dok je na ćelijske linije humanog kancera pluća (A-549), kancer bešike (HCV-29T) i humani kancer mlečnih žlezda (MCF-7) najnažniju antitumorsku aktivnost pokazao ekstrakt sorte Konferans. Najveću aktivnost (IC<sub>50</sub> 0,83 mg/mL) pokazala je sorta Konferans na tumorskim ćelijama kancera

bešike (HCV-29T). U sprovedenom istraživanju prikazano je antiproliferativno dejstvo ekstrakata ploda odabaranih sorti krušaka, koje je bilo dozno zavisno, i variralo je u odnosu na sortu, kao i polifenolni sastav testiranih uzoraka.

Živković i sar. (2018) sprovedli su analizu antitumorske aktivnosti dekokta koji je dobijen od sušenih plodova divlje jabuke i kruške sa područja Srbije (Suvobor), na dve tumorske linije: ćelija (HeLa) i kolorektalnog karcinoma (LS174), kao i na ćelijske linije fibroblasta ljudskog embriona (MRC-5). Istraživanje je rađeno pre i posle *in vitro* digestije dekokta u matriksu hrane, a rezultati pokazuju da su uzorci dekokta jabuke i kruške imali citotoksičnu aktivnost i pre i posle *in vitro* digestije. U nekim sličajevima antiproliferativna aktivnost uzoraka je bila veća pre *in vitro* digestije (dekokt kruške), a u slučaju ispitivanja citotoksične aktivnosti dekokta jabuke posle digestije, process varenja je povećao antiproliferativnu aktivnost uzorka. Takođe, ovaj eksperiment je prikazao da citotoksična aktivnost nije korelisana sa sadržajem fenolnih jedinjenja u uzorcima, kao da smanjenje ukupnog sadržaja fenola (nakon *in vitro* digestije) nije dovelo do smanjenja antiproliferativnog potencijala. Prikazana antiproliferativna aktivnost uzoraka nije pokazala korelaciju sa njihovim sadržajem fenolnih jedinjenja u ispitivanim uzorcima, što ukazuje na to da se citotoksična aktivnost ne može objasniti samo hemijskim sadržajem, već zavisi i od drugih mehanizama. Može se pretpostaviti da tokom varenja dekokta jabuke i kruške veliki broj jedinjenja se pretvara u druga nepoznata i/ili neotkrivena jedinjenja sa različitim hemijskim i farmakološkim svojstvima.

Kundaković i sar. (2014) su proučavali citotoksično dejstvo ekstrakta lista i kore evropske kruške (*P. pyraeaster*) i slanopađe (*P. spinosa*), uzetih sa područja Srbije, i njihov citotoksični efekat na ćelijske linije melanoma (Fem-x) i na zdrave humane ćelije embrionalnog fibroblasta pluća (MRC-5). Istraživani su dihlormetanski i metanolni ekstrakti lista i kore, kao i izolovani arbutin. Metanolni ekstrakti lista i kore slanopađe nisu pokazali citotoksični efekat na Fem-x i zdrave MRC-5 ćelijske linije, dok je dihlormetanski ekstrakt kore slanopađe na Fem-x i zdrave MRC-5 ćelijske linije pokazao aktivost  $IC_{50}$  11,97 odnosno  $IC_{50}$  12,92  $\mu\text{g/mL}$ . Nasuprot tome, metanolni ekstrakti lista i kore evropske kruške pokazali su značajan citotoksični efekat na Fem-x ćelije, u opsegu od  $IC_{50}$  11,55 za list do 46,78  $\mu\text{g/mL}$ , dok je metanolni ekstrakt kore pokazao umereni citotoksični efekat na MRC-5 ćelijsku liniju ( $IC_{50}$ =91,27  $\mu\text{g/mL}$ ), a citotoksični efekat metanolnog ekstrakta lista na istoj ćelijskoj liniji je izostao ( $IC_{50}$ >200  $\mu\text{g/mL}$ ). Dihlormetanski ekstrakti lista divlje kruške pokazali su značajan citotoksični efekat: na Fem-x ćelije ( $IC_{50}$ =21,59  $\mu\text{g/mL}$ ) kao i na MRC-5 ćelijsku liniju ( $IC_{50}$  =63,52  $\mu\text{g/mL}$ ); i ekstrakti kore na obe ćelijske linije pokazali su snažnu aktivnost na Fem-x ćelije u vrednosti  $IC_{50}$  =13,34 odnosno  $IC_{50}$ =27,07  $\mu\text{g/mL}$  na MRC-5 ćelijsku liniju.

U poređenju navedenih rezultata citotoksične aktivnosti ekstrakta lista i kore evropske kruške, u odnosu na plod i delove ploda evropske kruške i sorti krušaka analiziranih u ovom radu, citotoksična aktivnost lista i kore divlje kruške je značajno veća u odnosu na plod i delove ploda. Prema Kundaković i sar. (2014) arbutin, kao glavni sastojak metanolnih ekstrakata lista (70,88%) i kore (49%) divlje kruške nije imao citotoksični efekat na Fem-x i MRC-5 ćelijske linije *in vitro* ( $IC_{50}$ >200  $\mu\text{g/mL}$ ). Niska citotoksična aktivnost arbutina je u skladu sa nekim prethodnim istraživanjima, gde je potvrđeno da arbutin na niskim koncentracijama ispod 300  $\mu\text{g/mL}$  ne pokazuje citotoksični efekat.

U revijskom radu Gerhauser (2008) analizira biološke aktivnosti ploda jabuke, soka i drugih proizvoda od jabuke u *in vitro* i *in vivo* studijama, čime je potvrđeno antikancerogeno i antimutageno dejstvo. Utvrđeno je da oligomerni procijanidini zastupljeni u proizvodima od ploda jabuke imaju dejstvo na više relevantnih mehanizama za prevenciju raka u *in vitro* studijama, kao što su antimutagena aktivnost, modulacija kancerogenog metabolizma,

antiproliferativno dejstvo i aktivnost koja indukuje apoptozu ćelija. Pokazalo se da plod i proizvodi od jabuke sprečavaju karcinogenezu kože, dojke i debelog creva kod životinjskih modela, a da istraživanja ukazuju da redovna potrošnja jedne ili više jabuka dnevno mogu smanjiti rizik karcinoma pluća i debelog creva kod ljudi.

Walia i sar. (2012) utvrdili su citotoksičnu aktivnost etarskog ulja lista divlje jabuke na ćelijskim linijama nekoliko različitih vrsta tumora, i utvrdili snažnu antitumorsku aktivnost (98,2%) na ćelijskim linijama glioma (C-6) na koncentraciji uzorka od 2000  $\mu\text{g/ml}$ .

El-Hawary i sar. (2018) su takođe istraživali etarska ulja plodova kruške (*P. communis*) i jabuke (*M. domestica*) na četiri različite ćelijske linije (ćelijske linije ljudskog fibroblasta pluća WI-38, ćelijske linije ljudskog karcinoma pluća A-549, ćelije karcinoma ovarijuma CHOK1 i karcinom mijelogene leukemije miša M-NFS-60), i utvrdili najveću aktivnost etarskih ulja ploda jabuke na ćelije ljudskog karcinoma pluća (A-549) sa visokom aktivnošću ( $\text{IC}_{50}$  27.1  $\mu\text{g/ml}$ ), kao i etarskih ulja ploda kruške ( $\text{IC}_{50}$  30.9  $\mu\text{g/ml}$ ) na istoj ćelijskoj liniji.

Pretragom literature uočeno je da postoje i literaturni podaci koji se odnose na citotoksičnu aktivnost drugih predstavnika porodice Rosaceae. Ekstrakti bogati polifenolima ili izolovani polifenoli iz različite biljne hrane su istraživani i proučavani na različitim ćelijskim linijama kancera. Na primer, pokazano je da ekstrakti bobičastog voća iz porodice Rosaceae (kupine, maline, borovnice, brusnice, jagode), kao i izolovani polifenoli iz jagode, uključujući antocijanine, kemferol, kvercetin, estri *p*-kumarinske i elagne kiseline inhibiraju rast ljudskog oralnog karcinoma (KB, CAL-27), humani kancer mlečnih žlezda (MCF-7), debelog creva (HT-29, HCT-116) i prostate (LNCaP, DU-145) na dozno zavistan način sa različitim osetljivošću ćelijskih linija (Seeram i sar., 2006).

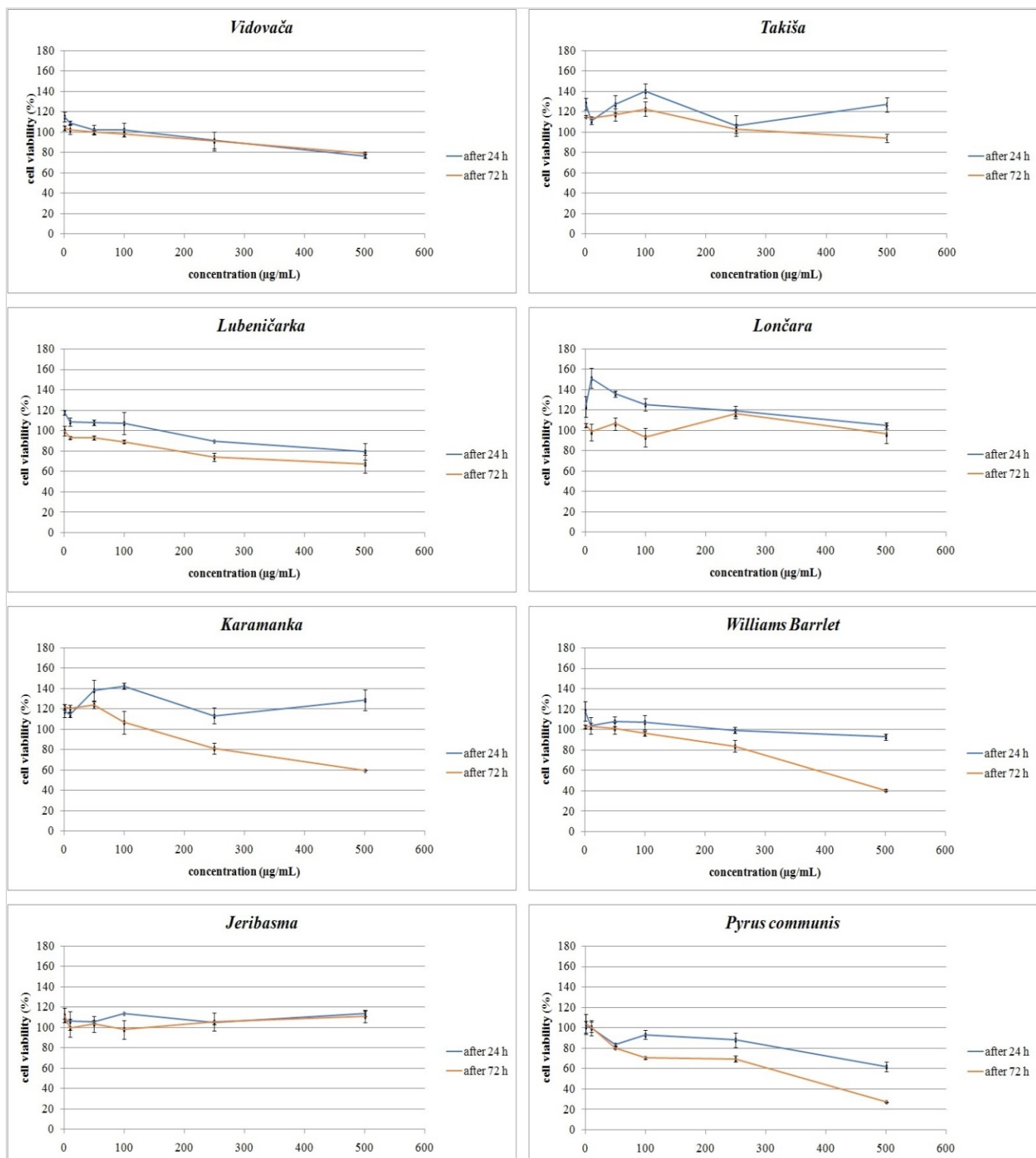
U studiji Katsube i sar. (2003) utvrđena je antiproliferativna aktivnost etanolnih ekstrakata 10 vrsta bobičastog voća na ćelijama humane leukemije HL-60 i ćelija HCT-116 i pokazano je da je ekstrakt borovnice najefikasniji. Prema Ross i sar. (2007) utvrđeno je da je antiproliferativna aktivnost ekstrakta maline u ćelijama humanog raka grlića materice (HeLa) pretežno povezana sa elagitaninima. Poređenjem fitohemijskog profila ekstrakata bobica sa njihovom antiproliferativnom efikasnošću, uočeno je da bi ključna komponenta koja se odnosi na inhibiciju rasta ćelija raka mogli biti elagitanini iz porodice Rosaceae (malina, kupina, jagoda), dok je antiproliferativna aktivnost brusnice pretežno pripisana procijanidinima (Dai i Mumper, 2020).

Prema Dai i Mumper (2020) utvrđeno je da citrusni flavonoidi snažno inhibiraju rast ćelija leukemije (HL-6), a da ekstrakti jabuke bogati polifenolima utiču na ključne faze kolorektalne karcinogeneze. Osim toga, inhibitorni efekti rasta brojnih polifenola, kao što su flavoni (apigenin, baikalein, luteolin i rutin) i flavanoni (hesperidin i naringin) ispitivani su u različitim ćelijskim linijama raka uključujući debelo crevo, prostatu, leukemiju, jetru, želudac, grlić materice, pankreas i dojkju, uz potvrđivanje citotoksičnog efekta (Dai i Mumper, 2020). Značajnu ulogu flavonoida u inhibiranju ćelija kancera potvrdili su i Abotaleb i sar. (2019).

Pored *in vitro* analiza, brojne *in vivo* analize biljnih polifenola pokazuju njihov snažan antioksidativni efekat i suprimaciju kancerogeneze (Dai i Mumper, 2020). Pojedina *in vivo* antitumorska istraživanja rađena su na životinjskim modelima, kojima je hemijski, genetički ili UV zračenjem izazvan tumor. Ispitivana je hemoprotektivna aktivnost ekstrakata plodova voća bogatih antocijaninom iz borovnice, aronije i grožđa na karcinomu debelog creva pacova, i utvrđeno je da su pacovi hranjeni borovnicom imali 70% manje aberantnih ćelija karcinoma debelog creva u odnosu na kontrolnu grupu, pacovi hranjeni aronijom 59% manje, dok su pacovi hranjeni grožđem imali 27% manje aberantnih ćelija tumora (Dai i Mumper, 2020). U istom radu navedeno je istraživanje cijanidin-3-glukozida, najzastupljenijeg antocijanina kupine, na indukovani papilom kože miševa, i utvrđeno je da je tretman dorzalne kože miševa

cijanidin-3-glukozidom lokalno smanjio broj lezija tumora periodu od nekoliko nedelja. Istom vrstom jedinjenja tretiran je i karcinom pluća kod miševa, i takođe je utvrđen pozitivan efekat na smanjenje karcinogeneze, čime se povećava značaj hemoihnicije ekstrakata voća bogatog polifenolima.

Takođe, pojedine studije u istraživanju citotoksičnih efekata na ćelijske linije kancera, potvrđuju prisustvo sinergističkog efekta među brojnim polifenolnim jedinjenjima, na primer, sinergističkom primenom kvercetina i hiperozida, njegovog glikozida, potvrđeno je izraženije antikancerogeno dejstvo nego što navedena flavonoidna jedinjenja imaju pojedinačno (Li i sar., 2014). Takođe, zabeleženo je da bi se lečenje kolorektalnog karcinoma moglo efikasnije povećati sinergijskim pristupom - kombinovanjem prirodnih supstanci sa određenim lekovima (Milutinović i sar., 2015; Costea i sar., 2018), što danas predstavlja izazov u klasičnoj medicini, a uzimajući u obzir dostupnost krušaka kao hrane na našem području, i uočene pozitivne efekte na citotoksičnost kolorektalnog carcinoma, potrebno je ovo istraživanje produbiti.



**Grafikon 13.** Grafički prikaz citotoksične aktivnosti ekstrakata plodova i delova ploda evropske kruške i odabranih sorti krušaka.



#### 4.10. Korelacija između sadržaja ukupnih fenolnih jedinjenja, ukupnih flavonoida i ispitivanih bioloških aktivnosti ekstrakata ploda

Antioksidativni kapacitet biljaka zavisi od sadržaja i raznovrsnosti bioaktivnih supstanci, među kojima su od velikog značaja polifenolna jedinjenja.

Kao što je predstavljeno u **Tabeli 20**, rezultati ABTS i FRAP testa umereno su korelisani sa sadržajem ukupnih fenola i flavonoida. Rezultati ispitivanja pokazali su slabu korelaciju sa sadržajem arbutina i hlorogenske kiseline, dok je sadržaj rutina i kvercitrina u umerenoj korelaciji sa rezultatima ABTS testa. Rezultati dobijeni DPPH testom bili su slabo do umereno korelisani sa sadržajem ukupnih fenola, flavonoida i arbutina. Utvrđena je negativna korelacija između DPPH testa, ukupnog sadržaja fenola (TPC), ukupnog sadržaja flavonoida (TFC) i fenolnih sastojaka, zbog predstavljanja DPPH rezultata korišćenjem vrednosti IC<sub>50</sub>.

Rezultati testa  $\beta$ -karoten/linolna kiselina pokazali su umerenu korelaciju sa sadržajem ukupnih fenola (TPC) ( $r$  vrednost=0,47) i snažnu korelaciju sa sadržajem ukupnih flavonoida (TFC) ( $r$  vrednost=0,74) i arbutina ( $r$  vrednost=0,68), dok je korelacija sa sadržajem hlorogenske kiseline ( $r$  vrednost=0,60) i procijanidina B2 ( $r$  vrednost=0,50) bila umerena. Rezultati TRP testa pokazali su snažnu korelaciju sa sadržajem arbutina ( $r$  vrednost=0,71), i slabu do umerenu korelaciju sa sadržajem ukupnih fenola (TPC) ( $r$  vrednost=0,27), odnosno flavonoida (TFC) ( $r$  vrednost=0,58), dok je korelacija sa pojedinačnim komponentama bila slaba.

Inhibitorna aktivnost AChE pokazala je slabu korelaciju sa sadržajem ukupnih fenola (TPC) i flavonoida (TFC) i pojedinačnim komponentama. Inhibitorna aktivnost TYR pokazala je umerenu korelaciju sa sadržajem sadržajem ukupnih fenola i flavonoida, arbutina i hlorogenske kiseline.

Inhibitorni efekat ekstrakata na  $\alpha$ -amilazu je bio neznan, pa je izračunavanje te korelacije izostavljeno. Za razliku od  $\alpha$ -amilaze, ekstrakti su snažno inhibirali aktivnost  $\alpha$ -glukozidaze. Inhibitorni efekat ekstrakata na aktivnost  $\alpha$ -glukozidaze umereno je korelisano sa TPC i TFC ( $r$  vrednosti 0,53 odnosno 0,40), dok je korelacija sa pojedinačnim komponentama bila slaba, osim za hlorogensku kiselinu gde je pokazana umerena korelacija ( $r$  vrednost=0,42).

Prema Kolniak–Ostek i sar. (2020) snažna antioksidativna aktivnost zavisi od broja hidrosilnih grupa prisutnih u molekulu, kao i od pozicije hidrosilne grupe (Kolniak–Ostek i sar., 2020). Antioksidativni kapacitet zavisi od prisustva polifenolnih jedinjenja ( $r$  vrednost=0,98 za DPPH i FRAP), a u slučaju DPPH testa aktivnost zavisi od prisustva katehina i polimera procijanidina ( $r$  vrednost=0,75 odnosno 0,76). Kvercetin i derivati apigenina ( $r$  vrednosti=0,71 odnosno 0,62) i arbutin ( $r$  vrednost=0,85) imaju nešto manji uticaj na vrednost DPPH aktivnosti. Prema Kolniak-Ostek i sar. (2020), najmanji uticaj na antioksidativno dejstvo u DPPH testu imaju sinapična kiselina i derivati izoramnetina ( $r$  vrednost=0,17, odnosno 0,21). Za antioksidativni kapacitet meren FRAP metodom, najveća korelacija je dobijena za derivate kvercetina i arbutina ( $r$  vrednost=0,83, odnosno 0,76), nešto niža korelacija je utvrđena za prisustvo katehina ( $r$  vrednost=0,67), a najniža za prisustvo ferulinsku i sinapinsku kiselinu ( $r$  vrednost=0,08 za obe).

Uticaj polifenolnih komponenti na antioksidativni kapacitet ploda kruške se navodi kroz literaturu, tako što neki autori potvrđuju njihovu snažnu međusobnu korelaciju, dok neki nisu utvrdili tu povezanost. Salta i sar. (2010) navode postojanje snažne korelacije između ukupnog sadržaja polifenola ekstrakata plodova nekoliko sorti krušaka i njihove antioksidativne aktivnosti (testovi DPPH i  $\beta$ -karoten/linolna kiselina), a takođe je potvrđeno da hlorogenska kiselina, arbutin i epikatehin imaju značaj za ovu korelaciju. Drugo istraživanje govori sasvim suprotno. Prema Imeh i Khohar (2002) koji su analizirali korelaciju između ukupnih polifenola



i antioksidativne aktivnosti (FRAP metoda) plodova 16 voćnih sorti, među kojima su jabuke, kruške i šljive, utvrđena je slaba korelacija ( $r$  vrednost =0,518) između ukupnih polifenola i antioksidativne aktivnosti. Iako su kroz literaturu prikazani kontradiktorni nalazi u korelaciji između ukupnih fenola i antioksidativne aktivnosti, smatra se da i druga jedinjenja mogu da doprinesu ukupnoj antioksidativnoj aktivnosti, kao što su askorbinska kiselina i beta-karoten (Imeh i Khohar, 2022). Takođe, na snažnu antioksidativnu aktivnost utiču i procijanidin, flavan-3-oli, kao i karotenoidi (Kolniak–Ostek i sar., 2020).

U jednom od istraživanjima ekstrakata ploda kruške, Abaci i sar. (2016) analizom plodova deset sorti krušaka utvrdili su pozitivnu korelaciju između sadržaja ukupnih fenolnih jedinjenja u pokožici i mesu ploda kruške, i sadržaja askorbinske kiseline u istim delovima ploda. Takođe, visok sadržaj fenola i visok sadržaj askorbinske kiseline su pozitivno korelisani sa snažnim antioksidativnim dejstvom (DPPH analiza).

Ipak, brojna istraživanja prikazuju značajnu linearnu korelaciju između sadržaja fenola i antioksidativnog kapaciteta (Salta i sar., 2010; Li i sar., 2012; 2014; Öztürk i sar., 2015; Abaci i sar., 2016; Kolniak–Ostek, 2016a; Sharma i sar., 2016; Kolniak - Ostek i sar., 2020).

Szwajgier i Borowiec (2012) istraživali su inhibiciju AChE i TYR i utvrdili su da snažnu antioksidativnu aktivnost u istraživanim plodovima voća (npr. šumska jagoda) imaju nefenolna, kao i fenolna jedinjenja, među kojima su elagna i galna kiselina, cijanidin, pelargonidin, kvercetin, kemferol, katehin i njihovi derivati. Šavikin i sar. (2018) su došli do sličnih rezultata. U diskusiji korelacije između sadržaja ukupnih fenola i inhibitorne aktivnosti AChE i TYR kod ploda nara, utvrđena je umerena korelacija između AChE inhibitorne aktivnosti i sadržaja elaginske i galne kiseline, a u testu inhibicije TYR utvrđena je pozitivna korelacija sa punikalinom, nađenim u plodu nara. Ekin i sar. (2016) istraživali su antineurodegenerativnu aktivnost plodova 34 vrste porodice Rosacea, među kojima i 4 vrste roda *Pyrus*, i utvrdili su pozitivnu korelaciju između brojnih fenolnih jedinjenja i inhibicije enzima acetiholinesteraze (AChE) i butirholinesteraze (BChE), među kojima su najsnažnije dejstvo imala jedinjenja: homogentizinska kiselina, 4-hidoksifenilpiruvinska kiselina, rozmarinska kiselina i kafena kiselina, dok su hlorogenska kiselina i rutin imali slabije izraženo dejstvo, što je u saglasnosti i sa ovim istraživanjem.

U nekoliko istraživanja inhibicije  $\alpha$ -amilaze ekstraktima voća i povrća utvrđena je negativna korelacija između unosa voća i razvijanja dijabetesa tip 2, a utvrđen je poseban uticaj flavonoida na inhibiciju  $\alpha$ -amilaze, naročito monomera flavan-3-ol-a, proantocijanidina i flavonola mircetina (Zamora-Ros i sar., 2016). Xu i sar. (2018) takođe su utvrdili korelaciju između unosa hrane koja sadrži visoki procenat ukupnih flavonoida (antocijanidini, flavan-3-oli, flavonoli i izoflavoni) i smanjenja razvijanja dijabetesa tipa 2, dok su Barbosa i sar. (2013) referisali da je nivo inhibicije  $\alpha$ -glukozidaze korelisan sa sadržajem i sastavom polifenola, kao i primenjenom koncentracijom ekstrakta.

**Tabela 20.** Korelacija između sadržaja ukupnih fenolnih jedinjenja, ukupnih flavonoida i ispitivanih bioloških aktivnosti ekstrakata ploda i delova ploda evropske kruške i odabranih sorti krušaka.

	DPPH test	ABTS test	FRAP test	$\beta$ -karoten/linolna kiselina test	TRP test	Inhibicija AChE	Inhibicija TYR	Inhibicija $\alpha$ -glukozidaze
<b>TPC</b>	-0,36	0,39	0,52	0,47	0,27	0,34	0,46	0,53
<b>TFC</b>	-0,50	0,44	0,43	<b>0,74</b>	0,58	0,30	0,54	0,40
<b>Arbutin</b>	-0,36	0,36	0,29	<b>0,68</b>	<b>0,71</b>	0,17	0,53	0,34
<b>Hlorogenska kiselina</b>	-0,30	0,30	0,06	0,60	0,64	0,16	0,53	0,42
<b>Rutin</b>	-0,13	0,61	0,35	0,25	0,12	0,18	0,04	0,21
<b>Hiperozid</b>	-0,20	0,08	-0,07	0,34	0,10	0,09	0,28	0,24
<b>Isokvercitrin</b>	-0,21	0,10	-0,06	0,34	0,11	0,09	0,30	0,25
<b>Kvercitrin</b>	-0,13	0,55	-0,33	0,15	-0,05	0,06	0,13	0,13
<b>Procijanidin B1</b>	-0,29	0,16	0,26	0,39	-0,13	0,33	0,23	-0,08
<b>Procijanidin B2</b>	-0,34	0,08	0,08	0,50	0,07	0,18	0,36	0,31

Prema Taylor (1990):  $r \leq 0,35$  slaba korelacija;  $0,36 < r < 0,67$  umerena korelacija;  $0,68 < r < 1$  snažna korelacija; R vrednosti obeležene podebljano su statistički značajne ( $P < 0,05$ ).

## 5. Zaključci

U ovoj doktorskoj disertaciji je sprovedeno detaljno i sveobuhvatno istraživanje diverziteta, mikromorfologije sklereida, hemijskog sastava i biološke aktivnosti plodova autohtonih sorti krušaka sa područja centralne i jugozapadne Srbije (Šumadija, područje rudničko-takovskog kraja, srednje i donje Polimlje). U okviru etnobotaničkih istraživanja prikupljeni su i obrađeni podaci o rasprostranjenju i botaničkim karakteristikama autohtonih sorti čiji je genofond ugrožen, kao i o njihovom značaju i upotrebnoj vrednosti za lokalno stanovništvo (tradicionalna upotreba u ishrani i etnomedicinska upotreba). Urađena je mikroanaliza sklereida plodova odabranih sorti i evropske kruške. Fitohemijaska istraživanja su obuhvatila analizu hemijskog sastava ploda, sastava i sadržaja polifenola u metanolnim ekstraktima dobijenim iz ploda i delova ploda (pokožica, meso i pokožica+meso), kao i bioloških aktivnosti (antioksidativna, antineurodegenerativna, antidijabetična i citotoksična) odabranih sorti i evropske kruške.

1. Etnobotaničkom studijom utvrđeno je prisustvo 28 autohtonih sorti krušaka na području centralne Srbije (Šumadija, rudničko-takovski kraj) i 26 autohtonih sorti na području jugozapadne Srbije (srednje i donje Polimlje). Sorte Žetvenjača, Bakvača, Žutica, Dugulja, Karamut, Gospođinka i Miholjača su karakteristične samo za rudničko-takovski kraj, a sorte Turundžija, Čađavica, Budaljača, Bazva i Turšijara nađene su samo na području Polimlja. Ukupno je 21 sorta zajednička za oba istraživana područja.
2. U oba istraživana područja plod autohtonih sorti krušaka se često koristi kao svež u ishrani ili za pripremu i konzumaciju mnogih tradicionalnih proizvoda, kao što su sok, slatko, džem, kompot, turšija, vodnjika, rakija. U Polimlju se u pojedinim domaćinstvima priprema proizvod - sita.
3. U oba istraživana područja kruška se koristi u etnomedicinske svrhe. U rudničko-takovskom kraju upotreba kruške je veoma mala (protiv kamena u bubregu i hipertenzije, kao uroantiseptik i kao hipoalergena hrana), dok je u Polimlju upotreba kruške u ovu svrhu mnogo veća (kao antihipertenziv, antidijabetik, protiv holesterola, kao sredstvo protiv konstipacije, kao prevencija od kancera i za smanjenje telesne mase).
4. Mikromorfološkim analizama sklereida u plodovima odabranih sorti kruške i evropske kruške, utvrđeno je da su kamene ćelije grupisane u klastere pravilnog ili delimično nepravilnog ovalnog oblika, i to dominantno u sočnom delu ploda kruške. Klasteri su ravnomerno raspoređeni u mesu ploda, ili su grupisani ispod egzokarpa i oko semene kućice. Analizom uzoraka utvrđeno je da konzumne sorte (Viljamovka, Karamanka, Vidovača) imaju veoma sitne, gotovo neprimetne klastere sklereida, dok uzorci krušaka koje nisu konzumne (Takiša, evropska kruška) imaju izrazito krupne klastere sklereida, vidljive golim okom.
5. Morfometrijskim analizama mase ploda, procentualnih udela peteljke, pokožice, semena i mesnatog dela, u odnosu na ceo plod, utvrđeno je da autohtone rane letnje sorte imaju sitne plodove i manji udeo mesnatog dela ploda, dok komercijalne sorte, koje kasnije sazrevaju, imaju krupnije plodove i veći udeo mesnatog dela ploda u ukupnoj masi. Takođe, analiza plodova odabranih 7 autohtonih i 13 komercijalnih sorti, pokazala je da je veći udeo pokožice, peteljke i semena u plodu autohtonih sorti, dok je kod komercijalnih sorti udeo sočnog dela ploda u ukupnoj masi ploda dominantan. Dodatno, komercijalne sorte su pokazale nižu pH vrednost ploda, veći procenat organskih kiselina, veći sadržaj vode, manji sadržaj pepela, manji sadržaj celuloze, veći sadržaj pektina, mineralnih elemenata, lipida i vitamina, u odnosu na autohtone sorte.

6. Analiza ukupnog sadržaja fenola u ekstraktima celog ploda i njegovih pojedinih delova kod odabranih autohtonih sorti (Vidovače, Lubeničarke, Lončare, Takiše, Jeribasme, Karamanke), Viljamovke kao komercijalne sorte kruške i evropske kruške, pokazala je da sorte Takiša i Lončara imaju najvišu vrednost ukupnog sadržaja fenola u ekstraktima svih delova ploda, dok su najniže vrednosti ukupnog sadržaja fenola izmerene kod sorti Lubeničarka i Vidovača. Takođe, utvrđeno je da izmereni sadržaji ukupnih fenola kod Viljamovke i divlje kruške imaju sličnu vrednost. Pored toga, pokožica ploda odabranih sorti sadrži dva do tri, a u nekim slučajevima i pet do osam puta veću vrednost sadržaja ukupnih fenola u odnosu na meso ploda.
7. Najviše vrednosti sadržaja flavonoida su izmerene u uzorcima Takiše i evropske kruške. Najniži sadržaj, osim Viljamovke, imaju ekstrakti Karamanke, Vidovače i Jeribasme. Utvrđeno je da ekstrakt pokožice sadrži dva do četiri puta veći sadržaj flavonoida u odnosu na meso ploda.
8. Kvalitativnom i kvantitativnom analizom, kao i analizom fenolnih komponenti metanolnih ekstrakata pokožice, mesa i pokožice+mesa uzoraka utvrđeno je da su najzastupljenije komponente u pokožici ploda hlorogenska kiselina i arbutin, zatim kvercitrin u pokožici i izokvercitrin u uzorku pokožice+mesa. Takođe, utvrđeno je da se u pokožici većine analiziranih uzoraka nalazi veći sadržaj hlorogenske kiseline, u odnosu na meso ploda, po čemu se izdvajaju sorte Takiša, Lončara i Viljamovka.
9. U svim sprovedenim testovima koji se baziraju na različitim antioksidativnim mehanizmima (DPPH, ABTS, FRAP,  $\beta$ -karoten/linolna kiselina, TRP), izdvojila se Takiša, sa snažnom aktivnošću ekstrakata svih delova ploda, naročito pokožice. Takođe, visoku aktivnost u gotovo svim testovima pokazale su sorte Lončara i Jeribasme. Redosled intenziteta antioksidativne aktivnosti metanolnih ekstrakata pokožice+mesa i delova ploda odabranih uzoraka krušaka je bio sledeći: pokožica > pokožica+meso > meso ploda odabranih sorti krušaka i evropske kruške. Ispitivani uzorci su pokazali za 1,5 do 4 puta veću aktivnost za pokožicu, u odnosu na meso ploda. U DPPH i ABTS testu, u poređenju sa korišćenim standardima (BHA, BHT i askorbinska kiselina), analizirani ekstrakti plodova krušaka pokazali su značajno nižu aktivnost. Vrednosti testiranih uzoraka FRAP metodom su bile značajno niže od standarda, a u  $\beta$ -karoten/linolna kiselina testu samo se aktivnost sorte Takiša značajno razlikovala od aktivnosti askorbinske kiseline, kao pozitivne kontrole. U TRP testu aktivnost uzoraka bila je niža od korišćenih standarda.
10. AChE inhibitorna aktivnost ispitivanih uzoraka pokazala je nisku do umerenu vrednost pokožice kao i pokožice+mesa, dok su uzorci mesa ploda bili od niske do veoma visoke vrednosti u odnosu na standard. Najveću AChE inhibitornu aktivnost pokazao je ekstrakt pokožice evropske kruške, ekstrakt pokožice+mesa Takiše i ekstrakt mesa Jeribasme. Rezultati inhibicije tirozinaze pokazali su uglavnom niske do umerene vrednosti svih uzoraka i svih delova ploda u odnosu na standard. Najnižu TYR inhibitornu aktivnost pokazala je pokožica Lubeničarke a najvišu pokožica Takiše. Utvrđeno je da pokožica ima nižu ili sličnu AChE i TYR inhibitornu aktivnost u odnosu na meso ploda ili pokožicu+meso. Dobijeni rezultati pružaju mogućnost za dalja ispitivanja ploda kruške kao potencijalnog sredstva protiv neurodegeneracije.
11. Rezultat testa inhibicije  $\alpha$ -amilaze pokazao je neaktivnost, ili veoma slabu aktivnost ekstrakata svih sorti ispod koncentracije uzorka od 2 mg/mL. Ekstrakt pokožice Takiše pokazao je najveću inhibitornu aktivnost u odnosu na druge sorte, mada daleko nižu od korišćene pozitivne kontrole. Za razliku od inhibicije  $\alpha$ -amilaze, ekstrakti svih sorti su

- pokazali značajnu inhibitornu aktivnost enzima  $\alpha$ -glukozidaze, a skoro sve sorte su u najvećoj koncentraciji uzoraka (6 mg/mL) pokazale kompletnu,  $\approx 100\%$  inhibitornu aktivnost, koja je bila veća i od aktivnosti korišćenog standarda. Svi testirani ekstrakti Takiše, Lončare i Jeribasme pokazali su značajno veću aktivnost inhibicije  $\alpha$ -glukozidaze, u odnosu na druge sorte, u maksimalnim vrednostima ( $> 100\%$ ). Ekstrakti pokožice su bili neznatno efikasniji u poređenju sa ekstraktima mesa i pokožice+mesa. Dobijeni rezultati pružaju mogućnost za dalja ispitivanja ploda kruške kao potencijalno antidijabetičnog sredstva.
12. Rezultati ispitivanja citotoksičnog dejstva plodova pokazali su da neke od ispitivanih sorti (Viljamovka, Karamanka, Lončara, Lubeničarka), kao i evropska kruška imaju potencijal da inhibiraju proliferaciju ćelija raka debelog creva HCT-116, što ukazuje na potrebu za daljim ispitivanjem njihovog citotoksičnog potencijala i na drugim tipovima ćelijskih linija raka. Ipak, najveći citotoksični efekat pokazao je ekstrakt ploda evropske kruške. Uzimajući u obzir dostupnost krušaka kao hrane, i uočene pozitivne efekte na citotoksičnost kolorektalnog karcinoma, potrebno je proširiti istraživanja.
  13. Potvrđene su postavljene hipoteze da su pojedine autohtone sorte sa područja Srbije značajno bogatije polifenolnim komponentama, i imaju snažniju biološku aktivnost (antioksidativni, antineurodegenerativni, antidijabetični i citotoksični potencijal) u odnosu na ispitivanu komercijalnu sortu Viljamovku, kao i da pokožica ploda ima najveću biološku aktivnost, što je značajno ukoliko dolazi do njenog odbacivanja prilikom konzumacije ploda.
  14. Najsnažniju biološku aktivnost je pokazala autohtona sorta Takiša, čime se otvara mogućnost za njena dalja istraživanja i buduće korišćenje u ishrani i u lekovite svrhe.
  15. Dobijeni rezultati ukazuju na izuzetan značaj očuvanja genofonda autohtonih sorti krušaka na području Srbije *in situ*, radi njihovog intenzivnijeg korišćenja u ishrani, za lekovite svrhe, kao i u budućim oplemenjivanjima. Potrebno je proširiti istraživanja na veći broj autohtonih sorti sa područja Srbije, sa posebnim fokusom na detaljnije ispitivanje hemijskog sastava ploda i drugih delova biljke, kao i istraživanja njihovih bioloških aktivnosti, u cilju pronalazjenja biološki aktivnih jedinjenja prirodnog porekla i njihove potencijalne upotrebe u medicinske i farmakološke svrhe.

## 6. Literatura

- Abaci, Z. T., Sevindik, E., Ayvaz, M. (2016). Comparative study of bioactive components in pear genotypes from Ardahan/Turkey. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 30: 36-43.
- Abotaleb, M., Samuel, S. M., Varghese, E., Varghese, S., Kubatka, P., Liskova, A., Büsselberg, D. (2019). Flavonoids in Cancer and Apoptosis. *Cancers*, 11(1): 28.
- Adebayo, S., E., Hashima N., Hassc, R., Reichc, O., Regenb, C., Münzbergc, M., Abdana, K., Hanafid M., Zude-Sasseb, M. (2017). Using absorption and reduced scattering coefficients for non-destructive analyses of fruit flesh firmness and soluble solids content in pear (*Pyrus communis* 'Conference') - An update when using diffusion theory. *Postharvest Biology and Technology*, 130: 56–63.
- Alimpić, A., (2016). Mikromorfološke karakteristike *Salvia amplexicaulis* Lam., *S. jurisicii* Košanin i *S. ringens* Sibth. & Sm. (Lamiaceae), hemijski sastav i biološka aktivnost njihovih etarskih ulja i ekstrakata. Beograd: Biološki fakultet, doktorska disertacija.
- Alimpić, A., Knežević, A., Milutinović M., Stević T., Šavikin, K., Stajić M., Marković S., Marin, P.D., Matevski, V., Duletić-Laušević, S. (2017). Biological activities and chemical composition of *Salvia amplexicaulis* Lam. Extracts. *Industrial Crops & Products*, 105: 1–9.
- Ambrus, L., Csoma, Z., Somlósi, L. (2003). A magyar bor útja. A kezdetektől napjainkig. B.K.L. Kiadó, Szombathely.
- Anam, S., Naveed, I. R., Uneeza, J., Noor, U. A. Z., Hina, J., Farhat, Y. (2017). Ethnobotanical Wisdom of Inhabitant of Devi Galli Azad Kashmir. *Biomedical Journal of Scientific & Technical Research*, 1(6): 1618-1627.
- Andersen, R. (2017). The international treaty on plant genetic resources for food and agriculture: Toward the realization of farmers' rights as a means of protecting and enhancing crop genetic diversity. In *Routledge Handbook of Biodiversity and the Law* (135-153). Routledge.
- Asgar, A. M. (2013). Anti-Diabetic Potential of Phenolic Compounds: A Review, *International Journal of Food Properties*, 16(1): 91-103.
- Asha, H., Singh, A., V. (2020). Diversity of medicinal wild fruits in the Lower Subansiri district of Arunachal Pradesh in Northeast India. *Asian Journal of Conservation Biology*, 9(1): 113-122.
- Azzini, E., Maiani, G., Durazzo, A., Foddai, M. S., Intorre, F., Venneria, E., Forte, V., Lucchetti, S., Ambra, R., Pastore, G., Silveri, D. D., Maiani, G., Polito, A. (2019). S. Giovanni Varieties (*Pyrus communis* L.): Antioxidant Properties and Phytochemical Characteristics. *Oxidative medicine and cellular longevity*: 6714103.
- Bao, L., Chen, K., Zhang, D. Cao, Y., Yamamoto, T., Teng Y. (2007). Genetic diversity and similarity of pear (*Pyrus* L.) cultivars native to East Asia revealed by SSR (simple sequence repeat) markers. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 54: 959.
- Barbosa, A., C., L., Sarkar, D., Pinto, M., D., S., Ankolekar, C., Greene, D., Shetty, K. (2013). Type 2 diabetes relevant bioactive potential of freshly harvested and long-term stored pears using in vitro assay models. *Journal of Food Biochemistry*, 37(6): 677-686.
- Barreira, J., C., Ferreira, I., C., Oliveira, M., B., P., Pereira, J. A. (2008). Antioxidant activities of the extracts from chestnut flower, leaf, skins and fruit. *Food chemistry*, 107(3), 1106-1113.



- Barroca, M., J., Guiné, R., P., F., Pinto, A., Gonçalves, F., M., Ferreira, D., M., S. (2006). Chemical and microbiological characterization of Portuguese varieties of pears. *Food and Bioproducts Processing*, 84(2): 109-113.
- Benzie, I. F., Strain, J.J. (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of antioxidant power: the FRAP assay. *Analytical Biochemistry*, 239: 70–76.
- Beširević, V., (2009). Autohtone jabuke i kruške sa prostora Bosne i Hercegovine. Tuzla: Harvo-graf d.o.o.
- Bibi F., Abbas Z., Harun N., Perveen B., Bussmann R.W. (2022). Indigenous knowledge and quantitative ethnobotany of the Tanawal area, Lesser Western Himalayas, Pakistan. *PLoS ONE*, 17(2): e0263604.
- Biscotti, N., Bonsanto, D., Laghetti, G. (2022). Ethnobotanical study on traditional use of local fruit varieties in Gargano Promontory (Apulia, Italy). *Genetic Resources and Crop Evolution*, 69:871–925.
- Blagojević, M. (1973). *Zemljoradnja u srednjevekovnoj Srbiji*. Beograd: Istorijski institut.
- Blois, M.S. (1958). Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature*, 181: 1199–1200.
- Boyer, J., Liu, R.H. (2004). Apple phytochemicals and their health benefits. *Nutrition Journal*, 3:5.
- Brahem, M., Catherine, R., Severin, E., Loonis, M., Ouni, R., Messaoud, M., Bourvellec, C. (2017). Characterization and quantification of fruit phenolic compounds of European and Tunisian pear cultivars. *Food Research International*, 95: 125-133.
- Brewer, L., Volz, R. (2019). Genetics and Breeding of Pear. In: Korban, S. (eds) (2019). *The Pear Genome*. Compendium of Plant Genomes. Springer Nature Switzerland AG.
- Brewer, L.R., Palmer, J.W. (2011). Global pear breeding programs: goals, trends and progress for new cultivars and new rootstocks. *Acta Horticulturae*, 909: 105–119.
- Bulatović, S. (1972). Rod *Pyrus* L. Flora SR Srbije. Beograd: Srpska Akademija Nauka i Umetnosti, IV: 133-134.
- Bussmann, R. W., Paniagua Zambrana, N. Y., Sikharulidze, S., Kikvidze, Z., Kikodze, D., Tchelidze, D., Khutsishvili, M., Batsatsashvili, K., Hart, R. E. (2016). A comparative ethnobotany of Khevsureti, Samtskhe-Javakheti, Tusheti, Svaneti, and Racha-Lechkhumi, Republic of Georgia (Sakartvelo), Caucasus. *Journal of ethnobiology and ethnomedicine*, 12(1): 43.
- Cai, Y., P., Li, G., Q., Nie, J., Q., Lin, Y., Nie, F., Zhang, J., Y., Xu, Y., L. (2010). Study of the structure and biosynthetic pathway of lignin in stone cells of pear. *Scientia Horticulturae*, 25(3): 374-379.
- Čajkanović, V. (1994a): *Rečnik srpskih narodnih verovanja o biljkama*. Beograd: Prosveta.
- Čajkanović, V., 1910-1924, (1994b). *Iz srpske religije i mitologije*, Sabrana dela. Beograd: Beogradski izdavačko grafički zavod.
- Cheng X., Cai Y., Zhang, J. (2019). Stone Cell Development in Pear. In: Korban, S. (eds) (2019). *The Pear Genome*. Compendium of Plant Genomes. Springer Nature Switzerland AG.
- Cory, H., Passarelli, S., Szeto, J., Tamez, M., Mattei, J. (2018). The role of polyphenols in human health and food systems: A mini-review. *Frontiers in Nutrition*, 5: 87-96.

- Cosme, P., Rodríguez, A.B., Espino J., Garrido, M. (2020). Plant Phenolics: Bioavailability as a Key Determinant of Their Potential Health-Promoting Applications. *Antioxidants*, 9: 1263.
- Dadgar, M., Pouramir, M., Dastan, Z., Ghasemi-Kasman, M., Ashrafpour, M., Moghadamnia, A. A., Khafri, S., Pourghasem, M. (2018). Arbutin attenuates behavioral impairment and oxidative stress in an animal model of Parkinson's disease. *Avicenna Journal of Phytomedicine*, 8: 533-542.
- Dai, J., Mumper, R.J. (2020). Plant Phenolics: Extraction, Analysis and Their Antioxidant and Anticancer Properties. *Molecules*, 15: 7313-7352.
- Dajić Stevanović, Z., Petrović, M., Ačić, S. (2014). Ethnobotanical Knowledge and Traditional Use of Plants in Serbia in Relation to Sustainable Rural Development. In: Pieroni, A., Quave, C. L. (Eds.), *Ethnobotany and Biocultural Diversities in the Balkans*. Springer. New York, Heidelberg, Dordrecht, London, pp. 229-252.
- Dajić Stevanović, Z., Suzana Đordjević Milošević, S., (2018). Agrobiodiversity in Southeast Europe -Assessment and Policy Recommendations, COUNTRY REPORT – SERBIA, Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, Skopje, GIZ. <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:6PClybh1P8AJ:seerural.org/wp-content/uploads/2018/09/Agrobiodiversity-Study-Serbia-Web.pdf+&cd=1&hl=sr&ct=clnk&gl=rs>, pristupljeno 16. avgusta 2021.
- Damianaki, A., Bakogeorgou, E., Kampa, M., Notas, G., Hatzoglou, A., Panagiotou, S., Gemetzi, C., Kouroumalis, E., Martin, P., M., Castanas, E. (2000). Potent inhibitory action of red wine polyphenols on human breast cancer cells. *Journal of cellular biochemistry*, 78(3): 429–441.
- Dapkevicius, A., Venskutonis, R.P., Beek, T.A., Linssen, J.P. (1998). Antioxidant activity of extracts obtained by different isolation procedures from some aromatic herbs grown in Lithuania. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 77: 140-146.
- De Vilmorin J-B., Clebant, M. (1996). *Le Jardin des Hommes: l'histoire des plantes cultivées*. France, Paris, p. 304.
- Dénes, A., Papp, N., Babai, D., Czúcz, B., Molnár, Z. (2012). Wild plants used for food by Hungarian ethnic groups living in the Carpathian Basin. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*, 81(4): 381–396.
- Dondini, L., Sansavini, S. (2012). *European pear. Fruit breeding*. Boston, MA: Springer.
- Đorđević Milošević, S. (2019). Agrobiodiverzitet u Srbiji, Stanje i preporuke za razvoj politika. Beograd preuzeto sa <http://seerural.org/wp-content/uploads/2019/03/5.-Agrobiodiversity-Suzana-Djordjevic-Milosevic.pdf> pristupljeno 12. septembra 2021.
- Duletić-Laušević, S., Olade, M., I Alimpić-Aradski, A. (2019). In vitro evaluation of antioxidant, antineurodegenerative and antidiabetic activities of *Ocimum basilicum* L., *Laurus nobilis* L. leaves and *Citrus reticulata* Blanco peel extracts. *Lekovite sirovine*, 39: 60-68.
- Đurić, G., Mičić, N., Salkić, B. (2014): Evaluation of pear (*Pyrus communis* L.) germplasm collected in Bosnia and Herzegovina using some pomological and ecophysiological characteristics. *Acta Horticulturae*, 1032: 105–115.
- Đurić, G., Žabić, M., Rodić, M., Stanivuković, S., Bosančić, B., Pašalić, B. (2015). Biochemical and pomological assessment of European pear accessions from Bosnia and Herzegovina. *Horticultural Science (Prague)*, 42 (4): 176-184.

- Džamić, R., A., Stevanović, D., R. (1996, August). Effect of urea foliar application on root development and mineral content in apple seedlings. In IV International Symposium on Replant Problems 477 (pp. 143-148).
- Działo, M., Mierziak, J., Korzun, U., Preisner, M., Szopa J., Kulma, A. (2016). The Potential of Plant Phenolics in Prevention and Therapy of Skin Disorders. *International Journal of Molecular Sciences*, 17:160.
- Ekin, H., N., Gokbulut, A., Aydin, Z., U., Donmez, A., A., Orhan, I., E. (2016). Insight into anticholinesterase and antioxidant potential of thirty-four Rosaceae samples and phenolic characterization of the active extracts by HPLC. *Industrial Crops and Products*, 91: 104-113.
- El-Hawary, S. S., El-Tantawi, M. E., Kirolos, F. N., Hammam, W. E. (2018). Chemical Composition, in Vitro Cytotoxic and Antimicrobial Activities of Volatile Constituents from *Pyrus communis* L. and *Malus domestica* Borkh. Fruits cultivated in Egypt. *Journal of essential oil-bearing plants JEOP*, 21(6): 1642-1651.
- El-Khadragy, M., Al-Olayan, E., Moneim, A. (2014) Neuroprotective Effects of Citrus *reticulata* in Scopolamine-Induced Dementia Oxidative Stress in Rats. *CNS & Neurological Disorders - Drug Targets*, 13(4): 684-690.
- Ellman, G.L., Courtney, K.D., Andres, V., Featherstone, R.M. (1961). A new and rapid colorimetric determination of acetylcholinesterase activity. *Biochemical Pharmacology*, 7: 88-95.
- Erbil, N., Murathan Z., T., Arslan M., Ilcim A., Sayin B. (2018). Antimicrobial, Antioxidant, and Antimutagenic Activities of Five Turkish Pear Cultivars. *Erwerbs-Obstbau*, 60: 203-209.
- Esmaeili, S., Ara, L., Hajimehdipoor, H., Kolivand, H., Mohammadi Motamed, S. (2015). Acetylcholinesterase inhibitory effects of some plants from Rosaceae. *Research Journal of Pharmacognosy*, 2(4): 33-37.
- Evans, K.M., Fernández-Fernández, F., Bassil, N., Nyberg, A.M., Postman, J.D. (2015). Comparison of accessions from the UK and US national pear germplasm collections with a standardized set of microsatellite markers. *Acta Horticulturae*, 1094: 41-46.
- Ferradini, N., Lancioni, H., Torricelli, R., Russi, L., Dalla Ragione, I., Cardinali, I., Marconi, G., Gramaccia, M., Concezzi, L., Achilli, A., Veronesi, F., Albertini, E. (2017). Characterization and Phylogenetic Analysis of Ancient Italian Landraces of Pear. *Frontiers in Plant Science*, 8: 751.
- Ferrier, J., Saciragic, L., Trakić, S., Chen, E., C., Gendron, R., L., Cuerrier, A., Balick, M., J., Redžić, S., Alikadić, E., Arnason, J., T. (2015). An ethnobotany of the Lukomir Highlanders of Bosnia & Herzegovina. *Journal of ethnobiology and ethnomedicine*, 11: 81.
- Filipović, M. (1960). Takovo. Srpski etnografski zbornik 75. Naselja i poreklo stanovništva 37. Beograd: Naučno delo.
- Filipović, V., Ugrenović, V. (2018). Stinging nettle and comfrey - production technology and cost benefit analysis. International Scientific Meeting „Sustainable agriculture and ... – support programs for the improvement of agricultural and rural development“. Eds: Jonel Subić, Boris Kuzman, Andrei Jean Vasile. Institute of Agricultural Economics Belgrade. Serbia, Chamber of Commerce and Industry of Serbia, Belgrade Serbia, December 14-15th 2017. Thematic proceedings, 590 – 608.

- Fotirić Akšić, M., Cerović, R., Radošević, R., Oparnica, Č. Meland, M. (2021). Morphological and anatomical leaf characteristics of some European and Asian pear cultivars. *Acta Horticulturae*, 1303: 63-70.
- Galvis-Sanchez, A., Gil-Izquierdo, A., I Gil, M. (2003). Comparative study of six pear cultivars in terms of their phenolic and vitamin C contents and antioxidant capacity. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 83(10): 995–1003.
- Garić Petrović, G. (2016). *Poljoprivreda Srbije od 1878. do 1912. godine*. Niš: Filozofski Fakultet, Univerzitet u Nišu, doktorska disertacija.
- Gasi, F., Kurtović, M., Kalamujić, B., Pojskić, N., Grahica, J., Kaiser, C., Meland, M. (2013). Assessment of European pear (*Pyrus communis* L.) genetic resources in Bosnia and Herzegovina using microsatellite markers. *Scientia Horticulture*, 157: 74–83.
- Gerhauser, C. (2008). Cancer Chemopreventive Potential of Apples, Apple Juice, and Apple Components, *Cancer Chemopreventive Potential*. *Planta Medica*, 74: 1608–1624.
- Glišić, M.B. (1999). *Brđani*. Beograd: Odbor za proučavanje sela SANU. Gornji Milanovac: Skupština opštine, Beograd: Vizartis.
- Grayer, J. R., Kokubun, T. (2001). Plant–fungal interactions: the search for phytoalexins and other antifungal compounds from higher plants. *Phytochemistry*, 56: 253–263.
- Grubišić, I. (2018). Etnobotanika – nova disciplina. *Glasnik Etnografskog instituta SANU*, 54: 415-431. Preuzeto sa <https://www.ei.sanu.ac.rs/index.php/gei/article/view/685> 04. septembra 2021.
- Gudej, J., Rychlińska, I. (1999). Chemical Compound in *Pyrus communis* L. Flowers. *Acta Poloniae Pharmaceutica – Drug Research*, 56(3): 237-239.
- Gunda, B. (2001). A vadrnövények gyűjtése. In: Paládi-Kovács, A. (Ed.), *Magyar néprajz II*. Akadémiai Kiadó, Budapest, pp. 11–40.
- Güneş, F. (2017). Medicinal plants used in the Uzunköprü district of Edirne, Turkey, *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*, 86(4): 3565.
- Guo, X., F., Yang, B., Tang, J., Jiang, J., J., Li, D. (2017). Apple and pear consumption and type 2 diabetes mellitus risk: a meta-analysis of prospective cohort studies. *Food and Function*, 8(3): 927-934.
- Guo, X., Yue Ruan, Y., Li, Z., Li, D. (2019). Flavonoid subclasses and type 2 diabetes mellitus risk: a meta-analysis of prospective cohort studies. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 59(17): 2850-2862.
- Güven, K., Yücel, E., Cetintaş, F. (2006). Antimicrobial Activities of Fruits of *Crataegus*. and *Pyrus*. Species. *Pharmaceutical Biology*, 44(2): 79-83.
- Haas, G. (2012). The state and framework of crop agro-biodiversity in organic agriculture in the EU—conclusion and perspectives for Serbia (2011). *Proceedings of the «Open Days of Biodiversity»*, Pančevo, C: 9-24.
- Hammer, O., Harper, D.T., Ryan P.D. (2001). PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4: 1-9.
- Han, P., Yang, C., Liang, X., Li, L. (2016). Identification and characterization of a novel chitinase with antifungal activity from ‘Baozhu’ pear (*Pyrus ussuriensis* Maxim.). *Food Chemistry*, 196: 808–814.
- Hasegawa, T. (2010). Tyrosinase-expressing neuronal cell line as in vitro model of Parkinson's disease. *International journal of molecular sciences*. 11(3): 1082–1089.

- Hayta, S., Polat, R., Selvi, S. (2014). Traditional uses of medicinal plants in Elazığ (Turkey). *Journal of Ethnopharmacology*, 154(3), 613-623.
- He, W., Laaksonen, O., Tian, Y., Haikonen, T., Yang, B. (2022). Chemical Composition of Juices Made from Cultivars and Breeding Selections of European Pear (*Pyrus communis* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 70 (16): 5137-5150.
- Hedrick, U. P., Howe, G.H., George, H., Taylor, O.M., Tukey, H.B. (1921). The pears of New York, in Report of the New York Agricultural Experiment Station, (New York, NY: Department of Agriculture, Annual report 1921/2), 4–5.
- Hong, S., Y., Lansky, E., Kang, S., S., Yang, M. (2021). A review of pears (*Pyrus* spp.), ancient functional food for modern times. *BMC Complementary Medicine and Therapies*, 21(1): 1-14.
- Huang, W., J., Zhang, X., Chen, W., W. (2016). Role of oxidative stress in Alzheimer's disease.
- Hudina, M., Stampar, F., Orazem, P., Petkovsek, M.M., Veberic, R. (2012). Phenolic compounds profile, carbohydrates and external fruit quality of the 'Concorde' pear (*Pyrus communis* L.) after bagging. *Canadian Journal of Plant Science*, 92: 67–75.
- Hussain, S., Masud, T., Ali, S., Bano, R., Ali, A. (2013). Some physico-chemical attributes of pear (*Pyrus communis* L.) cultivars grown in Pakistan. *International Journal of Biosciences*, 3(12): 206-215.
- Ieguchi, T., Katayama, H., Nomura, K., Takaoka, M. and Uematsu, C. (2015). PEAR (*Pyrus* L.) Genetic Resources from Northern Japan: Evaluation of Antioxidant Capacity. *Acta Horticulturae*, 1094: 539-548.
- Ikram, E., H., K., Eng, K., H., Jalil, A., M., M., Ismail, A., Idris, S., Azlan, A., ... & Mokhtar, R. A. M. (2009). Antioxidant capacity and total phenolic content of Malaysian underutilized fruits. *Journal of food Composition and Analysis*, 22(5): 388-393.
- Imeh, U., Khokhar. S. (2002). Distribution of Conjugated and Free Phenols in Fruits. *The Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50: 6301-6306.
- Jaćimović, V., Božović, Đ., Lazović, B. (2017). Biološke osobine autohtonih sorti kruške (*Pyrus communis* L.) na području Gornjeg Polimlja. *Voćarstvo*, 51 (197-198): 7-11.
- Jalali, H., Mozaffari Nejad A., S., Ebadi, A., G., Laey, G. (2009). Ethnobotany and Folk Pharmaceutical Properties of Major Trees or Shrubs In Northeast Of Iran. *Asian Journal of Chemistry*, 21(7): 5632-5638.
- Jamuna, K., S., Ramesh, C., K., Srinivasa, T., R., Raghu, K., L. (2010). Comparative studies on DPPH and reducing power antioxidant properties in aqueous extracts of some common fruits. *Journal of Pharmacy Research*, 3: 2378-2380.
- Jamuna, K., Ramesh, C., Srinivasa, T., Raghu, K. (2011). In vitro antioxidant studies in some common fruits. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 3: 60–63.
- Janačković, P., Gavrilović, M., Savić, J., Marin, P., D., Dajić Stevanović, Z. (2019). Traditional knowledge on plant use from Negotin Krajina (Eastern Serbia): An ethnobotanical study. *Indian Journal of Traditional Knowledge*, 18 (1): 25-33.
- Jarić, S., Mačukanović-Jocić, M., Djurdjević, L., Mitrović, M., Kostić, O., Karadžić, B., Pavlović, P. (2015). An ethnobotanical survey of traditionally used plants on Suva Planina mountain (Southeastern Serbia). *Journal of Ethnopharmacology*, 175: 93–108.

- Jarić, S., Mitrović, M., Đurđević, L., Kostić, O., Gajić, G., Pavlović, D., Pavlović, P. (2011). Phytotherapy in medieval Serbian medicine according to the pharmacological manuscripts of the Chilandar Medical Codex (15–16<sup>th</sup> centuries). *Journal of Ethnopharmacology*, 137: 601–619.
- Jarić, S., Mitrović, M., Pavlović, P. (2014). An Ethnobotanical and Ethnomedicinal Study on the Use of Wild Medicinal Plants in Rural Areas of Serbia. In: Pieroni, A., Quave, C. (eds) *Ethnobotany and Biocultural Diversities in the Balkans*. Springer, New York, NY.
- Jarić, S., Popović, Z., Mačukanović-Jocić, M., Djurdjević, L., Mijatović, M., Karadžić, B., Mitrović, M., Pavlović, P. (2007). An ethnobotanical study on the usage of wild medicinal herbs from Kopaonik Mountain (Central Serbia). *Journal of Ethnopharmacology*, 111: 160–175.
- Jeong, D., E., Cho, J., Y., Lee, Y., G., Jeong, H., Y., Lee, H., J., Moon, J., H. (2017). Isolation of five proanthocyanidins from pear (*Pyrus pyrifolia* Nakai) fruit peels. *Food Science and Biotechnology*, 26(5): 1209-1215.
- Jevtović, S. (1997). Leušići. Hronike sela 66. Gornji Milanovac: Kulturni centar.
- Johnson, T. (1998). *CRC ethnobotany desk reference*. 1st ed. Boca Raton: CRC Press. Florida USA: Taylor and Francis.
- Jošić, N. (2013). *Voćarska leksika i terminologija u srpskom jeziku*. Beograd: Filološki fakultet, doktorska disertacija.
- Jun, W., Hongsheng, G. (2002). The Production of Asian Pears In China. *Acta Horticulturae*, 587: 71-80.
- Kajkut-Zeljковиć, M. (2019). *Karakterizacija germplazme kruške (Pyrus communis L.) u Bosni i Hercegovini*. Banja Luka: Poljoprivredni fakultet, doktorska disertacija.
- Kajkut-Zeljковиć, M., Bosančić, B., Đurić, G., Flachowsky, H., Garkava-Gustavsson, L. (2021). Genetic diversity of pear germplasm in Bosnia and Herzegovina, as revealed by SSR markers. *Zemdirbyste-Agriculture*, 108(1): 71–78.
- Katayama, H., Amo, H., Wuyun, T., Uematsu, C., Iketani, H. (2016). Genetic structure and diversity of the wild Ussurian pear in East Asia. *Breeding science*, 66(1): 90–99.
- Katsube, N., Iwashita, K., Tsushida, T., Yamaki, K., Kobori, M. (2003). Induction of apoptosis in cancer cells by bilberry (*Vaccinium myrtillus*) and the anthocyanins. *Journal of agricultural and food chemistry*, 51(1): 68-75.
- Kaur, R., Arya, V. (2012). Ethnomedicinal and Phytochemical Perspectives of *Pyrus communis* L. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 1(2): 14-19.
- Keserović, Z., Nikolić, M., Ognjanov, V., Milić, B., (2017). Genetički resursi autohtonih vrsta i sorti voća. *Selekcija i semenarstvo*, 23(2): 23-33.
- Kićović T. D., Kićović M. D., Dragović R. (2007). Klima i zemljište Gornjeg Polimlja kao faktor rasvoja voćarstva. *Zbornik radova Geografskog instituta „Jovan Cvijić” SANU*, 57: 319-323
- Kjeldahl, J. (1883). Neue Methode zur Bestimmung des Stickstoffs in organischen Körpern. *Zeitschrift für analytische Chemie*, 22(1): 366-383.
- Knežević, S., Jovanović, M. (1958). Jarmenovci. *Srpski etnografski zbornik* 73. Rasprave i građa 4. Beograd: Naučno delo.



- Kolniak-Ostek, J. (2016a). Content of bioactive compounds and antioxidant capacity in skin tissues of pear. *Journal of Functional Foods*, 23: 40-51.
- Kolniak-Ostek, J. (2016b). Chemical composition and antioxidant capacity of different anatomical parts of pear (*Pyrus communis* L.). *Food Chemistry*, 203: 491-497.
- Kolniak-Ostek, J., Kłopotowska, D., Rutkowski, K.P., Skorupińska, A., Kruczyńska, D.E. (2020). Bioactive Compounds and Health-Promoting Properties of Pear (*Pyrus communis* L.) Fruits. *Molecules*, 25(19): 4444.
- Korotkova, N., Parolly, G., Khachatryan, A., Ghulikyan, .L, Sargsyan, H., Akopian, J., Borsch, T., Gruenstaeudl, M. (2018). Towards resolving the evolutionary history of Caucasian pears (*Pyrus*, Rosaceae) - Phylogenetic relationships, divergence times and leaf trait evolution. *Journal of Sytematics Evolution*, 56:.35–47.
- Kulina, M., Radović, M., Berjan, S., Krašnik, V. (2013). Pomološke i hemijske osobine ploda nekih sorti krušaka gajenih u uslovima Bratunca. *Agroznanje*, 14(3): 357-365.
- Kundaković, T., Ćirić, A., Tatjana Stanojković, T., Soković, M., Kovačević, N. (2014). Cytotoxicity and antimicrobial activity of *Pyrus pyraeaster* Burgsd. and *Pyrus spinosa* Forssk. (Rosaceae). *African Journal of Microbiology Research*, 8(6): 511-518.
- Lai, J., S., Lin, C., C., Chiang, T., M. (2014). Tyrosinase Inhibitory Activity and Thermostability of the Flavonoid Complex from *Sophora japonica* L (Fabaceae). *Tropical Journal of Pharmaceutical Research* February, 13 (2): 243-247.
- Lapčević, D. (1921). Voćke, voće i voćarstvo., Beograd: Štamparija Mirotočivi.
- Leontowicz, M., Gorinstein. S., Leontowica. H., Krzeminski. R., Lojek, A., Katrich, E. et al. (2003). Apple and pear peel and pulp and their influence on plasma lipids and antioxidant potentials in rats fed cholesterol-containing diets. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(19): 5780–5.
- Leroy, A. (1867). Dictionnaire de Pomologie, tome 1. Angers: France, p 615.
- Li, G., Jia, H., Wu, R., Hussain S., Teng, Y. (2012). Characterization of aromatic volatile constituents in 11 Asian pear cultivars belonging to different species. *African Journal of Agricultural Research*, 7(34): 4761-4770.
- Li, M., Cheng, C., Zhang, X., Zhou, S., Wang, C., Ma, C., & Yang, S. (2019). PpNAC187 enhances lignin synthesis in ‘Whangkeumbae’pear (*Pyrus pyrifolia*)‘hard-end’fruit. *Molecules*, 24(23): 4338.
- Li, X., Wang T., Gao W. (2016). Nutritional Composition of Pear Cultivars (*Pyrus* spp.). In: Preedy, VR, Simmonds MSJ (ed) *Nutritional Composition of Fruit Cultivars*, Academic Press, San Diego, CA, USA, pp 573–608.
- Li, X., Wang, T., Zhou, B., Gao, W., Cao, J., Huang, L. (2014). Chemical composition and antioxidant and anti-inflammatory potential of peels and flesh from 10 different pear varieties (*Pyrus* sp.). *Food Chemistry*, 152: 531-538.
- Li, X., Zhang, J., Y., Gao, V., V., Y., Wang, H., Y., Cao, J., G., Huang, L. Q. (2012). Chemical composition and anti-inflammatory and antioxidant activities of either pear cultivars. *Journal of agricultural and food chemistry*, 60: 8738-8744.
- Liaudanskas, M., Zymonė, K., Viškelis, J., Klevinskas, A., Janulis, V. (2017). Determination of the phenolic composition and antioxidant activity of pear extracts. *Journal of Chemistry*, 1: 1-9.
- Lin, L., Z., Harnly, J., M. (2008). Phenolic Compounds and Chromatographic Profiles of Pear Skins (*Pyrus* spp.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56: 9094–9101.

- Łuczaj, Ł. (2011). Wild food plants used in Poland from the mid-19th century to the present. *Etnobiology Poland*, 1: 57–125.
- Łuczaj, Ł., Köhler, P. (2014). Mushrooms in Józef Rostafiński's (1850–1928) questionnaire from 1883. *Etnobiology Poland*, 4: 7–54.
- Ma, J. N., Wang, S. L., Zhang, K., Wu, Z. G., Hattori, M., Chen, G. L., & Ma, C. M. (2012). Chemical components and antioxidant activity of the peels of commercial apple-shaped pear (fruit of *Pyrus pyrifolia* cv. pingguoli). *Journal of Food Science*, 77(10): C1097-C1102.
- Madej, T., Pirożnikow, E., Dumanowski, J., Łuczaj, Ł. (2014). Juniper beer in Poland: the story of the revival of a traditional beverage. *Journal of Ethnobiology*, 34 (1): 84–103.
- Mahammad, M., U., Kamba, A., S., Abubakar, L., Bagna, E., A. (2010). Nutritional composition of pear fruits (*Pyrus communis*). *African Journal of Food Science and Technology*, 1(3): 76-81.
- Manzoor, M., Anwar, F., Bhatti, I., A., Jamil, A. (2013). Variation of Phenolics And Antioxidant Activity Between Peel and Pulp Parts of Pear (*Pyrus communis* L.) Fruit. *Pakistan Journal of Botany*, 45(5): 1521-1525.
- Maria do Socorro, M. R., Alves, R. E., de Brito, E. S., Pérez-Jiménez, J., Saura-Calixto, F., Mancini-Filho, J. (2010). Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. *Food chemistry*, 121(4): 996-1002.
- Marinov, D. (2003). Selected works. 1.2 Religious Folk Customs. Sofia: Publishing House East-West.
- Markova, M. (2011). Food and nutrition: between nature and culture. Professor Marin Drinov. Sofia: Academic Publishing House.
- Masuda, T., Yamashita, D., Takeda, Y., Yonemori, S. (2005). Screening for tyrosinase inhibitors among extracts of seashore plants and identification of potent inhibitors from *Garcinia subelliptica*. *Bioscience, Biotechnology and Biochemistry*, 69: 197–201.
- Matejić, J., S., Stefanović, N., Ivković, M., Živanović, N., Marin, P., D., Džamić, A., M., (2020). Traditional uses of autochthonous medicinal and ritual plants and other remedies for health in Eastern and South-Eastern Serbia. *Journal of Ethnopharmacology*, 261: 113186.
- Mc Clure, K., A., Gong, Y., Song, J., Vinqvist-Tymchuk, M., Palmer, L., C., Fan, L., Burgher-MacLellan, K., Zhang, Z., Q., Celton, J., M., Forney, C., F., Migicovsky, Z., Myles, S. (2019). Genome-wide association studies in apple reveal loci of large effect controlling apple polyphenols. *Horticulture Research*. 6(1): 1-12.
- Mc Kenzie, H., A. Smythe, L., E. (Ed.). (1988). Quantitative trace analysis of biological materials. Netherlands: Elsevier.
- Memić, S., Vranac, A., Drkenda, A., Akagić, A., Musić, O. (2017). Biochemical Fruit Composition of Autochthonous Pear Cultivars from Bosnia and Herzegovina. *Works of The Faculty of Agriculture and Food Sciences, University of Sarajevo*, 67: 86-95.
- Menković, N., Šavikin, K., Tasić, S., Zdunić, G., Stešević, D., Milosavljević, S., Vinček, D. (2011). Ethnobotanical study on traditional uses of wild medicinal plants in Prokletije Mountains. Montenegro. *Journal of Ethnopharmacology*, 133: 97-107.

- Merecz-Sadowska, A., Sitarek, P., Kucharska, E., Kowalczyk, T., Zajdel, K., Ceglinski, T., Zajdel, R. (2021). Antioxidant Properties of Plant-Derived Phenolic Compounds and Their Effect on Skin Fibroblast Cells. *Antioxidants*, 10: 726.
- Mhya, D., H., Nuhu, A., A., Mankilik, M., M. (2021). In-silico discovery of antidiabetic drug potential of *Balanites aegyptiaca* leaf's phenolic compounds. *Natural Resources for Human Health*, 1(2): 91-97.
- Mihaylova, D., Popova, A., Alexieva, I., Krastanov, A., Lante, A. (2018). Polyphenols as Suitable Control for Obesity and Diabetes. *The Open Biotechnology Journal*, 12: 219-228.
- Mijović, A., Sekulić, N, Popović, S., Stavretović, S, Radović, I. (2012). Biodiverzitet Srbije, stanje i perspektive. Beograd: Zavod za zaštitu prirode Srbije.
- Milislavljević, M., Maričić, B., Gligorijević, M., (2005). Osnovi marketinga. Beograd: Ekonomski fakultet.
- Miller, N. J., Rice-Evans, C., Davies, M. J., Gopinathan, V., Milner, A. (1993). A novel method for measuring antioxidant capacity and its application to monitoring the antioxidant status in premature neonates. *Clinical Science*, 84: 407-412.
- Milošević, M., Dragin S., Stegić M. (2009). Biljni genetički diverzitet u poljoprivredi. Novi Sad: Poljoprivredni fakultet.
- Milošević, M., Dragin, S., Stegić, M. (2010). Značaj genetičkih resursa i način njihovog očuvanja. *Ratarstvo i povrtarstvo*, 47 (1): 11-19.
- Milovanovic, K., M. (1995). Savinac u takovskom kraju: selo Šarani i selo Drenova. Beograd: Odbor SANU za proučavanje sela, Institut za ekonomiku privrede, Zavod za proučavanje kulturnog razvoja Srbije, Tanjug.
- Milovanović, K., M. (2000). Brusnica pod Rudnikom. Biblioteka Hronike sela. Beograd: Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede Srbije.
- Mišić, P. (2002). Specijalno oplemenjivanje voćaka. Beograd: Partenon.
- Mišković, J. (1844-1908). Opis Rudničkog okruga. Priredio Čeliković, B. (2007), Gornji Milanovac: LIO.
- Mitić, V., Jovanović, V. S., Dimitrijević, M., Cvetković, J., Simonović, S., Mandić, S., N. (2014). Chemometric analysis of antioxidant activity and anthocyanin content of selected wild and cultivated small fruit from Serbia. *Fruits*, 69(5), 413-422.
- Mitrović, M. (2015). Sela u Srbiji, promene strukture i problemi održivog razvoja. Beograd: Republički zavod za statistiku.
- Moharram, H., A., Youssef, M., M., (2014). Methods for Determining the Antioxidant Activity: A Review. *Alexandria Journal of Food Science and Technology*, 11 (1): 31-42.
- Morgado, C., Bernardo, P., Henriques, I, Jesus, S., Rego, A., Delgado, I., Coelho, I., Castanheira, I., Félix, N., Fernandes, A., Guerra, M. (2019). Effect of Rocha pear peel extracts added to wheat and rye bread formulations on acrylamide reduction and sensory quality maintenance. In: Monteiro, J., Silva, A., J., Mortal, A., Anibal, J., da Silva, M., M., Oliveira, M., Sousa, N. (eds.), *International Congress on engineering and sustainability in the XXI century*. Springer, Cham. pp. 184–197
- Morzelle, M., C., Salgado, J., M., Telles, M., Mourelle, D., Bachiega, P., Buck, H., S., Viel, T. A. (2016). Neuroprotective Effects of Pomegranate Peel Extract after Chronic Infusion with Amyloid- $\beta$  Peptide in Mice, *PLOS ONE*, 11(11): e0166123.

- Mosmann, T. (1983). Rapid colorimetric assay for cellular growth and survival: application to proliferation and cytotoxicity assays. *Journal of Immunological Methods*, 65: 55-63.
- Mosmann, T. (1985). Rapid colorimetric assay for cellular growth and survival: application to proliferation and cytotoxicity assays. *Journal of Immunological Methods*, 165: 55-63.
- Mratinić, E. (2000). Kruška. Beograd: Veselin Masleša.
- Mratinić, E., Kojić, M. (1998). Samonikle vrste voćaka Srbije. Beograd: Institut za istraživanja u poljoprivredi Srbija.
- Mükemre, M., Behçet, L., Çakılcıoğlu, U. (2015). Ethnobotanical study on medicinal plants in villages of Çatak (Van-Turkey). *Journal of ethnopharmacology*, 166: 361-374.
- Muraki, I., Imamura, F., Manson, J. E., Hu, F., B., Willett, W., C., van Dam, R. M., Sun, Q. (2013). Fruit consumption and risk of type 2 diabetes: results from three prospective longitudinal cohort studies. *Bmj*, 347.
- Mustafa, B., Hajdari, A., Krasniqi, F., Hoxha, E., Ademi, H., Quave, C., L., Pieroni, A. (2012b). Medical ethnobotany of the Albanian Alps in Kosovo. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 8: 6.
- Mustafa, B., Hajdari, A., Pajazita, Q., Sylva, B., Quave, C., L., Pieroni, A. (2012a). An ethnobotanical survey of the Gollak region, Kosovo. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 59: 739–754.
- Mustafa, B., Hajdari, A., Pieroni, A., Pulaj, B., Koro, X., Quave C., L. (2015). A cross-cultural comparison of folk plant uses among Albanians, Bosniaks, Gorani and Turks living in south Kosovo. *Ethnobiology and Ethnomedicine*, 11: 39.
- Natić, M., Pavlović, A., Bosco, F., L. et al. (2019). Nutraceutical properties and phytochemical characterization of wild Serbian fruits. *The Journal of European Food Research and Technology*, 245: 469–478.
- Nedelcheva, A. (2013). An ethnobotanical study of wild edible plants in Bulgaria. *EurAsia. The Journal of Biosciences*, 7: 77–94.
- Nenadović-Mratinić, E., Vulić, T. (1988). Autohtone sorte jabuke u potkopaoničkom rejonu. *Jugoslovensko voćarstvo*, 22 (4): 319-324.
- Ng, T., K., C., Chan, R., C., Y., Adeyemi-Doro, F., A., B., Cheung, S., W., Cheng, A. F. B. (1996). Rapid high performance liquid chromatographic assay for antifungal agents in human sera. *Journal of antimicrobial chemotherapy*, 37(3): 465-472.
- Niketić, M. (1950). Jabuka. Beograd: Izdavačko-novinsko preduzeće “Zadružna knjiga”.
- Niketić, M. (2018). On the presence of *Pyrus x jordanovii* in Serbia. *Bulletin of the Natural History Museum*, 11: 181-188.
- Ninković, A. (2014). Perspektive razvoja sela, Zbornik radova o selu. Beograd: SANU.
- Orhan, I., E., Şenol, S., Öztürk, N., Akaydın, G., Şener, B. (2012). Profiling of in vitro neurobiological effects and phenolic acids of selected endemic *Salvia* species. *Food Chemistry*, 132(3): 1360-1367.
- Öztürk, A., Demirsoy L., Demirsoy H., Asan A., Gül, O. (2015). Phenolic Compounds and Chemical Characteristics of Pears (*Pyrus communis* L.). *International Journal of Food Properties*, 18: 536–546.
- Öztürk, I., Ercisli, S., Kalkan, F., Demir, B. (2009). Some chemical and physico-mechanical properties of pear cultivars. *African journal of Biotechnology*, 8(4).

- Park, J., H., Kim, R., Y., Park, E. (2012). Antidiabetic activity of fruits and vegetables commonly consumed in Korea: Inhibitory potential against  $\alpha$ -glucosidase and insulin-like action in vitro. *Food Science and Biotechnology*, 21(4): 1187-1193.
- Parle, M., Arzoo, P. (2016). Why is pear so dear. *International Journal of Research in Ayurveda and Pharmacy*, 7: 108-113.
- Pavlov, I. (2001). *Prisastvia na hraneneto po balgarskite zemi prez XV-XIX vek* [Presence of food in the Bulgarian lands in XV-XIX century]. Sofia: Profesor Marin Drinov Academic Publishing House.
- Pavlović, M., Šabić, D., Vujadinović, S. (2009). Prirodni resursi kao faktor socioekonomskog razvoja Polimlja. *Glasnik Srpskog geografskog društva*, 89(2): 3-26.
- Perkić, M. (2004). *Dragolj, selo u Kačeru*. Beograd: Kulturno prosvetna zajednica Srbije.
- Petković, D. (1988). *Lunjevica na jugu Šumadije*. Gornji Milanovac: Kulturni centar.
- Pieroni, A. (2008). Local plant resources in the ethnobotany of Theth, a village in the Northern Albanian Alps. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 55(8): 1197-1214.
- Pieroni, A., Cianfaglione, K., Nedelcheva, A., Hajdari, A., Mustafa, B., Quave, C. (2014a). Resilience at the border: traditional botanical knowledge among Macedonians and Albanians living in Gollobordo, Eastern Albania. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 10: 1-31.
- Pieroni, A., Giusti, M., E., Quave, C., L. (2011). Cross-cultural ethnobiology in the Western Balkans: medical ethnobotany and ethnozoology among Albanians and Serbs in the Pešter Plateau, Sandžak South-Western Serbia. *Human Ecology*, 39: 333–349.
- Pieroni, A., Ibraliu, I., Abbasi, A.M., Papajani-Toska, V. (2015). An ethnobotanical study among Albanians and Aromanians living in the Rraicë and Mokra areas of Eastern Albania. *Genetic Resources nad Crop Evolution*, 62: 477–500.
- Pieroni, A., Nedelcheva, A., Hajdari, A., Mustafa, B., Scaltriti, B., Cianfaglione, K., Quave, C., L. (2014b). Local knowledge on plants and domestic remedies in the mountain villages of Peshkopia (Eastern Albania). *Journal of Mountain Science*, 11: 180–194.
- Pieroni, A., Rexhepi, B., Nedelcheva, A., Mustafa, B., Hajdari, A., Kolosova, V., Cianfaglione, K., Quave, C.L. (2013). One century later: the folk botanical knowledge of the last remaining Albanians of the upper Reka Valley, Mount Korab, Western Macedonia. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 9: 22.
- Pisoschi, A., M., Negulescu, G., P. (2011). Methods for Total Antioxidant Activity Determination: A Review. *Biochemistry and Analytical Biochemistry*, 1: 1-10.
- Postman, J. (2019). Pear Germplasm Needs and Conservation. In: Korban, S. (eds) *The Pear Genome*. Compendium of Plant Genomes. Springer Nature Switzerland AG.
- Prakash, T., Chauhan, A., S., Kudachikar V., B. (2021). Traditional uses, nutrition, phytochemistry and various pharmacological properties of Indian wild pear (Review). *International Journal of Functional Nutrition*, 2:9.
- Pregiban, K. (2017). *Metode mjerenja antioksidativne aktivnosti*. Osijek: Sveučilište J.J. Strossmayera, diplomski rad.
- Premović, M.M. (2013). *Srednje i Donje Polimlje i Gornje Podrinje u srednjem veku*. Beograd: Filozofski fakultet, doktorska disertacija.
- Prodanović, S., Šurlan-Momirović, G. (2006). *Genetički resursi biljaka za organsku poljoprivredu*, Beograd: Poljoprivredni fakultet, Zemun.

- Pu, L., I., U., Yuanyuan, S., H., I., Liwu, Z., H., U. (2018). Genetic variation in resistance to Valsa canker is related to arbutin and gallic acid content in *Pyrus bretschneideri*. *Horticultural Plant Journal*, 4(6): 233-238.
- Qiu, T., Sun, H., Wang, H., L., Zhou, Y., Lou, R., J., Yang, P., Zhu, W., T., Sun, H., B., DU, J., Z., Zhun, G., Jiang, S., Y., Wang, X., Q. (2020). (2020). Ethnobotanical study of Juenang cultural area in Rangtang county of northwestern Sichuan. *Zhongguo Zhong yao za zhi= Zhongguo Zhongyao Zazhi= China Journal of Chinese Materia Medica*, 45(3): 689-696.
- Quave, C., L., Pieroni, A. (2014). Fermented foods for food security and food sovereignty in the Balkans: a case study of the Gorani people of Northeastern Albania. *Journal of Ethnobiology*, 34 (1): 28–43.
- Quave, C., L., Pieroni, A. (2015). A reservoir of ethnobotanical knowledge informs resilient food security and health strategies in the Balkans. *Nature Plants* 1: 14021.
- Quinet, M., Wesel, J., P. (2019). Botany and Taxonomy of Pear. In: Korban, S. (ed.), *The Pear Genome. Compendium of Plant Genomes*. Springer: Cham.
- Redžić, S. (2007). The ecological aspect of ethnobotany and ethnopharmacology of population in Bosnia and Herzegovina. *Collegium Antropologicum*, 31(3): 869-890.
- Reiland, H., Slavin, J. (2015). Systematic Review of Pears and Health. *Food and Nutrition Today*, 50(6): 301-305.
- Roseiro, L., B., Router, A., P., Serralheiro, M., L., M. (2012). Polyphenols as Acetylcholinesterase Inhibitors: Structural Specificity and Impact on Human Disease. *Nutrition and Aging*, 1(2): 99-111.
- Salta, J., Martins, A., Santos, R., G., Neng, N., R., Nogueira, J., M., Justino, J., Ruter, A., P. (2010). Phenolic composition and antioxidant activity of Rocha pear and other pear cultivars – a comparative study. *The Journal of Functional Foods*, 2: 153-157.
- Sánchez-Moreno, C. (2002). Review: Methods Used to Evaluate the Free Radical Scavenging Activity in Foods and Biological Systems. *Food Science and Technology International*, 8(3): 121-137.
- Šarić-Kundalić, B., Dobeš, C., Klatte-Asselmeyer, V., Saukel, J. (2010). Ethnobotanical study on medicinal use of wild and cultivated plants in middle, south and west Bosnia and Herzegovina. *Journal of Ethnopharmacology*, 131: 33–55.
- Šarić-Kundalić, B., Dobeš, C., Klatte-Asselmeyer, V., Saukel, J. (2011). Ethnobotanical survey of traditionally used plants in human therapy of east, north and north-east Bosnia and Herzegovina. *Journal of Ethnopharmacology*, 133: 1051-1076.
- Šarić-Kundalić, B., Dobeš, C., Klatte-Asselmeyer, V., Saukel, J. (2010). Ethnobotanical study on medicinal use of wild and cultivated plants in middle, south and west Bosnia and Herzegovina. *Journal of Ethnopharmacology*, 131: 33–55.
- Savić, A. (2013). *Staro i nestalo voće Srbije*. Beograd: Prirodnjački muzej.
- Savić, A. (2014). Autohtone sorte voća Polimlja, bogatstvo prirode i čoveka: rezultati terenskog istraživanja. *Mileševski zapisi*, 9: 295-306.
- Savić, A. (2016). Autohtone sorte voća Srbije: značaj, raznovrsnost, nasleđe. U: Karanović, Z., Dražić, J. (ur.) (2016). *Gora Ijljanova: biljni svet u tradicionalnoj kulturi Srba* (str. 153-165). Beograd: Udruženje folklorista Srbije, Univerzitetska biblioteka „Svetozar Marković“.



- Savić, A. (2010). Zbirka voća Prirodnjačkog muzeja u Beogradu kao resurs očuvanja prirodne i kulturne baštine centralne Srbije. Beograd: Centralni institut za konzervaciju, 2: 269-282.
- Šavikin, K., Zdunić, G., Menković, N., Živković, J., Čujić, N., Tereščenko, M., Bigović, D. (2013). Ethnobotanical study on traditional use of medicinal plants in South-Western Serbia, Zlatibor district. *Journal of Ethnopharmacology*, 146: 803–810.
- Šavikin, K., Živković J., Alimpić, A., Zdunjić, G., Janković T., Duletić-Laušević S., Menković, N. (2018). Activity guided fractionation of pomegranate extract and its antioxidant, antidiabetic and antineurodegenerative properties. *Industrial Crops and Products*, 113: 142–149.
- Savović, S. (2019). Krst u dubu. Gornji Milanovac: Muzej rudnicko-takovskog kraja.
- Schieber, A., Keller, P., Carle, R. (2001). Determination of phenolic acids and flavonoids of apple and pear by high-performance liquid chromatography. *Journal of Chromatography*, 910: 265-273.
- Šebek, G. (2020). The Pomological Traits of Autochthonous Pear Varieties in the Area of North Montenegro. *Turkish Journal of Agricultural Engineering Research (Turkager)*, 1: 141-151.
- Šebek, G., Jaćimović, V. (1997). Važnije fiziološke osobine autohtonih sorti jabuke i kruške na području Gornje g Polimlja. *Poljoprivreda I šumarstvo*, 43 (1-2): 1-122.
- Seeram, N., P., Adams, L., S., Zhang, Y., Lee, R., Sand, D., Scheuller, H., S., Heber, D. (2006). Blackberry, black raspberry, blueberry, cranberry, red raspberry, and strawberry extracts inhibit growth and stimulate apoptosis of human cancer cells in vitro. *Journal of agricultural and food chemistry*, 54(25): 9329–9339.
- Selamovska A., Miskoska–Milevska E., Najdenovska O., Dimovska D. (2014). Traditional pear varieties in the west region of Republic of Macedonia. *Acta Agriculturae Serbica*, 19: 47-60.
- Selamovska. A., Miskoska–Milevska, E., Najdenovska, O., Canev, I. (2015). Fruit characteristics of some traditional pear varieties in the Prespa region. *Acta Agriculturae Serbica*. 20 (40): 107-1151.
- Senol, F., S., Ankli, A., Reich, E., Orhan, I., E. (2016). HPTLC Finger-Printing and Cholinesterase Inhibitory and Metal-Chelating Capacity of Various Citrus Cultivars and *Olea europaea*. *Food Technology and Biotechnology*: 54(3).
- Sharma, K., Pasricha, V., Satpathy, G., Gupta, R., K. (2015). Evaluation of phytochemical activity of raw *Pyrus communis* L, an underexploited fruit. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 3(5): 46-50.
- Silva, G., J., Souza, T., M., Barbieri, R., L., Costa de Oliveira, A. (2014). Origin, domestication, and dispersing of pear (*Pyrus* spp.). *Advances in agriculture*, 1–8.
- Simirgiotis, M. J., Quispe, C., Bórquez, J., Areche, C., Sepúlveda, B. (2016). Fast detection of phenolic compounds in extracts of Easter Pears (*Pyrus communis*) from the Atacama Desert by ultrahigh-performance liquid chromatography and mass spectrometry (UHPLC–Q/Orbitrap/MS/MS). *Molecules*, 21(1): 92.
- Sinclair, C., B. (1976). Scanning Electron Microscope Study of Brachysclereids of Pear (*Pyrus communis* L.). *Journal of the Arkansas Academy of Science*, 30: 31.

- Singleton, V., L., Rossi, J., A. (1965). Colometric of total phenolics with phosphomolybdic phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*. 16: 144–158.
- Skender, A., Kurtović, M., Hadžiabulić, S., Gaši, F., Maličević, A. (2007). Morfološke i hemijske karakteristike ploda Autohtonih genotipova kruške centralne bosne. *Radovi Poljoprivredno-prehrambenog fakulteta, Uviverziteta u Sarajevu*, 53(59): 1
- Šoškić, M. (2008). *Savremeno voćarstvo*. Beograd: Partenon.
- Sõukand, R., Pieroni, A., Biró, M., Dénes, A., Dogan, Y., Hajdari, A., Kalle, R., Reade, B., Mustafa, B., Nedelcheva, A., Quave, C. L., Łuczaj Ł. (2015). An ethnobotanical perspective on traditional fermented plant foods and beverages in Eastern Europe. *Journal of Ethnopharmacology*, 170: 284–296.
- Soxhlet, F. (1879). Die gewichtsanalytische Bestimmung des Milchfettes. *Dingler's Polytechnisches Journal* (in German). 232: 461–465.
- Stančević, A. (1980). *Kruška*. Beograd: Nolit.
- Stanivuković, S. (2021). *Kvalitet ploda kruške gajene na obročnom pseudogleju na podlozi dunje i sijancu divlje kruške*. Banja Luka: Poljoprivredni fakultet, doktorska disertacija.
- Stanković, D., Mišić, P., D. (1978). Yugoslavia-an important source of fruit germplasm. *Chronica horticultrae*, 18(1): 3–4.
- Sterling, C. (1954). Sclereid development and the texture of Bartlett pears. *Food Research* 19: 433–443.
- Stojilović, M. (2021). *Autohtone sorte voća i vinove loze Srbije*. Petrovac na Mlavi: Štamparija Stojadinović.
- Sun, J., Chu, Y., F., Wu, X., Liu, R., H. (2002). Antioxidant and antiproliferative activities of common fruits. *Journal of agricultural and food chemistry*, 50(25): 7449–7454.
- Sun, J., Xiong, Y., Li, Y., Yang, Q., Chen, Y., Jiang, M., ... & Lu, S. (2020). *Medicinal Diet Plants of the Yi in Mile, Yunnan, China*.
- Sun, L., Tao, S., Zhang, S. (2019). Characterization and Quantification of Polyphenols and Triterpenoids in Thinned Young Fruits of Ten Pear Varieties by UPLC-Q TRAP-MS/MS. *Molecules*, 24(1): 159.
- Szwajgier, D., Borowiec, K. (2012). Screening for Cholinesterase Inhibitors in Selected Fruits and Vegetables. *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities*, 15: 6.
- Tadera, K., Minami, Y., Takamatsu, K., Matsuoka, T. (2006). Inhibition of alpha-glucosidase and alpha-amylase by flavonoids. *Journal of nutritional science and vitaminology*, 52(2): 149–153.
- Tanriöven, D., Eksi, A. (2005). Phenolic compounds in pear juice from different cultivars. *Food Chemistry*, 93: 89–93.
- Tao, S., Khanizadeh, S., Zhang, H., & Zhang, S. (2009). Anatomy, ultrastructure and lignin distribution of stone cells in two *Pyrus* species. *Plant Science*, 176(3): 413–419.
- Tasić, S. (2012). Ethnobotany in SEE-WB countries; traditional uses of indigenous plants. *Lekovite sirovine*, 32: 71–81.
- Tatić, B., Blečić, V. (1988). *Sistematika i filogenija viših biljaka*. Beograd: Zavod za udžbenike i nastavna sredstva.

- Taylor, R. (1990). Interpretation of the correlation coefficient: a basic review. *Journal of Diagnostic Medical Sonography*. 1: 35-39.
- Tešić, Ž., L., Gašić, U., M., Milojković-Opsenica, D., M. (2018). Polyphenolic profile of the fruits grown in Serbia. In: *Advances in Plant Phenolics: From Chemistry to Human Health* (pp. 47-66). Washington, DC: American Chemical Society.
- Todorović, B. (1899). *Voćke i voće*. Beograd: Državna štamparija Kraljevine Srbije
- Truong, X., Park, S.-H., Lee, Y.-G., Jeong, H., Moon, J.-H., Jeon, T.-I. (2017). Protocatechuic Acid from Pear Inhibits Melanogenesis in Melanoma Cells. *International Journal of Molecular Sciences*, 18(8): 1809.
- Tunidis, R., Loizzo, M, R., Menichini, F. (2010). Natural products as  $\alpha$ -amylase and  $\alpha$ -glucosidase inhibitors and their hypoglycaemic potential in the treatment of diabetes: An update. *Mini Reviews in Medicinal Chemistry*, 10(4): 315-331.
- Tusevski, O., Kostovka, A., Iloska, A., Trajkovska, L., Simić, S., G. (2014). Phenolic production and antioxidant properties of some Macedonian medicinal plants. *Central European Journal of Biology*. 9(9): 888-900.
- Tzanakis, E., Kalogeropoulos, T., Tzimas, S. T., Chatzilazarou, A., Katsoyannos, E. (2006). Phenols and antioxidant activity of apple, quince, pomegranate, bitter orange and almond-leaved pear methanolic extracts. *EJ Sci Tech*, 1: 16-28.
- Valadares, J., Bajaj, S. O., Li, H., Wang, H. L., Silva, S. C., Garcia, I., Pereira, D. G., Azalim, P., Quintas, L., Noël, F., Cortes, V. F., O'Doherty, G. A., Barbosa, L., A. (2021). Cytotoxic effect of carbohydrate derivatives of digitoxigenin involves modulation of plasma membrane  $\text{Ca}^{2+}$ -ATPase. *Journal of cellular biochemistry*, 122(12): 1903–1914.
- Van der Zwet, T., Stanković, D., Cociu, V. (1983). Collecting *Pyrus* germplasm in Eastern Europe and its significance to the USDA pear breeding program. *Acta Horticulturae*, 140: 43–45.
- Vasić, M., Milošević, M., Savić, A., Petrović, A., Nikoloć, Z., Terzić, S., Gvozdanović-Varga, J., Sikora, V., Adamović, D., Červenski, J., Makismović, L., Đalović, I., Popović, V. (2013). Očuvanje agrobiodiverziteta kao šansa za održivi i ruralni razvoj. Conference: 47. Savetovanje agronoma Srbije. At: Zlatibor, Serbia Volume: Zbornik referata 47. Savetovanja agronoma Srbije, pp. 105-115.
- Veit, M., Bauer, K., Beckert, C., Kast, B., Geiger, H., Czygan, F., C. (1995). Phenolic characters of British hybrid taxa in *Equisetum* subgenus *equisetum*. *Biochemical Systematics and Ecology*, 23(1): 79-87.
- Veličković, M., (2002). *Voćarstvo*. Beograd: Poljoprivredni fakultet Zemun.
- Velioglu, Y., Mazza, G., Gao, L., Oomah, B., D. (1998). Antioxidant activity and total phenolics in selected fruits, vegetables, and grain products. *Journal of agricultural and food chemistry*, 46(10): 4113-4117.
- Veljović, M. (2020). Priručnik za preradu voća. USAID, preuzeto sa <http://www.prehrambenitehnolog.org.rs/wp-content/uploads/2020/10/Priru%C4%8Dnik-za-preradu-vo%C4%87a.pdf>
- Velmurugan, C., Bhargava, A. (2013). Anti-diabetic and hypolipidemic activity of fruits of *Pyrus communis* L. in hyperglycemic rats. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 6(5): 108-111.

- Volk, M., G., Cornille, A. (2019). Genetic Diversity and Domestication History in *Pyrus*. In: Korban, S. (eds) (2019). *The Pear Genome. Compendium of Plant Genomes*. Springer Nature Switzerland AG.
- Vučičević, S. (2000). Gornja Vrbava. Beograd: Kulturno prosvetna zajednica Srbije.
- Vujanić-Varga, D., Ognjanov, V., Balaž, J., Macet, K., Krstić, M. (1994). Genetic resources in apple, pear and vineyard peach populations in former Yugoslavia. In: Schmidt, H., Kellerhals, M. (eds) *Progress in Temperate Fruit Breeding. Developments in Plant Breeding*, vol 1. Dordrecht: Springer.
- Walia, M., Mann, T. S., Kumar, D., Agnihotri, V. K., & Singh, B. (2012). Chemical Composition and In Vitro Cytotoxic Activity of Essential Oil of Leaves of *Malus domestica* Growing in Western Himalaya (India). *Evidence-based complementary and alternative medicine: eCAM*, 649727.
- Wan, L., S., Min, O., X., Wang, Y., L., Yue, Y., D., Ghen, C. (2013). Xanthone glycoside constituents of *Swertia kouitchensis* with  $\alpha$ -glucosidase inhibitory activity. *Journal of Natural Products* 76(7): 1248-1253.
- Wang T, Li X, Zhou B, Li H, Zeng J, Gao W. (2015) Anti-diabetic activity in type 2 diabetic mice and  $\alpha$ -glucosidase inhibitory, antioxidant and anti-inflammatory potential of chemically profiled pear peel and pulp extracts (*Pyrus* spp.). *Journal of Functional Foods*, 13: 276–88.
- Wang, T., Li, X., Zhou, B., Li, H., Zeng, J., Gao, W. (2015). Anti-diabetic activity in type 2 diabetic mice and  $\alpha$ -glucosidase inhibitory, antioxidant and anti-inflammatory potential of chemically profiled pear peel and pulp extracts (*Pyrus* spp.). *Journal of Functional Foods*, 13: 276–88.
- Wang, Z., Barrow, C., J., Dunshea, F., R., Suleria, H., A. (2021). A comparative investigation on phenolic composition, characterization and antioxidant potentials of five different australian grown pear varieties. *Antioxidants*, 10(2): 151.
- Weckerle, C., De Boerb, H., Purid, R., Van Andele, T., Bussmann, R., Leontih, M. (2018). Recommended standards for conducting and reporting ethnopharmacological field studies. *The Journal of Ethnopharmacology*, 210: 25–132.
- Wedick, N., M., Pan, A., Cassidy, A., Rimm, E., B., Sampson, L., Rosner, B., Willett, W., Hu, F., B., Sun, Q., Van Dam, R., M. (2012). Dietary flavonoid intakes and risk of type 2 diabetes in US men and women. *The American journal of clinical nutrition*, 95(4): 925–933.
- Williamson, G., Sheedy, K. (2020). Effects of Polyphenols on Insulin Resistance. *Nutrients*, 12(10): 3135.
- Wilson, D., W., Nash, P., Buttar, H., S., Griffiths, K., Singh, R., De Meester, F., Takahashi, T. (2017). The Role of Food Antioxidants, Benefits of Functional Foods, and Influence of Feeding Habits on the Health of the Older Person: An Overview. *Antioxidants (Basel, Switzerland)* 6(4): 81.
- Wojdyło, A., Nowicka, P. (2021). Profile of Phenolic Compounds of *Prunus armeniaca* L. Leaf Extract Determined by LC-ESI-QTOF-MS/MS and Their Antioxidant, Anti-Diabetic, Anti-Cholinesterase, and Anti-Inflammatory Potency. *Antioxidants*, 10(12): 1869.
- Wu, T., Luo, J., Xu, B. (2015). In vitro antidiabetic effects of selected fruits and vegetables against glycosidase and aldose reductase. *Food Science and Nutrition*, 3(6): 495-505.

- Xiang, Y., Huang, C. H., Hu, Y., Wen, J., Li, S., Yi, T., Chen, H., Xiang, J., Ma, H. (2017). Evolution of Rosaceae Fruit Types Based on Nuclear Phylogeny in the Context of Geological Times and Genome Duplication. *Molecular biology and evolution*, 34(2): 262–281.
- Xie, D., Zhang, H., Mo, J., Li, Z., Lui, T., Yi, C. (2007). Nutritional and Medicinal Quality of Pear Juice. *Next Hotspot Food*, 1(1): 41-48.
- Xu, H., Luo, J., Huang, J., Wen, Q. (2018). Flavonoids intake and risk of type 2 diabetes mellitus: A meta-analysis of prospective cohort studies. *Medicine*, 97(19).
- Yang, M., Park, C., Kim, D., J., Jeong, H. (2005). Antimutagenic and anticarcinogenic effects of Korean pears. *Cancer Prevention Research*, 10(2): 124–7.
- Yin, Y., Bi, Y., Chen, S., Li, Y., Wang, Y., Ge, Y., Ding, B., Li, Y., Zhang, Z. (2011). Chemical composition and antifungal activity of cuticular wax isolated from Asian pear fruit (cv. Pingguoli). *Scientia Horticulturae*. 129: 577–582.
- Zamora-Ros, R., Knaze, V., Rothwell, J. A., Hemon, B., Moskal, A., Overvad, K., Tjønneland, A., Kyro, C., Fagherazzi, G., Boutron-Ruault, M. C., Touillaud, M., Katzke, V., Kuhn, T., Boeing, H., Forster, J., Trichopoulou, A., Valanou, E., Peppas, E., Palli, D., Scalbert, A. (2015). Dietary polyphenol intake in Europe: the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC) study. *European Journal of Nutrition*, 55(4): 1359-1375.
- Zdanowicz, A., Miller, C., Baldock, D. (2005). The Convention on Biodiversity and Its Potential Implications for the Agricultural Sector in Europe. Institute of Environmental Policy.
- Zdunić, G., Alimpić Aradski, A., Gođevac D., Živković J., Duletić Laušević, S., Krstić Milošević, D., Šavikin, K. (2020). In vitro hypoglycemic, antioxidant and antineurodegenerative activity of chokeberry (*Aronia melanocarpa*) leaves. *Industrial Crops and Products*, 148: 112328.
- Zengin, G., Uysal, A., Gunes, E., Aktumsek, A. (2014). Survey of phytochemical composition and biological effects of three extracts from a wild plant (*Cotoneaster nummularia* Fisch. et Mey.): a potential source for functional food ingredients and drug formulations. *PLoS ONE*, 9(11): 1-13
- Zhang, Z., Xiao, X., Su, T., Wu, J., Ren, J., Zhu, J., ... & Du, R. (2017). Synthesis, structure-activity relationships and preliminary mechanism of action of novel water-soluble 4-quinolone-3-carboxamides as antiproliferative agents. *European Journal of Medicinal Chemistry*, 140: 239-251.
- Zlatković, B., K., Bogosavljević, S., S., Radivojević, A., R., Pavlović, M., A. (2014). Traditional use of the native medicinal plant resource of Mt. Rtanj (Eastern Serbia): Ethnobotanical evaluation and comparison. *Journal of Ethnopharmacology*, 151: 704-713.
- Živančević–Popović, M. (2012). Integrativni koncept zaštite za područje Srednjeg Polimlja i Peštera; Prijepolje kao zaštićeni sektor baštine. *Mileševski zapisi*, 9: 321-350.
- Živković, J., Ilić, M., Šavikin, K., Zdunić, G., Ilić, A., Stojković, D. (2020). Traditional Use of Medicinal Plants in South-Eastern Serbia (Pčinja District): Ethnopharmacological Investigation on the Current Status and Comparison with Half a Century Old Data. *Frontiers in pharmacology*, 11: 1020.

Živković, J., Šavikin K., Zdunjić, G., Dojčinović, B., Menković, N. (2014). Phenolic and mineral profiles of four Balkan indigenous apple cultivars monitored at two different maturity stages. *Journal of Food Composition and Analysis*, 35: 101-111.

Živković, J., Šavikin, K., Stanisavljević, N., Zdunić G., Stanojković T., Samardžić, J. (2018). Chemical Composition and Antiproliferative Potential of Dried Wild Apple and Pear Tea Before and After *in vitro* Simulated Digestion. *Journal of The Serbian Chemical Society*, 83(12): 1315–1326.

Ukupno 291 literaturnih navoda



## Izvori sa interneta

**Izvor 1** <https://pixabay.com/images/pear/>, pristupljeno 12. 9. 2021.

**Izvor 2** [http://www.agroatlas.ru/en/content/cultural/Pyrus\\_communis\\_K/map/index.html](http://www.agroatlas.ru/en/content/cultural/Pyrus_communis_K/map/index.html), pristupljeno 14. 3. 2022.

**Izvor 3** <https://www.pinterest.com/pear>, pristupljeno 12. 2. 2020.

**Izvor 4** <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>, pristupljeno 27. 8. 2021.

**Izvor 5** <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>, pristupljeno 27. 8. 2021.

**Izvor 6** <https://data.stat.gov.rs/Home/Result/13050101?languageCode=sr-Cyrl>, pristupljeno 1. 10. 2021.

**Izvor 7** <http://www.plantsoftheworldonline.org>, preuzeto 7. 10. 2021.

**Izvor 8** [http://euromed.luomus.fi/euromed\\_map.php?taxon=452403&size=medium](http://euromed.luomus.fi/euromed_map.php?taxon=452403&size=medium), pristupljeno 14. 3. 2022.

**Izvor 9** International Union for the Protection of New Varieties of Plants – UPOV, <https://www.upov.int/portal/index.html.en>, pristupljeno 12. 10. 2021.

**Izvor 10** <https://www.rawpixel.com/image/569220/vintage-pear-fruit-drawing>, pristupljeno 12. 10. 2021.

**Izvor 11** <https://www.usda.gov/>, pristupljeno 25.5. 2021.

### **Izvor 12**

[https://www.pravnoinformacionisistem.rs/SIGlasnikPortal/eli/rep/sgrs/vlada/strategija/2014/85/1,Strategija poljoprivrede i ruralnog razvoja Republike Srbije 2014 – 2024. godine, Službeni glasnik RS, broj 85/14, 2014](https://www.pravnoinformacionisistem.rs/SIGlasnikPortal/eli/rep/sgrs/vlada/strategija/2014/85/1,Strategija%20poljoprivrede%20i%20ruralnog%20razvoja%20Republike%20Srbije%202014%20-%202024.%20godine,%20Slu%C5%BEbeni%20glasnik%20RS,%20broj%2085/14,%202014), pristupljeno 10. 9. 2021.

**Izvor 13** <http://www.sanu.ac.rs/Inicijative/2013OdborZaSeloZakljucci.pdf>, pristupljeno 10. 9. 2021.

**Izvor 14** Zaključci sa naučnog skupa „Perspektive razvoja sela u Srbiji“, SANU, Odbor za selo, 2013, <http://www.sanu.ac.rs/Inicijative/2013OdborZaSeloZakljucci.pdf>, pristupljeno 15. 8. 2021.

**Izvor 15** <http://www.fao.org/pgrfa-gpa-archive/srb/>, pristupljeno 15. 8. 2021.

**Izvor 16** [http://www.dnrl.minpolj.gov.rs/o\\_nama/](http://www.dnrl.minpolj.gov.rs/o_nama/), pristupljeno 12.10.2021.

**Izvor 17** <https://www.institut-cacak.org/>, pristupljeno 12.10.2021.

**Izvor 18** <http://www.agrif.bg.ac.rs/Fakultet/9>, pristupljeno 13.10.2021.

**Izvor 19** <http://www.nhmbeo.rs>, pristupljeno 13.10.2021.

**Izvor 20** <https://data.stat.gov.rs/Home/Result/13050101?languageCode=sr-Cyrl>, pristupljeno 14. 10. 2021.

**Izvor 21** <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations, pristupljeno 14. 10. 2021.

**Izvor 22** <https://www.tehnologijahrane.com/enciklopedija/kvalitet-voca#toc-kruke>, pristupljeno 11. 10. 2021.

**Izvor 23** <https://svetsadnica.rs/>, pristupljeno 17. 3. 2022.

- Izvor 24** Strateški Master Plan Održivog Razvoja Planine Rudnik od 2014 do 2024, Univerzitet u Kragujevcu, Kragujevac 2014, <https://www.scribd.com/doc/294975227/Strate%C5%A1ki-Master-Plan-Odr%C5%BEivog-Razvoja-Planine-Rudnik-Od-2014-Do-2024-Godine>, pristupljeno 12 .6. 2021.
- Izvor 25** Strateški Master Plan Održivog Razvoja Planine Rudnik od 2014 do 2024, Univerzitet u Kragujevcu, Kragujevac 2014, <https://www.scribd.com/doc/294975227/Strate%C5%A1ki-Master-Plan-Odr%C5%BEivog-Razvoja-Planine-Rudnik-Od-2014-Do-2024-Godine>, pristupljeno 12 .6. 2021.
- Izvor 26** Strateški Master Plan Održivog Razvoja Planine Rudnik od 2014 do 2024, Univerzitet u Kragujevcu, Kragujevac 2014, <https://www.scribd.com/doc/294975227/Strate%C5%A1ki-Master-Plan-Odr%C5%BEivog-Razvoja-Planine-Rudnik-Od-2014-Do-2024-Godine>, pristupljeno 12 .6. 2021.
- Izvor 27** <https://gornjimilanovac.rs/lat/geografske-odlike.html>, pristupljeno 17. 6. 2021.
- Izvor 28** <https://gornjimilanovac.rs/lat/geografske-odlike.html>, pristupljeno 17. 6. 2021.
- Izvor 29** Strateški Master Plan Održivog Razvoja Planine Rudnik od 2014 do 2024, Univerzitet u Kragujevcu, Kragujevac 2014, <https://www.scribd.com/doc/294975227/Strate%C5%A1ki-Master-Plan-Odr%C5%BEivog-Razvoja-Planine-Rudnik-Od-2014-Do-2024-Godine>, pristupljeno 17.6. 2021
- Izvor 30** Strateški Master Plan Održivog Razvoja Planine Rudnik od 2014 do 2024, Univerzitet u Kragujevcu, Kragujevac 2014, <https://www.scribd.com/doc/294975227/Strate%C5%A1ki-Master-Plan-Odr%C5%BEivog-Razvoja-Planine-Rudnik-Od-2014-Do-2024-Godine>, pristupljeno 21. 3. 2021.
- Izvor 31** Strateški Master Plan Održivog Razvoja Planine Rudnik od 2014 do 2024, Univerzitet u Kragujevcu, Kragujevac 2014, <https://www.scribd.com/doc/294975227/Strate%C5%A1ki-Master-Plan-Odr%C5%BEivog-Razvoja-Planine-Rudnik-Od-2014-Do-2024-Godine>, pristupljeno 21. 3. 2021.
- Izvor 32** <https://www.ethnobiology.net/what-we-do/core-programs/ise-ethics-program/code-of-ethics/code-in-english/> 104, pristupljeno 12. 9. 202

## Prilozi

### Skraćenice

A-498 – ćelijska linija kancera ljudskog bubrega  
A-549- ćelijska linija humanog kancera pluća  
AAE – ekvivalent askorbinske kiseline  
ABTS – 2,2'-azino-bis (3-etilbenzotiazolin-6-sulfonska kiselina)  
ACh – acetilholin  
AChE – acetilholinesteraza  
AD - Alchajmerova bolest  
AK – askorbinska kiselina  
Al (NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub> × 9H<sub>2</sub>O - aluminijum-nitrat nonahidrat  
ANOVA – engl. Analysis of Variance  
ATCC – engl. American Type Culture Collection  
BHA –butil-hidroksianizol  
BHA-2(3)-terc-butyl-4-hidroksianizol.  
BHT – butil hidroksitoluen  
C<sub>2</sub>H<sub>3</sub>NaO<sub>2</sub> - natrijum-acetat  
DAD – višekanalni detektor (engl. Diode-Array Detector)  
DM - Dijabetes melitus  
DMEM – engl. Dulbecco's Modified Eagle Medium  
DMSO - dimethylsulfoksid  
DPPH – 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil  
DT1 – dijabetes tipa 1  
DT2 – dijabetes tipa 2  
DTNB - 5,5'-ditiobis (2- nitrobenzojeva kiselina  
DTNB - 5,5'-ditiobis (2- nitrobenzojeva kiselina)  
E – ekvivalent  
ECACC – engl. European Collection of Authenticated Cell Cultures  
ECPGR - engl. The European Cooperative Programme for Plant Genetic Resources  
EDTA – etilendiamin tetraacetatna kiselina  
ETAC – etil acetat  
EtOH – etanol  
FAO - engl. Food and Agriculture Organization of The United Nations  
FBS – engl. Fetal Bovine Serum  
Fe (II)– fero jon  
Fe (II)-TPTZ – fero - tripiridiltriazin  
Fe (III) – feri jon  
Fe (III)-TPTZ – feri - tripiridiltriazin  
Fem-x - ćelijska linija melanoma

FRAP – metoda koja se zasniva na redukciji Fe (III)-kompleksa u reakciji sa antioksidansom (engl. Ferric-Reducing Ability of Plasma)

GAE – ekvivalent galne kiseline

GC-MS – gasna hromatografija - masena spektrometrija

GK – galna kiselina

GPS - Globalni pozicioni sistem

HCT-116 – ćelijska linija humanog kolorektalnog karcinoma

HCV-29T – ćelijska linija kancera bešike

HPLC – tečna hromatografija pod visokim pritiskom (engl. High-Performance Liquid Chromatography)

HT-29 – ćelijska linija adenokarcinoma debelog creva

IC50 – Koncentracija uzorka koja inhibira 50% radikala/aktivnosti enzima/rasta ćelija

IC50 vrednost – koncentracija uzorka koja uklanja 50% radikala i/ili inhibira preživljavanje ćelija za 50%

IGD – istočna geografska dužina

ISE - engl. International Society of Ethnobiology

K – kvercetin

$K_2S_2O_8$  - kalijum-persulfat

KK – kafena kiselina

Ku – kumarin

L- DOPA - 3,4-dihidroksi-L-fenilalanin

LNCaP – ćelijska linija kancera prostate

m.n.v. – metara nadmorske visine

MCF-7 – ćelijska linija humanog kancera mlečnih žlezda

MEOH – metanol

MRC-5 - zdrave humane ćelije embrionalnog fibroblasta pluća

MTT - 3-[4,5-dimetiltiazol-2-yl]-2,5-difeniltetrazolium bromid

n.v. – nadmorska visina

na- nije registrovano

$Na_2CO_3$  - natrijum-karbonat

$Na_2HPO_4$  - dibazni natrijum-fosfat

NADPH – nikotinamid adenin dinukleotid fosfat

$NaH_2PO_4$  - monobazni natrijum-fosfat

OA – oleinska kiselina

ORAC – engl. oxygen radical absorbance capacity

PD - Parkinsonova bolest

pH – mera aktivnosti vodonikovih jona

pNPG - 4-nitrofenil- $\beta$ -D- glukopiranozid

prim. aut. – primedba autora

QE – ekvivalent kvercetina.

r – Pirsonov koeficijent korelacije

ROS – reaktivne vrste kiseonika

SAD – Sjedinjene Američke Države  
SEM – skenirajuća elektronska mikroskopija  
SGŠ – severna geografska širina  
β-CB – β-karoten/linolna kiselina  
TPTZ – 2,4,6-tripiridil-s-triazin  
TR - Tilmansov reagens  
tr – tragovi  
tripsin EDTA – tripsin sa dodatkom etilen diamin tetra sirćetne kiseline  
Tris - 2- Amino-2-(hidroksimethyl)-1,3-propanediol  
TRP - engl. Total Reducing Power  
Tween 40 – engl. Polyoxyethylene Sorbitan Monopalmitate  
TYR – tirozinaza  
UA – ursolna kiselina  
UH -ugljeni hidrati  
UK – ursolna kiselina  
UPOV - engl. The International Union for the Protection of New Varieties of Plants  
USAID - engl. *The* United States Agency for International Development  
UV – engl. Ultraviolet  
vs. – u odnosu na (engl. versus)  
w/v – engl. weight/volume  
UV-DAD – Ultra Violet - Diode Array Detector

## Spisak slika

**Slika 1.** Plod kruške. (Fotografija: A. Savić)

**Slika 2.** Proizvodi od kruške: pita, sušena kruška, džem, rakija.

**Slika 3.** Distribucija *Pyrus communis* L. u svetu.

**Slika 4.** Delovi mozaika sa motivom kruške, antička Grčka i Rim.

**Slika 5.** Stablo evropske kruške, Polimlje (*P. communis*). (Fotografija: A. Savić)

**Slika 6.** a) *P. amygdaliformis* (fotografija Marie Portas); b) *P. elaeagnifolia* (fotografija Ori Fragman Sapir); c) *P. nivalis* (nepoznati autor).

**Slika 7.** *P. communis* var. *pyraster* – evropska kruška, list i plod. (Fotografija: A. Savić)

**Slika 8.** a) Habitus; b) Deblo divlje kruške.

**Slika 9.** List i cvet kruške. (Fotografija A.Savić)

**Slika 10.** Plod evropske kruške. (Fotografija: A. Savić)

**Slika 11.** Raznovrsnost morfoloških tipova oblika ploda kruške.

**Slika 12.** Rana letnja sorta Lubeničarka. (Fotografija: A. Savić).

**Slika 13.** Raznovrsnost vrsta i sorti autohtonog voća, detalj sa izložbe „Staro i nestalo voće Srbije“ (Galerija nauke i tehnike, SANU, 2013.). (Fotografija: A Savić)

**Slika 14.** Detalj sa terenskih etnobotaničkih istraživanja, a) Stanovništvo rudničko-takovskog kraja; b) etnobotanički razgovor sa stanovnikom iz Polimlja. (Fotografije: a) A. Savić; b) M. Savić).

**Slika 15.** a) Jagodarka; b) Vidovača; c) Ječmenjača; d) Ilinjača; e) Lubeničarka; f) Takiša; g) Karamanka; h) Jeribasma (Vodenjača); i) Lončara; j) Arapka (a, e, i - fotografija: A. Savić; c, d - preuzeto od Kajkut-Zeljkić, 2021; b, j - ilustracija B. Milićević).

**Slika 16.** a) Kaluđerka; b) Viljamovka; c) Junska lepotica; d) Konferans; e) Abate Fetel; f) Kleržo; g) General Leklerk; h) Boskova bočica; i) Društvenka; j) Pakams trijumf; k) Krasanka; l) Kiferova; lj) Hardepontova maslovka.

**Slika 17.** Karakteristični šumadijski pejzaž, rudničko-takovski kraj, vrh Ostrvica. (Fotografija: A. Savić)

**Slika 18.** Srednje Polimlje, dolina Lima, selo Kalafati. (Fotografija: A. Savić)

**Slika 19.** Stanovnica rudničko-takovskog kraja. (Fotografija: A. Savić)

**Slika 20.** Istraživani lokaliteti/sela na području rudničko-takovskog kraja i njihova geografska lokacija. Sela: 1. Brajići, 2. Koštunići, 3. Leušići, 4. Pranjani, 5. Družetići, 6. Bogdanica, 7. Gojna Gora, 8. Srezojevci, 9. Teočin, 10. Brezna, 11. Gornji Banjani, 12. Donji Banjani, 13. Lozanj, 14. Ozrem, 15. Beršići, 16. Donji Branetići, 17. Gornji Branetići, 18. Kalimanići, 19. Boljkovac, 20. Cerova, 21. Vrnčani, 22. Nakučani, 23. Klatičevo, 24. Velereč, 25. Majdan, 26. Svračkovci, 27. Rudnik, 28. Varnice, 29. Trudelj, 30. Dragolj, 31. Nevade, 32. Gornja Crnuća, 33. Donja Crnuća, 34. Jablanica, 35. Lunjevica, 36. Vračevšnica, 37. Smedraž, 38. Grabovica, 39. Prnjavor, 40. Gornja Šatornja, 41. Donja Šatornja, 42. Brđani, 43. Prislonica, 44. Blaznava, 45. Drenova, 46. Ugrinovci, 47. Šilopaj, 48. Šarani, 49. Savinac, 50. Jarmenovci, 51. Ljutovnica, 52. Mutanj.



**Slika 21.** Stanovnik donjeg Polimlja. (Fotografija: A. Savić)

**Slika 22.** Istraživani lokaliteti/sela u srednjem i donjem Polimlju i njihova geografska lokacija. Sela: 1. Brdo, 2. Akmačići, 3. Drmanovići, 4. Aljinovići, 5. Bistrica, 6. Pribojske čelice, 7. Kućin, 8. Kalafati, 9. Pribojska Banja, 10. Čitluk, 11. Crnuzi, 12. Mažići, 13. Kratovo, 14. Dobrilovići, 15. Jelača, 16. Rača, 17. Zalug, 18. Peseljak, 19. Rasno, 20. Mileševo, 21. Ivanje, 22. Hisardžik, 23. Taševo.

**Slika 23.** Autohtone sorte krušaka rudničko-takovskog kraja: 1. Jagodarka, 2. Vidovača, 3. Ječmenjača, 4. Petrovača, 5. Ilinjača, 6. Mirisavka, 7. Lubeničarka, 8. Sijerak, 9. Medunak, 10. Žetvenjača, 11. Stambolka, 12. Okruglica, 13. Gospođinka, 14. Mesnjača, 15. Miholjača, 16. Jarac, 17. Žutica, 18. Takiša, 19. Karamanka, 20. Dugulja, 21. Bakvača, 22. Jeribasma, 23. Karamut, 24. Tepavac, 25. Zimnjača, 26. Lončara, 27. Kantaruša, 28. Ovčara.

**Slika 24.** Autohtone sorte krušaka srednjeg i donjeg Polimlja: : 1. Jagodarka, 2. Vidovača, 3. Ječmenjača, 4. Petrovača, 5. Ilinjača, 6. Mirisavka, 7. Lubeničarka, 8. Sijerak, 9. Turundžija, 10. Medunak, 11. Stambolka, 12. Čađavica, 13. Okruglica, 14. Mesnjača, 15. Jarac, 16. Takiša, 17. Karamanka, 18. Bazva, 19. Jeribasma, 20. Tepavac, 21. Zimnjača, 22. Lončara, 23. Kantaruša, 24. Ovčara, 25. Turšijara, 26. Budaljača.

**Slika 25.** a) Presa za pripremu tradicionalnog proizvoda – site, muzejski eksponat Muzeja u Prijepolju; b) Tradicionalni proizvod – sita. (Fotografija: A. Savić)

**Slika 26.** a) evropska kruška (95x); b) evropska kruška (300x); c) evropska kruška (1000x); d) evropska kruška (2200x); e) Takiša (95x); f) Takiša (300x); g) Takiša ((1000x); h) Takiša (2200x); i) Karamanka (95x); j) Karamanka (300x); k) Karamanka (1000x); l) Karamanka (2200x), m) Lubeničarka (95x); n) Lubeničarka (300x); o) Lubeničarka (1000x); p) Lubeničarka (2200x).

**Slika 27.** a) Jagodarka (95x); b) Jagodarka (300x); c) Jagodarka (1000x); d) Jagodarka (2200x); e) Vidovača (95x); f) Vidovača (300x); g) Vidovača ((1000x); h) Vidovača (2200x); i) Ječmenjača (95x); j) Ječmenjača (300x); k) Ječmenjača (1000x); l) Ječmenjača (2200x), m) Viljamovka (95x); n) Viljamovka (300x); o) Viljamovka (1000x); p) Viljamovka (2200x).

## Spisak tabela

**Tabela 1.** Demografska struktura učesnika intervjuja na području rudničko-takovskog kraja: starost i pol.

**Tabela 2.** Istraživani lokaliteti/sela na području rudničko-takovskog kraja i njihova GPS lokacija.

**Tabela 3.** Demografska struktura učesnika intervjuja na području srednjeg i donjeg Polimlja: starost i pol.

**Tabela 4.** Istraživani lokaliteti/sela na području srednjeg i donjeg Polimlja i njihova GPS lokacija.

**Tabela 5.** Uzorci biljnog materijala i period prikupljanja.

**Tabela 6.** Etnobotanička istraživanja: sadržaj Upitnika - učestalost uzgoja i upotrebe *Pyrus* sp. na područjima rudničko-takovskog kraja i srednjeg i donjeg Polimlja (prema odgovorima baziranim na sprovedenim intervjuima lokalnog stanovništva).

**Tabela 7.** Autohtone sorte krušaka *Pyrus communis* L. identifikovane na području Šumadije (rudničko-takovski kraj) i jugozapadne Srbije (srednje i donje Polimlje).

**Tabela 8.** Upotreba kruške u etnomedicini na području Šumadije (rudničko-takovski kraj) i jugozapadne Srbije (srednje i donje Polimlje) u odnosu na odgovore ispitanika.

**Tabela 9.** Masa ploda i procentualni udeo mase delova ploda u ukupnoj masi ploda.

**Tabela 10.** pH ploda i ukupna kiselost ploda u odnosu na limunsku kiselinu.

**Tabela 11.** Sadržaj suve supstance, vode, pepela, celuloze, pektina, lipida i proteina u plodovima ispitivanih sorti.

**Tabela 12.** Sadržaj mineralnih materija u plodovima ispitivanih sorti.

**Tabela 13.** Sadržaj azota, ugljenika i vodonika u plodovima ispitivanih sorti.

**Tabela 14.** Sadržaj šećera i vitamina C u plodovima ispitivanih sorti.

**Tabela 15.** Prinos i sadržaj ukupnih fenola i flavonoida u metanolnim ekstraktima ploda i delova ploda evropske kruške i 7 odabranih sorti krušaka.

**Tabela 16.** Sadržaj pojedinačnih fenolnih jedinjenja u metanolnim ekstraktima uzoraka ploda i delova ploda evropske kruške i odabranih sorti krušaka izraženi kao  $\mu\text{g/g}$  suvog ekstrakta.

**Tabela 17.** Antioksidativna aktivnost metanolnih ekstrakata ploda i delova ploda evropske kruške i odabranih sorti krušaka.

**Tabela 18.** Antineurodegenerativna aktivnost ekstrakata ploda i delova ploda evropske kruške i odabranih sorti krušaka na različitim koncentracijama.

**Tabela 19.** Antidijabetična aktivnost ekstrakata ploda i delova ploda evropske kruške i odabranih sorti krušaka.

**Tabela 20.** Korelacija između sadržaja ukupnih fenolnih jedinjenja, ukupnih flavonoida i ispitivanih bioloških aktivnosti ekstrakata ploda i delova ploda evropske kruške i odabranih sorti krušaka.

## Spisak grafikona

**Grafikon 1.** Demografska struktura učesnika etnobotaničkog istraživanja na području rudničko-takovskog kraja u odnosu na pol.

**Grafikon 2.** Demografska struktura učesnika etnobotaničkog istraživanja na području rudničko-takovskog kraja u odnosu na uzrast.

**Grafikon 3.** Demografska struktura učesnika etnobotaničkog istraživanja na području rudničko-takovskog kraja u odnosu na poreklo.

**Grafikon 4.** Demografska struktura učesnika etnobotaničkog istraživanja na području srednjeg i donjeg Polimlja u odnosu na pol.

**Grafikon 5.** Demografska struktura učesnika etnobotaničkog istraživanja na području srednjeg i donjeg Polimlja u odnosu na uzrast.

**Grafikon 6.** Načini uzgoja i upotrebe *Pyrus* sp. na područjima Rudničko-takovskog kraja i srednjeg i donjeg Polimlja.

**Grafikon 7.** Grafički prikaz porekla istraživanih sorti *Pyrus* sp.

**Grafikon 8.** Grafički prikaz otpornosti istraživanih sorti *Pyrus* sp. na patogene i bolesti.

**Grafikon 9.** Grafički prikaz istraživanih sorti *Pyrus* sp. u odnosu na period sazrevanja.

**Grafikon 10.** Grafički prikaz istraživanih sorti *Pyrus* sp. u odnosu na učestalost pojavljivanja.

**Grafikon 11.** Upotreba kruške u etnomedicinske svrhe u rudničko-takovskom kraju.

**Grafikon 12.** Upotreba kruške u etnomedicinske svrhe u srednjem i donjem Polimlju.

**Grafikon 13.** Grafički prikaz citotoksične aktivnosti ekstrakata plodova i delova ploda evropske kruške i odabranih sorti krušaka.

## BIOGRAFIJA

Aleksandra R. Savić je rođena 6.8.1970. godine u Beogradu, gde je završila osnovnu školu "Sveti Sava" i Treću (nekadašnju Osmu) beogradsku gimnaziju. Osnovne studije Biologije u Beogradu završila je 1996. godine. Specijalizirala je na Ekonomskom fakultetu u Beogradu. 2005. godine na smeru - Odnosi s javnošću (u oblasti kulture). Doktorske studije je upisala 2014. na Biološkom fakultetu Univerziteta u Beogradu, modul - Eksperimentalna i primenjena botanika.

U toku kretanja kroz struku radila je kao stručni saradnik Biološkog fakulteta u Beogradu, profesor biologije u dve osnovne škole i kao saradnik u Institutu za virusologiju, vakcine i serume "Torlak". Od 2003. do danas je zaposlena u Prirodnjačkom muzeju u Beogradu, gde je stekla stručno zvanje kustosa, višeg kustosa i muzejskog savetnika. Od 2012. do danas je na poziciji šefa Odeljenja za edukaciju i komunikaciju Prirodnjačkog muzeja. Dobitnik je nekoliko strukovnih priznanja i dobitnica je nagrade „Uspešne i kreativne dame Srbije“ dodeljene 2012. za proučavanje starih sorti voća Srbije.

Osnivač je „Zbirke voća“ u Prirodnjačkom muzeju, u okviru koje proučava autohtone sorte voća Srbije. Autor/koautor je 4 muzejske izložbe, među kojima je izložba "Staro i nestalo voće Srbije" za 8 godina bila na 46 gostovanja širom Srbije, sa preko 60 000 poseta. Učestvovala je na nekoliko naučnih i stručnih projekata. Objavila je 5 stručno-popularnih monografija. Aktivni je član četiri domaća i jednog međunarodnog strukovnog udruženja, a u više navrata je bila član izvršnih odbora i komisija za dodelu godišnjih nagrada najboljima iz struke. Tokom 2022. je angažovana kao član Komisije za akreditaciju poslediplomskih programa u visokom školstvu u Srbiji.

Aleksandra Savić je iz date oblasti objavila tri rada u časopisima međunarodnog značaja, 10 saopštenja na skupovima međunarodnog značaja i jedno saopštenje na skupu domaćeg značaja, a ukupna dosadašnja bibliografija sačinjava 29 bibliografskih jedinica.

## Izjava o autorstvu

Ime i prezime autora Aleksandra R. Savić  
Broj indeksa B3041/2014

### Izjavljujem

da je doktorska disertacija pod naslovom

Etnobotanička istraživanja sorti kruške (*Pyrus communis* L.) centralne i jugozapadne Srbije i  
biološka aktivnost ekstrakata plodova

- rezultat sopstvenog istraživačkog rada;
- da disertacija u celini ni u delovima nije bila predložena za sticanje druge diplome prema studijskim programima drugih visokoškolskih ustanova;
- da su rezultati korektno navedeni i
- da nisam kršio/la autorska prava i koristio/la intelektualnu svojinu drugih lica.

**Potpis autora**

---

U Beogradu, \_\_\_\_\_

## Izjava o istovetnosti štampane i elektronske verzije doktorskog rada

Ime i prezime autora \_\_\_\_\_ Aleksandra R. Savić \_\_\_\_\_

Broj indeksa B3041/2014

Studijski program Biologija

Naslov rada Etnobotanička istraživanja sorti kruške (*Pyrus communis* L.) centralne i jugozapadne Srbije i biološka aktivnost ekstrakata plodova

Mentor prof. dr Petar Marin, Biološki Fakultet u Beogradu

Izjavljujem da je štampana verzija mog doktorskog rada istovetna elektronskoj verziji koju sam predao/la radi pohranjivanja u **Digitalnom repozitorijumu Univerziteta u Beogradu**.  
Dozvoljavam da se objave moji lični podaci vezani za dobijanje akademskog naziva doktora nauka, kao što su ime i prezime, godina i mesto rođenja i datum odbrane rada.  
Ovi lični podaci mogu se objaviti na mrežnim stranicama digitalne biblioteke, elektronskom katalogu i u publikacijama Univerziteta u Beogradu.

**Potpis autora**

\_\_\_\_\_

U Beogradu, \_\_\_\_\_



## Izjava o korišćenju

Ovlašćujem Univerzitetsku biblioteku „Svetozar Marković“ da u Digitalni repozitorijum Univerziteta u Beogradu unese moju doktorsku disertaciju pod naslovom: Etnobotanička istraživanja sorti kruške (*Pyrus communis* L.) centralne i jugozapadne Srbije i biološka aktivnost ekstrakata plodova

koja je moje autorsko delo.

Disertaciju sa svim priložima predao/la sam u elektronskom formatu pogodnom za trajno arhiviranje.

Moju doktorsku disertaciju pohranjenu u Digitalnom repozitorijumu Univerziteta u Beogradu i dostupnu u otvorenom pristupu mogu da koriste svi koji poštuju odredbe sadržane u odabranom tipu licence Kreativne zajednice (Creative Commons) za koju sam se odlučio/la.

1. Autorstvo (CC BY)
- 2. Autorstvo – nekomercijalno (CC BY-NC)**
3. Autorstvo – nekomercijalno – bez prerada (CC BY-NC-ND)
4. Autorstvo – nekomercijalno – deliti pod istim uslovima (CC BY-NC-SA)
5. Autorstvo – bez prerada (CC BY-ND)
6. Autorstvo – deliti pod istim uslovima (CC BY-SA)

(Molimo da zaokružite samo jednu od šest ponuđenih licenci.

Kratak opis licenci je sastavni deo ove izjave).

**Potpis autora**

---

U Beogradu, \_\_\_\_\_

1. Autorstvo - Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, i prerade, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence, čak i u komercijalne svrhe. Ovo je najslobodnija od svih licenci.
2. Autorstvo – nekomercijalno. Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, i prerade, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence. Ova licenca ne dozvoljava komercijalnu upotrebu dela.
3. Autorstvo - nekomercijalno – bez prerade. Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, bez promena, preoblikovanja ili upotrebe dela u svom delu, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence. Ova licenca ne dozvoljava komercijalnu upotrebu dela. U odnosu na sve ostale licence, ovom licencom se ograničava najveći obim prava korišćenja dela.
4. Autorstvo - nekomercijalno – deliti pod istim uslovima. Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, i prerade, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence i ako se prerada distribuira pod istom ili sličnom licencom. Ova licenca ne dozvoljava komercijalnu upotrebu dela i prerada.
5. Autorstvo – bez prerade. Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, bez promena, preoblikovanja ili upotrebe dela u svom delu, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence. Ova licenca dozvoljava komercijalnu upotrebu dela.
6. Autorstvo - deliti pod istim uslovima. Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, i prerade, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence i ako se prerada distribuira pod istom ili sličnom licencom. Ova licenca dozvoljava komercijalnu upotrebu dela i prerada. Slična je softverskim licencama, odnosno licencama otvorenog koda.