

# Usporedba prašnika i morfološke varijabilnosti listova kod svojti roda *Reynoutria* Houtt. (Polygonaceae) u Hrvatskoj

---

Ljubos, Marija

Master's thesis / Diplomski rad

2018

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Science / Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:217:747747>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-08-24**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Science - University of Zagreb](#)



Sveučilište u Zagrebu  
Prirodoslovno-matematički fakultet  
Biološki odsjek

Marija Ljubos

USPOREDBA PRAŠNIKA I MORFOLOŠKE VARIJABILNOSTI LISTOVA  
KOD SVOJTI RODA *REYNOUTRIA* HOUTT. (POLYGONACEAE) U  
HRVATSKOJ

Diplomski rad

Zagreb, 2018.

Ovaj rad je izrađen na Botaničkom zavodu Biološkog odsjeka Prirodoslovno matematičkog fakulteta, pod vodstvom neposredne mentorice dr.sc. Nine Vuković i mentora izv.prof.dr.sc. Svena Jelaske. Rad je predan na ocjenu Biološkom odsjeku Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu radi stjecanja zvanja magistra struke znanosti o okolišu.



## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište u Zagrebu

Prirodoslovno-matematički fakultet

Biološki odsjek

Diplomski rad

### USPOREDBA PRAŠNIKA I MORFOLOŠKE VARIJABILNOSTI LISTOVA KOD SVOJTI RODA *REYNOUTRIA* HOUTT. (POLYGONACEAE) U HRVATSKOJ

Marija Ljubos

Rooseveltov trg 6, 10000 Zagreb, Hrvatska

Invazivne vrste odlikuju se sposobnošću širenja na nova područja, čime izazivaju neravnotežu u novom okruženju. Izazivaju niz negativnih utjecaja, zbog čega se javljaju nova promišljanja o njihovoj kontroli, iskorjenjivanju i općenito gospodarenju. Od roda *Reynoutria* (dvornici) u Hrvatskoj se pojavljuju dvije vrste *Reynoutria japonica* i *Reynoutria sachalinensis* koje su unesene kao ukrasne vrste za hortikulture svrhe, a dolaze s područja Azije. U područjima gdje su ove dvije vrste unesene, njihovim križanjem nastaje hibrid *Reynoutria × bohemica*, za kojeg se smatra da dolazi samo u novom arealu. Zbog velike sličnosti s roditeljskim vrstama, botaničari su ga desetljećima pogrešno određivali kao jednu od roditeljskih vrsta. Smatra se da je hibrid zahtjevniji za kontrolu od roditeljskih vrsta, a pokazalo se da je u Hrvatskoj najčešći od sve tri svojte. Ove tri svojte razlikuju se po obliku, veličini i dlakavosti lista, kao i po prašnicima. U ovom radu su analizirani listovi glavnih i sporednih osi svojti *Reynoutria japonica* i *Reynoutria × bohemica*. Mjereno je pet morfoloških karakteristika listova s 10 lokacija svake svojte, te su uzorkovane i cvatuće grane pripadajući svojti. Utvrđeno je kako su sve mjerene vrijednosti veće na hibridu. Zbog izrazite morfološke varijabilnosti listova sporednih osi, preporuča se koristiti samo listove glavnih osi. Za determinaciju se može koristiti i morfološka karakteristika srcolikosti listova, koja je u velikoj većini slučajeva uvijek pozitivna kod hibrida naspram japanskog dvornika. Usporedbom prašnika uvrđeno je kako hibrid *Reynoutria × bohemica* ima veće i razvijenije prašnike od vrste *Reynoutria japonica*, što može znatno pridonijeti u determinaciji između ove dvije svojte.

(48 stranice, 21 slika, 15 tablica, 56 literaturnih navoda, jezik izvornika: hrvatski )

Rad je pohranjen u Središnjoj biološkoj knjižnici

Ključne riječi: invazivne vrste, dvornici, hibrid, determinacija

Voditelj: Dr.sc. Sven Jelaska, izv. prof.

Neposredni voditelj: Dr.sc. Nina Vuković

Ocjenjitelji: Dr. sc. Alan Moro, izv. prof.

Dr. sc. Danijel Orešić, izv. prof.

Dr. sc. Petar Kružić, izv. prof.

Rad prihvaćen: 06.09.2018.

## BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb

Faculty of Science

Division of Biology

Graduation Thesis

### COMPARISON OF THE STAMENS AND MORPHOLOGICAL VARIABILITY OF LEAVES WITHIN TAXA OF THE GENUS *REYNOUTRIA* HOUTT (POLYGONACEAE) IN CROATIA

Marija Ljubos

Rooseveltova trg 6, 10000 Zagreb, Hrvatska

Invasive species are characterized by the ability to spread to new areas, causing an imbalance in the new environment. They cause a number of negative impacts, which is why new thoughts emerge about their control, eradication, and general management. From genus *Reynoutria* in Croatia appears two species *Reynoutria japonica* and *Reynoutria sachalinensis*, which are introduced as decorative species for horticultural purposes, both originating from Asia. In the areas where these two types have been introduced, their crossing is the hybrid *Reynoutria* × *bohemica*, which is considered to come only in the new area. Because of its great resemblance to parent species, botanists have been mistakenly referred its specimens as one of the parents for decades. It is believed that the hybrid is more demanding for control of parent species, and it has been shown that it is most common in Croatia. These three species are different in shape, size and hairiness of leaf, and also they have difference in their stamens. Here, I have analysed leaves from main and secondary axis between species *Reynoutria japonica* and hybrid *Reynoutria* × *bohemica*, from 10 localities per taxa. Five morphological characteristics were measured and also there were sampled flourishing branches. It was found that all measured characteristics had larger values on the hybrid. Because of their high morphological variability, leaves from secondary shouldn't be used for determination. Morphological characteristic of the heart shaped leaf, which in most cases was always positive for the hybrid, can be used in determination. Comparing the stamens it was found that hybrid *Reynoutria* × *bohemica* have longer and more developed stamens than species *Reynoutria japonica*, which can be used in determination between these two species.

(48 pages, 21 figures, 15 tables, 56 references, original in: Croatian language)

Thesis deposited in the Central Biological Library

Key words: invasive species, knotweed, hybrid, determination

Supervisor: Dr. Sven Jelaska, Assoc. Prof

Assistant Supervisor: Dr. Nina Vuković, Asst. Prof.

Reviewers: Dr. Alan Moro, Assoc. Prof

Dr. sc. Danijel Orešić, Assoc. Prof

Dr. sc. Petar Kružić, Assoc. Prof

Thesis accepted: 06.09.2018.



## SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
1.1. Invazivne vrste.....	1
1.2. Invazivne vrste u Hrvatskoj.....	3
1.3. Rod <i>Reynoutria</i> .....	4
1.3.1. Općenito o rodu <i>Reynoutria</i> .....	4
1.3.2. Opis pojedinih svojti.....	5
1.3.3. Problematika roda <i>Reynoutria</i> u Europi.....	10
1.4. Ciljevi istraživanja.....	11
2. PODRUČJE ISTRAŽIVANJA.....	12
3. MATERIJALI I METODE.....	13
4. REZULTATI.....	16
4.1. Širina najšireg dijela lista.....	16
4.2. Duljina lista od vrha do najšireg dijela.....	18
4.3. Duljina lista od vrha do baze.....	21
4.4. Površina listova.....	23
4.5. Srolkost listova.....	26
4.6. T-test i ANOVA mjerenih karakteristika.....	27
4.7. Funkcionalnost prašnika.....	37
5. RASPRAVA.....	39
6. ZAKLJUČAK.....	42
7. LITERATURA.....	43



# 1. UVOD

## 1.1. Invazivne vrste

Biološke invazije predstavljaju jednu od glavnih prijetnji bioraznolikosti ekosustava (Didham i sur. 2005, Gurevitch i Padilla 2004, Mack i sur. 2000, Relva i sur. 2010, Vitousek i sur. 1997) te privlače dosta pozornosti posljednjih nekoliko desetljeća. Dva su načina unosa biljaka u nova područja, a to su namjerni i nenamjerni unos. Namjerno prenošenje biljaka traje od kada postoji čovjek, pri čemu je razmjena robe, a potom i sama trgovina ubrzala prijenos vrsta s jednog područja na drugo. Drugi način unosa vrsta je nenamjerni, odnosno slučajni unos biljaka na područje na kojem se one prije nikada nisu pojavljivale. Namjerni unos je značajniji za područje Europe od nenamjernog unosa (Pyšek i sur. 2009). Prvi podatci za neku namjerno unesenu vrstu mogu biti dostupni ukoliko je ona zabilježena u botaničkom vrtu ili rasadniku, međutim u većini slučajeva takvi podatci su ipak nedostupni. Vrsta unesena nenamjernim unosom otkriva se tek kada je botaničar zabilježi na terenu, što znači da se ne može znati točan trenutak njenog unosa na novo područje. Ukoliko neka vrsta na novom području uspije prebroditi sve barijere za preživljavanje, kao i prepreke u razmnožavanju, te se uspije prilagoditi novonastalim uvjetima, ona može postati sposobna samostalno obnavljati populacije u prirodi, odnosno kažemo da postaje naturalizirana<sup>1</sup> (Nikolić i sur. 2014, Richardson i sur. 2000). Invazivne vrste su one naturalizirane vrste koje imaju izrazitu sposobnost razmnožavanja, veliku brzinu i obim širenja. One uspješno stvaraju veliki broj reproduktivno sposobnih potomaka i to na značajnoj udaljenosti od roditeljskih biljaka, te imaju izrazito veliki potencijal širenja na velika područja (Nikolić i sur. 2014).

Problem invazivnih vrsta stvorio je čovjek, kako unosom stranih vrsta od davnina, tako i stvaranjem staništa pogodnih za njihov opstanak. Na europskoj razini pokazano je da su upravo staništa koja je stvorio čovjek ili na koja je snažno utjecao zapravo staništa koja imaju najveći udio stranih i invazivnih vrsta (Hejda i sur. 2009). Invazivne vrste u novim područjima izazivaju mnogo negativnih utjecaja, što dovodi do neravnoteže u ekosustavu. One mogu utjecati na smanjivanje biološke raznolikosti, mogu prenositi biljne ili životinjske štetnike, mijenjati kemijski sastav tla, remetiti faunu novog područja, te rasti kao korovi koje je teško kontrolirati (Nikolić i sur. 2014). Dobro je poznat i dokumentiran štetni utjecaj pojedinih invazivnih vrsta, poput ambrozije, na zdravlje čovjeka (Peternel i sur. 2005). Imaju negativne

---

<sup>1</sup> Naturalizacija je proces koji započinje kad unesena svojta savlada abiotičke i biotičke prepreke svojem preživljavanju, te započinje normalnu reprodukciju na novo nastanjenom području (Nikolić 2014).

učinke i na ekonomiju na lokalnoj, regionalnoj, ali i globalnoj razini, budući da troškovi u suzbijanju, kontroliranju i gospodarenju invazivnim vrstama mogu biti izuzetno veliki. Zbog svega navedenog, problematika invazivnih vrsta sve je više prisutna u literaturi, te se znanstvenici intenzivnije time bave posljednjih nekoliko desetljeća, ponajviše istražujući mogućnosti prevencije njihovog širenja, kao i o mogućnostima njihove kontrole i suzbijanja.

## 1.2. Invazivne vrste u Hrvatskoj

Prema podacima Hrvatske agencije za okoliš i prirodu strane invazivne vrste su na globalnoj razini druga najveća prijetnja bioraznolikosti, odmah nakon izravnog uništavanja prirodnih staništa (HAOP 2017). Obzirom na velike probleme koje invazivne vrste mogu uzrokovati, ovom problematikom bavi se i zakonodavstvo. Najnoviji *Zakon o zaštiti prirode* (Narodne novine, br. 80/13 i 15/18) spominje i invazivne vrste te njihovu problematiku u zaštiti prirode. Na razini Europske unije, 2014. godine donesena je Uredba o sprječavanju i upravljanju unošenja i širenja invazivnih stranih vrsta, koja propisuje načine postupanja sa stranim i invazivnim vrstama na području Europske unije, te donosi popis stranih vrsta koje izazivaju i zabrinutost u tim područjima. Na osnovu ove Uredbe donesen je i poseban zakon u Republici Hrvatskoj, *Zakon o sprječavanju unošenja i širenja stranih te invazivnih stranih vrsta i upravljanju njima* (Narodne novine, br. 15/18), u kojem se jasno propisuju mjere, kontrola i gospodarenje svim invazivnim vrstama u Hrvatskoj. Provode se brojni programi istraživanja, prevencije i kontrole invazivnih vrsta, što podrazumijeva nadzor unosa vrsta, smanjivanje unosa slučajnim putem, stalni monitoring vrsta, kemijsku i biološku kontrolu te poštivanje međunarodnih konvencija. Flora Hrvatske izrazito je bogata i broji oko 4250 vrsta (*Flora Croatica Database*), od čega veći dio flore čine zavičajne biljke, a ostatak pripada stranim vrstama koje su na neki način unesene na područje Hrvatske. Prema Nikolić i sur. (2013) u Hrvatskoj se invazivne strane vrste pojavljuju gotovo na 50% teritorija. Prvi preliminarni popis invazivnih stranih biljnih vrsta (IAS) u Hrvatskoj sastojao se od 64 svojte iz 27 porodica, od kojih je najbrojnija porodica Asteraceae s 22 invazivne svojte, a potom slijede porodice Poaceae, Solanaceae i Balsaminaceae (Boršić i sur. 2008). Najveći broj invazivnih vrsta u hrvatskoj flori potječe iz Sjeverne i Južne Amerike, potom iz Azije, Afrike i iz drugih područja (Boršić i sur. 2008, Nikolić i sur. 2014). U usporedbi s bogatom poviješću istraživanja flore općenito, u Hrvatskoj postoji mnogo manje istraživanja invazivnih biljaka. Najviše radova odnosi se na bilježenje prisutnosti nove strane vrste ( Hruševar i sur. 2017, Jasprica i sur. 2017, Maslo 2015, Purger i sur. 2017). Manji broj radova odnosi se na rasprostranjenost i širenje invazivnih vrsta u Hrvatskoj, pa je tako opisana rasprostranjenost invazivnih vrsta roda *Impatiens* (Cigić i sur. 2003), rasprostranjenost i morfološka varijabilnost invazivnih vrsta roda *Eloдея* (Kočić i sur. 2014), te još neke invazivne vrste (Boršić i sur. 2015, Giovanetti i sur. 2014). U novije vrijeme istraživane su i svojte roda *Reynoutria* te njihova rasprostranjenost u Hrvatskoj (Vuković i sur. 2016). Uz izuzetak Nikolić i sur. (2013) do danas nije bilo sustavnog i cjelovitog istraživanja invazivnih biljaka u Hrvatskoj, iako se rade istraživanja nekih područja,

posebice zaštićenih (Vuković i sur. 2010, Alegro i sur. 2016). Kumulativni prikaz stanja istraženosti stranih i invazivnih vrsta u Hrvatskoj prvi put je prezentiran 2005. godine (Dobrović i sur. 2006), a tijekom 2006. godine proveden je prvi nacionalni projekt, čiji su ciljevi bili standardizacija terminologije i kriterija o kategorizaciji stranih biljaka, te definiranje i inventarizacija stranih biljaka Hrvatske (Nikolić i sur. 2014). Kao rezultat nekoliko nacionalnih projekata, u već postojeću bazu FCD – *Flora Croatica Database* uvodi se modul „Alohtona flora“ (Nikolić 2008). U knjizi „Invazivna Flora Hrvatske“ (Nikolić i sur. 2014) objavljen je popis sa 70 biljaka invazivne flore Hrvatske, s detaljnim opisima vrsta, što čini značajan doprinos u daljnjem sustavnom istraživanju invazivne flore u Hrvatskoj.

### **1.3. Rod *Reynoutria***

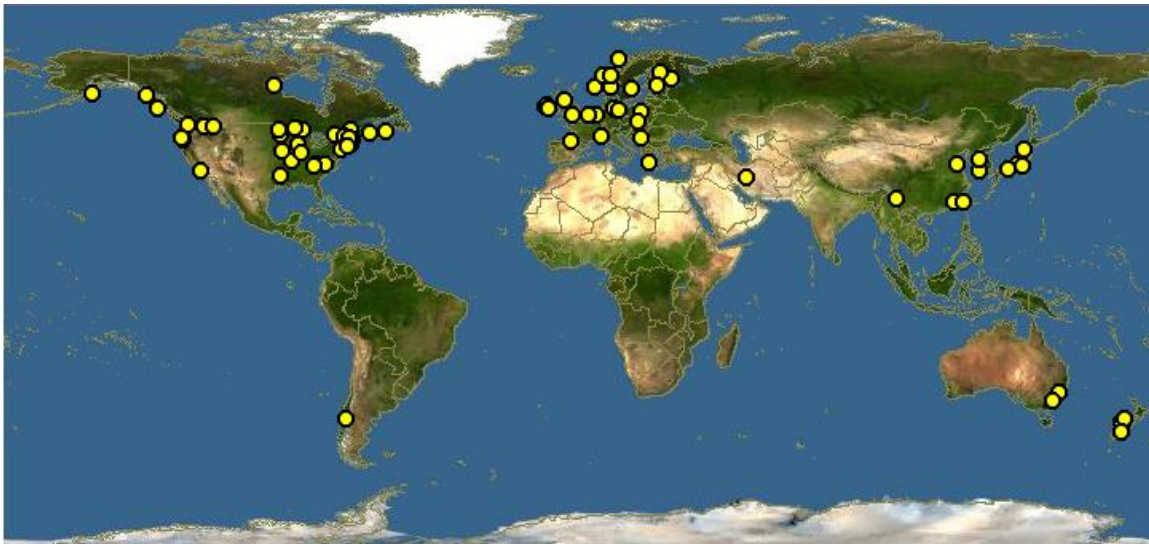
#### **1.3.1. Općenito o rodu *Reynoutria***

Porodica Polygonaceae (dvornici) u Hrvatskoj broji sedam rodova, a uključuje i rod *Reynoutria*, koji ovdje broji tri svojte. Pripadnici ovog roda prirodno su rasprostranjeni na području istočne Azije, odakle su se proširili po Europi i svijetu (Bailey i Conolly 2000, Bimova i sur. 2003). Vrste roda *Reynoutria* u Europi bilježe se od 19. stoljeća, a unesene su kao ukrasne biljke prvenstveno u botaničkim vrtovima i rasadnicima, odakle su se proširile i na prirodna staništa, te danas pripadaju u grupu najproblematičnijih invazivnih stranih vrsta u Europi i Sjevernoj Americi (Child i Wade 2000). Radi se o višegodišnjim, zeljastim geofitima s podzemnim podankom iz kojeg se u proljeće razvijaju nadzemne stabljike. Vrste se pojavljuju na staništima koja su vlažna, na obalama tekućica, uz rubove prometnica, te na urbanim područjima (Maurel i sur. 2010). U Hrvatskoj su do sada zabilježene vrste *Reynoutria japonica* Houtt (japanski dvornik) i *Reynoutria sachalinensis* (F. S. Petrop.) Nakai in T. Mori (veliki dvornik) te njihov križanac *Reynoutria* × *bohemica* (Chrtek et Chrtková) (češki dvornik). Vjeruje se da je križanac nastao tek u novome arealu, obzirom da se roditeljske vrste u pravilu ne križaju u nativnom arealu (Nikolić i sur. 2014).

### 1.3.2. Opis pojedinih svojti

#### ***Reynoutria japonica* Houtt (japanski dvornik)**

Japanski dvornik prirodno je rasprostranjen na području istočne Azije, točnije na području Koreje, Tajvana, Japana i sjeverne Kine (Nikolić i sur. 2014), odakle se proširio na ostale dijelove svijeta (Slika 1). Vrsta je prvi put opisana 1777. godine na osnovu herbarskog uzorka poslanog u Europu iz Japana (Bailey i Wisskirchen 2006). Podatak o prvoj živućoj biljci na području Europe pojavljuje se davne 1825. godine (Conolly 1977), kada je japanski dvornik zasađen u jednom vrtu u Velikoj Britaniji. Iako ne postoji točan podatak o unosu vrste na europsko područje, smatra se da je stigla u Hrvatsku polovinom 20. stoljeća (Nikolić i sur. 2014).



Slika 1. Karta rasprostranjenosti vrste *Reynoutria japonica* Houtt u svijetu

Izvor: <http://www.discoverlife.org/mp/20m?kind=Brama+japonica&l=spanish>

(datum pristupa: 14.02.2018.)

Japanski dvornik stvara nadzemne stabljike koje su jednogodišnje, uspravne i mogu narasti do 3 m visine. Listovi su široki, cjelovitog ruba i sa zašiljenim vrhom, naizmjeničnog su rasporeda i jajasto-trokutastog oblika, a baza im je više-manje ravno odrezana. Mladi izbojci pojavljuju se iz podzemnog podanka u proljeće. U početku izbojci su crvenkaste boje, a daljnjim rastom pozelene. Cvjetovi su bijeli i stvaraju se u cvatovima. Biljke cvjetaju tijekom ljeta i jeseni, od srpnja do rujna, nakon čega stvaraju plodove jednosjemene oraščiće (Slika 2). Biljka brzo raste i može dosegnuti visinu i do 4 m (Webber 2005). U prirodnom arealu, japanski

dvornik se razmnožava spolno, ali i vegetativno. Oprašivanje se vrši pomoću kukaca, a sjeme se širi uz pomoć vjetra (Barney i sur. 2006).

U invazivnom arealu razmnožava se uglavnom vegetativno, a spolno je razmnožavanje puno rjeđe. Širi se pomoću podzemnog rizoma. U vlažnim uvjetima fragment korijena ili stabiljke velik svega 1 cm može izrasti u odraslu biljku (Lodeta i Novak 2010).



Slika 2. *Reynoutria japonica* (list, plod, stabiljka i rizomi)

Izvor: <https://www.omicsonline.org/open-access/fallopia-japonica-bioactive-secondary-metabolites-and-molecular-modeof-anticancer-.php?aid=80920&view=mobile>

(datum pristupa 14.02.2018.)

U literaturi se pojavljuje podatak (Tiebre i sur. 2007) da svi europski primjerci ove vrste imaju zakržljale prašnike, te da se u Europi pojavljuju samo ženske jedinke, koje mogu sudjelovati u spolnom razmnožavanju tako da ih opraši polen velikog ili češkog dvornika. Stoga se smatra da su se europski primjerci japanskog dvornika ponajprije raširili vegetativnim razmnožavanjem jedne te iste biljke, koja je imala kržljave prašnike te se nije mogla razmnožavati spolno.

### ***Reynoutria sachalinensis* (F. S. Petrop.) Nakai in T. Mori (veliki dvornik)**

Veliki dvornik prirodno je rasprostranjen na području Azije, odnosno od otoka Sahalin južno do Hokkaida i Honshua. Pojavljuje se u Europi nešto kasnije od japanskog dvornika, po prvi puta u jednom botaničkom vrtu u Rusiji sredinom 19. stoljeća (Bailey i Conolly 2000). Veliki dvornik sličan je japanskom dvorniku, no radi se o većoj biljci, koja stvara stabljike

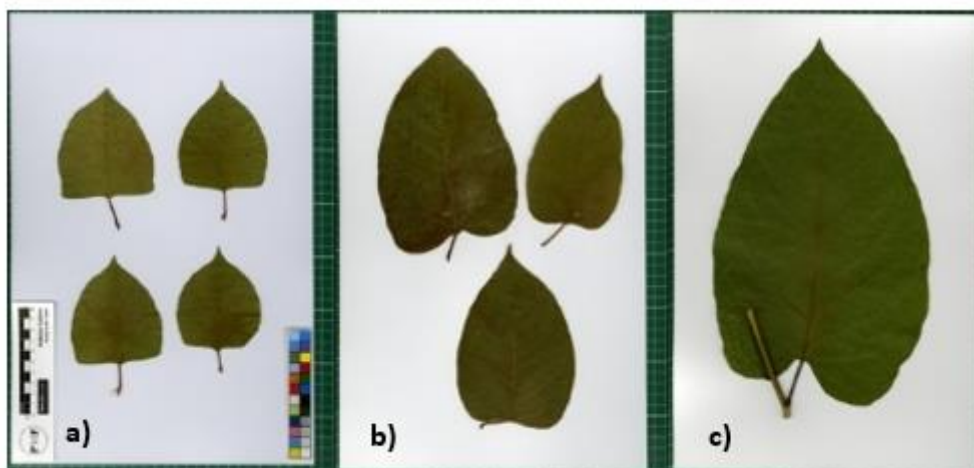
visine i do 5 m, te ima znatno veće listove duguljastoga oblika sa izrazito srcolikom bazom (Slika 3). Također stvara sitne, bijele cvjetove u metlicama, krajem ljeta i početkom jeseni i za razliku od japanskog dvornika u Europi se pojavljuju jedinke dvospolnih cvjetova.

Slično kao i japanski dvornik, smatra se da je u Hrvatsku stigao u prvoj polovici 20. stoljeća. No za razliku od japanskog dvornika, ovaj je mnogo manje raširen, te se pojavljuje na svega nekoliko lokaliteta (Vuković i sur. 2016). Iako je u mnogim Europskim zemljama naveden kao invazivna vrsta (Hlavati Širka i sur. 2013, Schnitzler i Muller 1998), te se nalazi na preliminarnom popisu invazivnih vrsta Hrvatske (Boršić i sur. 2008), ova vrsta trenutno ne pokazuje tendenciju širenja i ne stvara ozbiljnije probleme kao invazivna biljka (Vuković i sur. 2016).

### ***Reynoutria × bohemica* Chrtek et Chrtková (češki dvornik)**

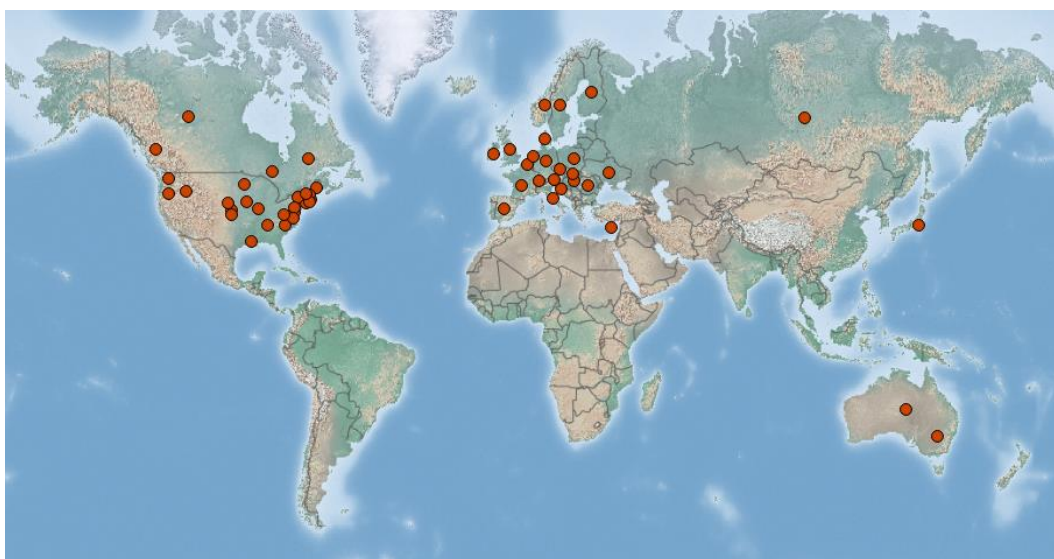
U novom arealu, vrste *R. japonica* i *R. sachalinensis* križanjem stvaraju hibrid *Reynoutria × bohemica*, prvi puta opisan tek 1983. godine u Češkoj (Chrtek J. i Chrtková A. 1983) iako je sigurno da je u Europi prisutan od druge polovice 19-og stoljeća, što je utvrđeno revizijama herbarskog materijala diljem Europe. Najraniji hortikulturni primjerak ove vrste je iz 1872. godine iz botaničkog vrta u Engleskoj, dok najraniji naturalizirani primjerak datira iz 1954. godine također iz Engleske (Bailey i Conolly 2000). Hibrid je najvjerojatnije nastao oprašivanjem japanskog dvornika polenom velikog dvornika, obzirom da japanski dvornik nema funkcionalne prašnike.

Također, smatra se da hibridne jedinke mogu nastati i povratnim križanjem, odnosno oprašivanjem japanskog ili velikog dvornika polenom hibrida (Bailey i Conolly 2000). Što se tiče morfoloških karakteristika, hibridne jedinke pokazuju izrazitu intermedijarnost u odnosu na roditelje (Bailey i Wisskirhen 2006) te ukoliko se determinacija ne obavlja pažljivo, lako može doći do zabune. Današnji podaci pokazuju da je hibrid rasprostranjen diljem svijeta, a poglavito na Sjevernoj hemisferi, s velikim brojem nalaza u Europi (Slika 4).



Slika 3. Usporedba listova: a) *Reynoutria japonica* (japanski dvornik),  
 b) *Reynoutria × bohemica* (češki dvornik) c) *Reynoutria sachalinensis* (veliki dvornik)

(Foto: Vuković Nina, 2018.)



Slika 4. Karta rasprostranjenosti hibrida *Reynoutria × bohemica*

Izvor: <https://www.cabi.org/isc/datasheet/108332>

(datum pristupa: 14.02.2018)

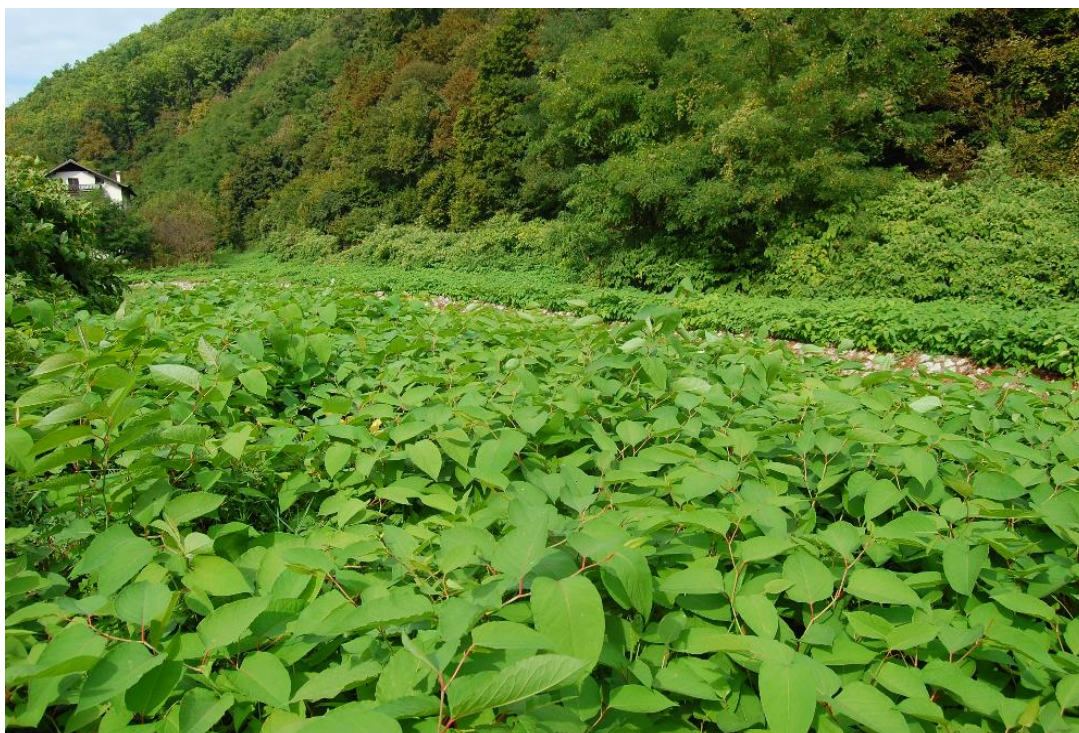


Glavna svojstva po kojima se razlikuje hibrid od roditeljskih vrsta jest veličina, oblik i dlakavost listova (Slika 3), no postoji i razlika u funkcionalnosti prašnika. Dok kod vrste *Reynoutria japonica* u invazivnom arealu nisu utvrđeni funkcionalni prašnici, veliki i češki dvornik imaju normalno razvijene, funkcionalne prašnike. Stoga se ova osobina često navodi u literaturi kao ključna za razlikovanje ovih svojti (Bailey i Wisskirchen 2006).

### 1.3.3. Problematika roda *Reynoutria* u Europi

Dvornici, kao invazivne vrste, itekako negativno utječu na lokalnu floru na novom području. Mijenjaju kemijski sastav tla, kao i biljni i životinjski svijet (Aguilera i sur. 2010, Claeson i sur. 2014, Kappes i sur. 2007, Maurel i sur. 2010, Nikolić i sur. 2014, Rouifed i Piola 2009, Urgenson i sur. 2009). Budući da rastu u vrlo gustim sklopovima, te stvaraju rizome koji mogu dosegnuti dužinu od 15 do 20 m, onemogućuju rast drugih biljaka koje su prirodno rasprostranjene na tom području. Troškovi uklanjanja ovih svojti mogu biti jako veliki, jer rizomi stvaraju veliku podzemnu mrežu (Nikolić i sur. 2014). Pojavljivanje hibrida *Reynoutria* × *bohemica* je poprilično zanemareno u čitavoj Europi. Naime, obzirom da se hibrid pojavio u Europi puno prije nego što je opisan (Bailey i Conolly 2000) te da postoji velika morfološka sličnost s roditeljskim vrstama (Alberternst i Jurgen Bohmer 2011, Tiebre i sur. 2007) njegova je prisutnost desetljećima zanemarivana, pa se ova svojta iz neznanja determinirala kao jedan od roditelja. Osim što su se pogrešne determinacije događale u vrijeme prije njegova opisa, također se u novije vrijeme mnogi nalazi češkog dvornika pogrešno navode kao japanski ili veliki dvornik (Vuković i sur. 2016). U mnogim zemljama Europe tek je relativno nedavno ustanovljena prisutnost hibrida, primjerice u Poljskoj (Fojcik i Tokaraska – Guzik 2000), Italiji (Padula i sur. 2008), Rumunjskoj (Sirbu i Oprea 2008), Sloveniji (Strgulc Krajšek i Jogan 2011) iako je poznato da je prisutan i dulje što je poznato iz revizije herbarskog materijala, ali se očito determinaciji nije pridavalo dovoljno pažnje. U Hrvatskoj je donedavno smatrano da se većina nalaza roda *Reynoutria* odnosi na vrstu *Reynoutria japonica*, dok hibridne jedinice nisu bile zabilježene sve do 2015. godine (*Flora Croatica Database* 2015, Vuković i sur. 2016). No, pomnim pregledom herbarijskog materijala te opsežnim terenskim istraživanjem, ustanovljeno je da se mahom radi o krivim determinacijama, te da je u Hrvatskoj ipak daleko najčešći hibrid (Vuković i sur. 2016). Prema tome, možemo pretpostaviti da su do sada poznati podaci o rasprostranjenosti ovih triju svojti u velikom dijelu Europe dvojbeni.

Smatra se da hibrid ima veću mogućnost regeneracije od oba roditelja, te ga je i najteže kontrolirati, jer bolje od roditelja podnosi različite mehanizme kontrole (Bimova i sur. 2003). Može se reći da je hibrid u Hrvatskoj najinvazivniji, budući da je zasigurno najčešći, češće stvara velike, monodominantne populacije (Slika 5) i jedini je zabilježen u Mediteranu (Vuković i sur. 2016, Vuković i sur. u tisku) što govori o njegovoj otpornosti na topliju i sušu klimu. Zbog troškova i obima očekivanog angažmana potrebnog za iskorjenjivanje, potrebno je ispravno determinirati jedinice na terenu.



Slika 5. Gusta populacija *Reynoutria × bohemica* na obali potoka Kašine na Medvednici

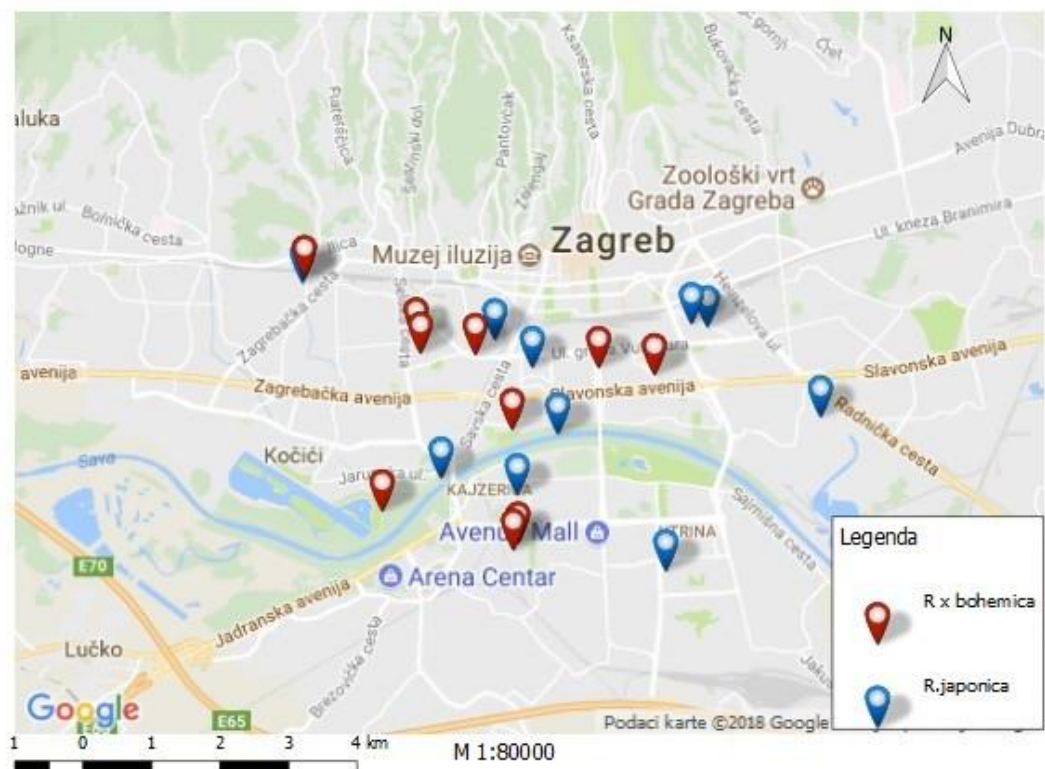
(Foto: Šegota Vedran, 2018.)

#### 1.4. Ciljevi istraživanja

Glavni cilj ovog istraživanja jest analiza morfoloških karakteristika i usporedba listova češkog dvornika (*Reynoutria × bohemica*) i japanskog dvornika (*Reynoutria japonica*). Cilj je usporediti morfologiju listova s različitim dijelova stabljike kod iste svojte, a potom i usporediti listove s istog dijela stabljike kod različitih svojti, čime se može dobiti uvid u njihovu varijabilnost, kao i odrediti koji su listovi najpogodniji za identifikaciju. Dodatni cilj je usporediti prašnike kod ove dvije svojte s obzirom na njihovu razvijenost, a time i njihovu funkcionalnost.

## 2. PODRUČJE ISTRAŽIVANJA

Terensko istraživanje obavljeno je na području Grada Zagreba, koji se nalazi u kontinentalnoj središnjoj Hrvatskoj i prostire na južnim obroncima Medvednice i na obalama rijeke Save. Klima područja je umjereno kontinentalna, s vrućim i suhim ljetima i hladnim zimama (Zaninović i sur. 2008). Klimazonalna vegetacija je šumska, a ovisno o nadmorskoj visini i prisustvu vode, razlikuje se nekoliko tipova šuma. Nizinski pojas klimazonalno nastanjuju šume hrasta lužnjaka (*Quercus robur*) te pojasi vrba (*Salix* sp.) i topola (*Populus* sp.), dok su za brežuljkasti pojas karakteristične šume hrasta kitnjaka (*Quercus petraea*) (Vukelić 2012). Međutim, danas je ovo područje znatno izmijenjeno zbog intenzivne urbanizacije, pa su prvobitne šume zamijenjene urbanim područjima, infrastrukturom te nizom izrazito antropogenih staništa. Istraživanje je provedeno na užem području grada Zagreba, a jedinke su uzorkovane na ukupno dvadeset lokacija (Slika 6). Jedinke istraživanih svojiti većinom su pronađene na rubnim područjima izrazito antropogenih staništa, u zapuštenim dvorištima i uz prometnice.



Slika 6. Karta Grada Zagreba s lokacijama na kojima je obavljeno uzorkovanje biljnog materijala

### 3. MATERIJALI I METODE

Terenski rad obavljen je tijekom lipnja, srpnja i kolovoza 2017. godine, a uzorkovani su cvjetovi i listovi. Obzirom da je jedan od ciljeva bio usporedba cvjetova dviju svojti, ukoliko nije bilo cvatnje u trenutku uzorkovanja listova, naknadno sam uzorkovala cvatuće grane s iste jedinke. Sakupljen je biljni materijal s deset lokaliteta vrste *Reynoutria japonica* i deset lokaliteta hibrida *Reynoutria × bohemica*.

Listove sam sakupljala na način da su uzorkovane tri stabljike sa svake jedinke (Slika 7). Sa svake stabljike uzimano je šest listova, tri s glavne osi, tri s bočne osi (Slika 8) što ukupno iznosi osamnaest listova po jednoj jedinki/lokaciji. Listovi su uzorkovani sa srednjeg dijela stabljike na glavnoj i sporednoj osi. Prilikom samog uzorkovanja nastojala sam uzimati neoštećene, cjelovite i zelene listove, bez znakova bolesti, propadanja ili nametnika. Ukupno je sakupljeno i analizirano 360 listova, po 180 listova od svake svojte (90 listova s glavnih i 90 listova s bočnih osi).



Slika 7. Sakupljanje uzoraka na terenu

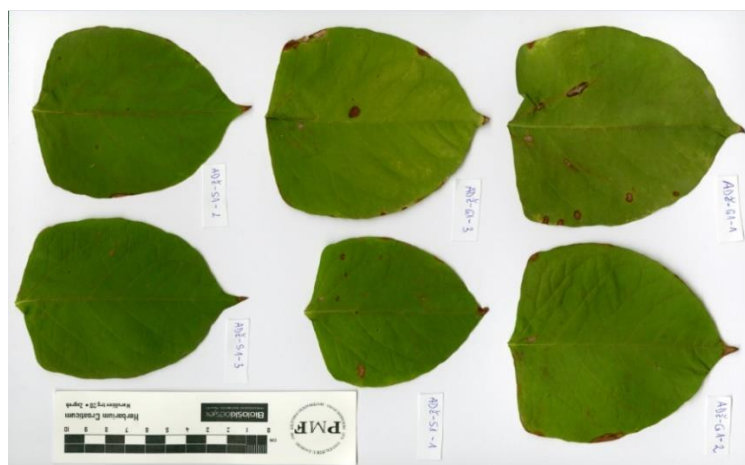
Foto: Ljubos Marija, 2017.



Slika 8. Grafički prikaz glavne i bočne osi, te načina uzorkovanja listova (zeleno)

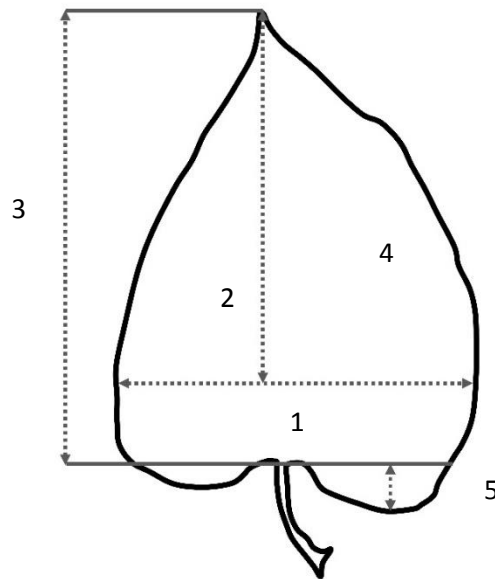
Autor: Koletić Nikola, 2018.

Osim listova, uzorkovane su i cvatuće grane od svake jedinke. Nakon uzorkovanja biljni materijal je herbariziran, a listovi su skenirani (Slika 9) te pripremljeni za mjerenje. Mjerenje listova obavljeno je digitalnim putem, uz pomoć programa „ImageJ“. Mjereno je pet morfoloških karakteristika: 1) širina najšireg dijela lista, 2) duljina od vrha do najšireg dijela, 3) duljina od vrha do baze lista, 4) površina te 5) srcolikost lista (Slika 10). Nakon herbariziranja cvjetovi su fotografirani uz pomoć kamere Dino-Lite Digital Microscope PRO, pri čemu je cilj bio pronaći i fotografirati cvjetove na kojima je bilo moguće uočiti prašnike.



Slika 9. Primjer skenova koji su korišteni za digitalno mjerenje listova

Foto: Ljubos Marija, 2017.



Slika 10. Grafički prikaz lista s mjerenim karakteristikama

Autor: Koletić Nikola, 2018.

(1-širina najšireg dijela lista, 2-duljina od vrha do najšireg dijela, 3-duljina od vrha do baze lista, 4-površina lista, 5-srcolikost)

Izmjerene podatke analizirala sam pomoću deskriptivne statistike, te sam usporedila njihovu razdiobu. Pomoću t-testa usporedila sam mjerene karakteristike među svojcima, a korištenjem Analize varijance (ANOVA) usporedila sam mjerene karakteristike među populacijama unutar svojci, uz korištenje Tukey post-hoc testa za utvrđivanje značajnosti pojedinačnih razlika. Statističke analize su obavljene uz pomoć programa Statistica.

S obzirom na pojavljivanje negativnih vrijednosti kod „srcolikosti“ listova kao posljedice položaja baze lista u odnosu na slobodni dio bazalnog dijela plojke, ovu karakteristiku usporedila sam na razini učestalosti pojavljivanja.

## 4. REZULTATI

### 4.1. Širina najšireg dijela lista

Tablica 1 prikazuje rezultate deskriptivne statistike podataka dobivenih mjerenjem širine listova tamo gdje je njihova širina dosegla maksimalnu vrijednosti.

Ako uspoređujemo prosjek vrijednosti između dvije analizirane svojte, primjetno je kako hibrid ima veće vrijednosti u odnosu na roditeljsku vrstu, odnosno da su listovi kod hibrida širi, što je posebno izraženo kod listova glavne osi.

Analizirajući standardnu devijaciju značajno je napomenuti da glavna i sporedna os kod hibrida imaju znatno veće vrijednosti od glavne i sporedne osi japanskog dvornika.

Osim većih maksimalnih vrijednosti na obe osi, kod hibrida je zabilježen i veći raspon izmjerenih vrijednosti.

Tablica 1. Deskriptivna statistika širine (cm) najširih dijelova listova kod svojti *Reynoutria × bohemica* i *Reynoutria japonica*.

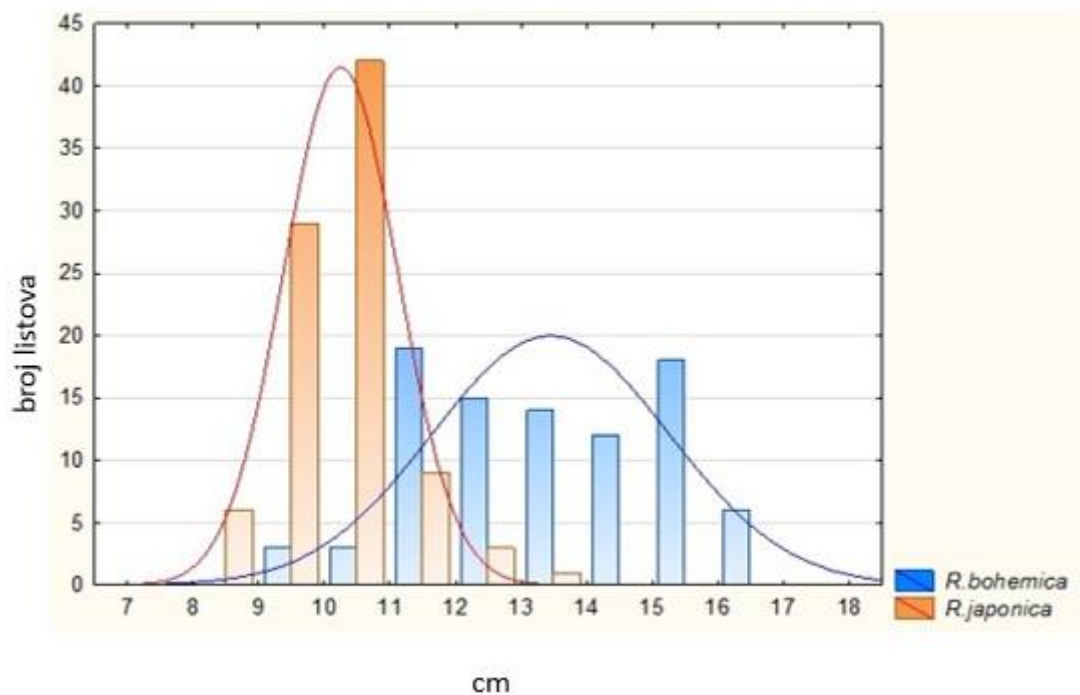
Vrsta	<i>Reynoutria × bohemica</i>		<i>Reynoutria japonica</i>	
	glavna os	sporedna os	glavna os	sporedna os
srednja vrijednost	13,42	7,66	10,23	7,41
stand. devijacija	1,80	1,42	0,87	0,92
standardna pogreška aritmetičke sredine	0,19	0,15	0,29	0,10
veličina uzorka	90	90	90	90
minimum	9,42	4,00	8,44	4,61
maksimum	16,34	10,94	13,04	9,51
treći kvartil	15,06	8,63	10,64	8,04
prvi kvartil	11,89	6,66	9,70	6,94
medijan	13,36	7,93	10,22	7,47

Slika 11 prikazuje raspodjelu izmjerenih najširih dijelova lista glavnih osi, gdje se vidi da je kod više od 44 % listova vrste *Reynoutria japonica* izmjerena vrijednost između 10 i 11 cm, dok se maksimalna vrijednost nalazi u rasponu između 13 i 14 cm.



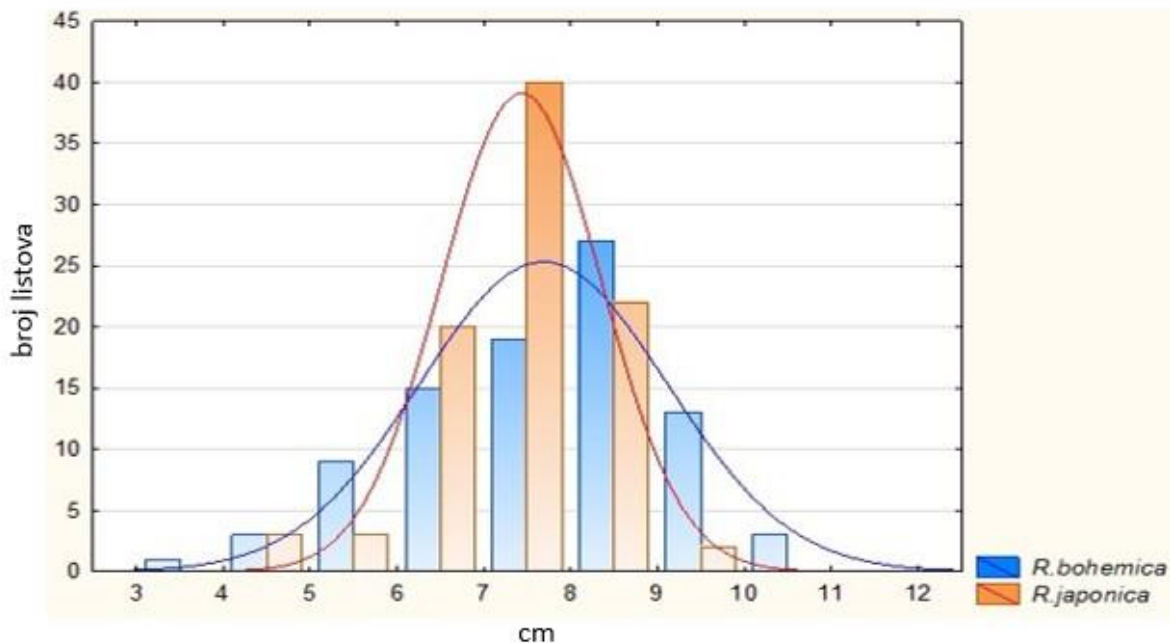
Kod hibrida su vrijednosti najširih dijelova listova većinom raspoređene u širem rasponu, pa se može uvidjeti da se širina najvećeg broja listova nalazi u rasponu od 11 do 16 cm. Oko 6 % listova hibrida *Reynoutria × bohemica* dosežu maksimalnu izmjerenu vrijednost koja prelazi 16 cm.

Raspodjela izmjerenih najširih dijelova listova sporedne osi (Slika 12) pokazuje da su razlike znatno manje nego kod glavne osi (Slika 11).



Slika 11. Histogramski prikaz izmjerenih najširih dijelova listova glavne osi kod

*Reynoutria × bohemica* i *Reynoutria japonica*



Slika 12. Histogramski prikaz izmjerenih najširih dijelova listova sporedne osi kod

*Reynoutria × bohemica* i *Reynoutria japonica*

#### 4.2. Duljina lista od vrha do najšireg dijela

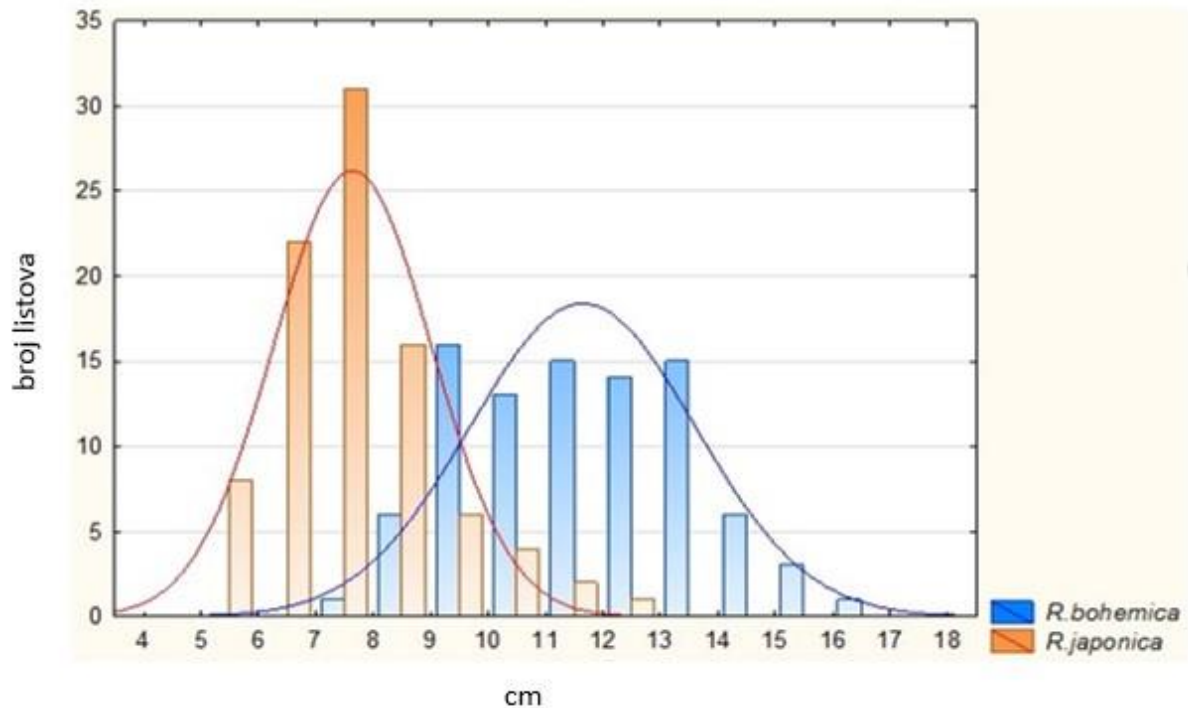
Mjerenja duljine listova, od vrha lista od njihovog najšireg dijela, pokazala su da je srednja vrijednosti kod glavne osi *Reynoutria × bohemica* za 3,99 cm veća od vrijednosti zabilježene kod vrste *Reynoutria japonica*. U usporedbi sa sporednom osi *Reynoutria japonica*, sporedna os *Reynoutria × bohemica* također postiže veće vrijednosti (Tablica 2).

Što se tiče maksimalnih vrijednosti, uspoređujući listove glavne osi *Reynoutria × bohemica* i *Reynoutria japonica* vidljivo je da veću vrijednost postižu listovi hibrida, te njegovi listovi mogu biti dulji za 4,41 cm od listova japanskog dvornika. Također, listovi sporednih osi kod hibrida pokazuju veće maksimalne vrijednosti nego kod japanskog dvornika, kao i veće raspone izmjerenih vrijednosti.

Tablica 2. Deskriptivna statistika duljine (cm) listova od vrha lista do najšireg dijela lista kod svojti *Reynoutria × bohemica* i *Reynoutria japonica*

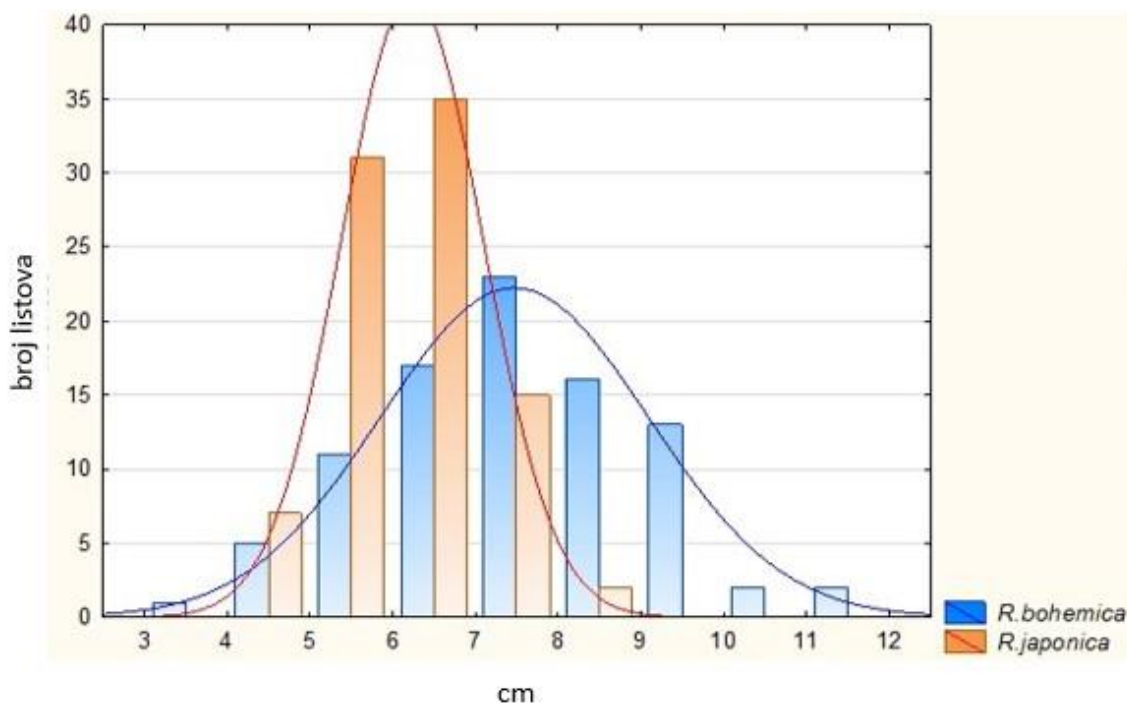
Vrsta	<i>Reynoutria × bohemica</i>		<i>Reynoutria japonica</i>	
	glavna os	sporedna os	glavna os	sporedna os
srednja vrijednost	11,61	7,45	7,62	6,22
stand. devijacija	1,95	1,61	1,37	0,86
standardna pogreška aritmetičke sredine	0,21	0,17	0,14	0,09
veličina uzorka	90	90	90	90
minimum	7,83	3,76	5,42	4,22
maksimum	16,73	11,19	12,59	8,38
treći kvartil	13,04	8,51	8,34	6,87
prvi kvartil	9,99	6,52	6,72	5,61
medijan	11,59	7,46	7,41	6,22

Slika 13 prikazuje raspodjelu duljine listova od vrha lista do najšireg dijela lista glavne osi kod obe svojte. Vidljivo je da se 58 % listova japanskog dvornika kreće se u rasponu od 6 do 8 cm, dok maksimalnu vrijednost koju dosežu je 13 cm. Kod svojte *Reynoutria × bohemica* može se primjetiti da se 81 % listova nalazi u rasponu od 9 do 14 cm, odnosno u prosjeku su znatno dulji nego kod roditeljske vrste.



Slika 13. Histogramski prikaz duljine listova od vrha lista do najšireg dijela lista glavne osi kod *Reynoutria × bohemica* i *Reynoutria japonica*

Histogramski prikaz raspodjele izmjerenih vrijednosti duljine listova od vrha lista do najšireg dijela lista sporedne osi obe svojte (Slika 14) pokazuje da je 74 % listova japanskog dvornika u rasponu od 5 do 7 cm, dok je maksimalna izmjerena vrijednost skoro 9 cm. Kod hibrida su izmjerene vrijednosti puno ravnomjernije raspoređene, te se 61 % listova nalazi u rasponu od 6 do 9 cm.



Slika 14. Histogramski prikaz raspodjele duljine listova od vrha do najšireg dijela lista sporedne osi kod *Reynoutria* × *bohemica* i *Reynoutria japonica*

#### 4.3. Duljina lista od vrha do baze

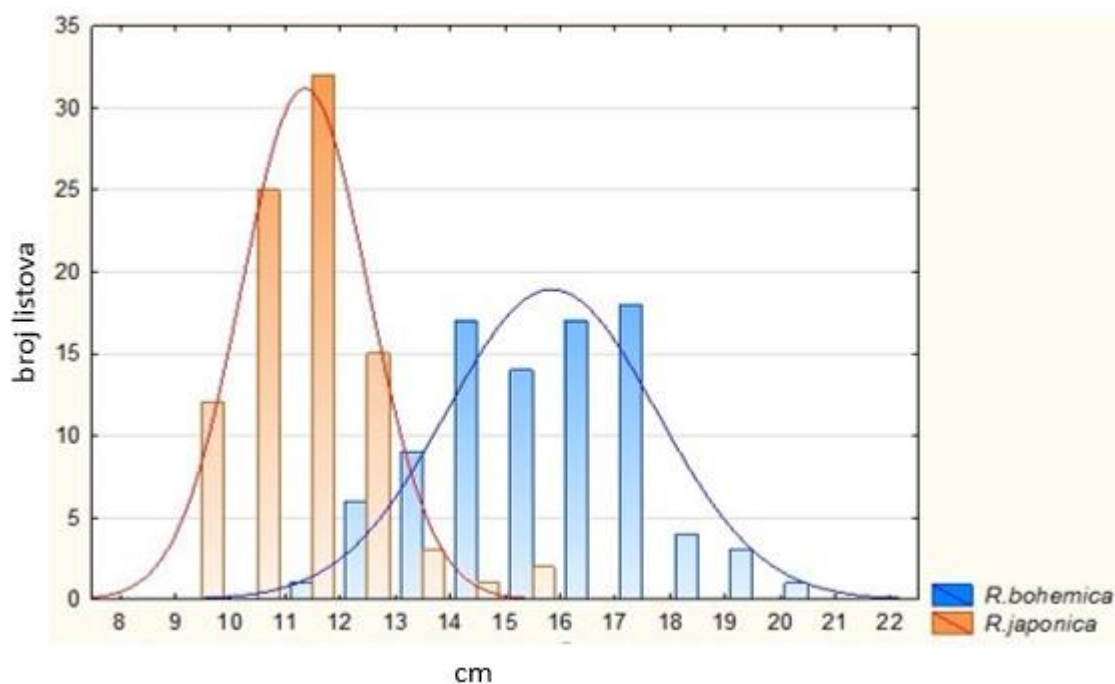
Iz Tablice 3 vidljivo je kako najveća srednja vrijednost od 15,80 zabilježena kod glavne osi hibrida, te veća je za 4,46 od srednje vrijednosti izračunate na glavnoj osi japanskog dvornika.

Maksimalna duljina lista od vrha do baze zabilježena je kod glavne osi hibrida, u iznosu od 20,22 cm, dok je i minimalna duljina lista također zabilježena kod hibridne vrste, ali sporedne osi.

Tablica 3. Deskriptivna statistika duljine (cm) listova od vrha do baze kod vrsta *Reynoutria × bohemica* i *Reynoutria japonica*

Vrsta	<i>Reynoutria × bohemica</i>		<i>Reynoutria japonica</i>	
	glavna os	sporedna os	glavna os	sporedna os
srednja vrijednost	15,80	10,94	11,34	9,89
stand. devijacija	1,90	2,22	1,15	1,22
standardna pogreška aritmetičke sredine	0,20	0,23	0,12	0,13
veličina uzorka	90	90	90	90
minimum	11,75	5,33	9,40	6,67
maksimum	20,22	15,91	15,35	12,56
treći kvartil	17,07	12,59	11,91	10,68
prvi kvartil	14,32	9,75	10,63	9,31
medijan	15,91	11,05	11,31	9,91

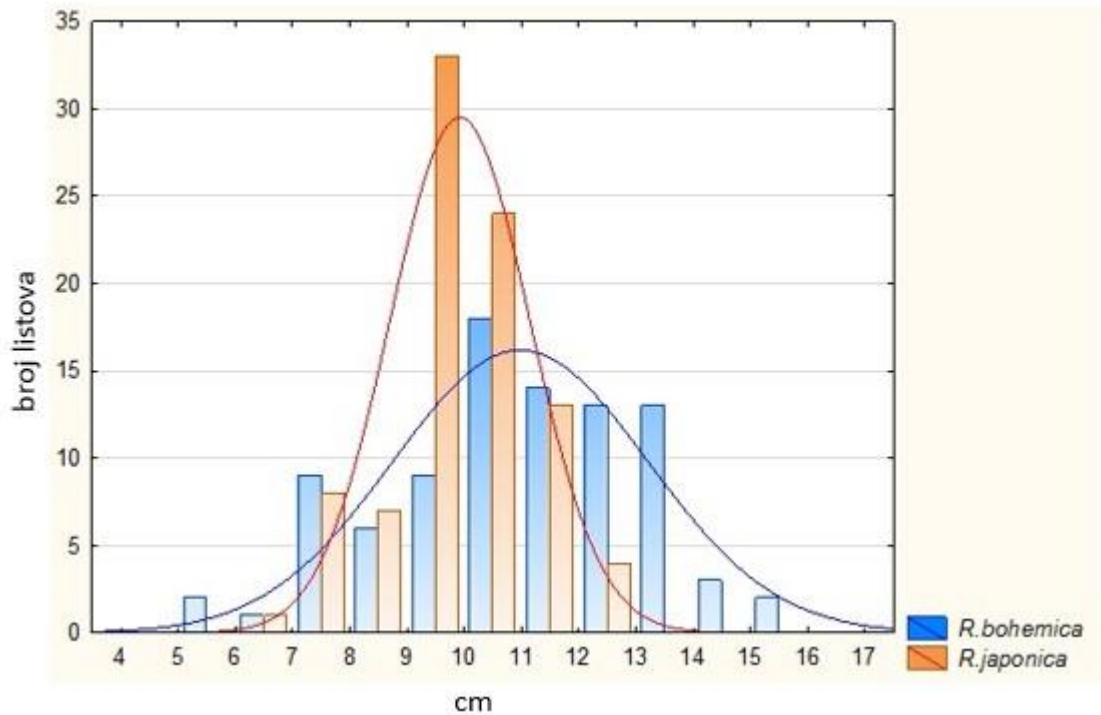
Histogramski prikaz raspodjele duljine listova od vrha do baze lista glavne osi kod istraživanih vrsta (Slika 15) prikazuje da se kod *Reynoutria japonica* 64 % listova nalazi u rasponu od 10 do 12 cm. Kod svoje *Reynoutria × bohemica* 66 % listova nalazi se u rasponu vrijednosti od 14 do 18 cm.



Slika 15. Histogramski prikaz raspodjele duljine listova od vrha do baze lista glavne osi kod

*Reynoutria × bohemica* i *Reynoutria japonica*

Na Slici 16 prikazana je raspodjela duljine listova od vrha do baze lista sporedne osi kod obe svojte. Vidljivo je da se 63 % listova japanskog dvornika nalazi u rasponu od 9 do 11 cm. Kod hibrida se primjećuje ravnomjernija podjela vrijednosti, te se može uočiti da se najveći broj listova nalazi u rasponu od 9 do 14 cm. Maksimalnu vrijednost kod hibrida dosežu dva lista koji se nalaze u rasponu od 15 do 16 cm.



Slika 16. Histogramski prikaz raspodjele duljine listova od vrha do baze lista sporedne osi kod

*Reynoutria × bohemica* i *Reynoutria japonica*

#### 4.4. Površina listova

Tablica 4 prikazuje deskriptivnu statistiku površine listova obje svojte. Bitno je istaknuti kako je u prosjeku dvostruko veća površina listova glavne osi zabilježena kod hibrida, dok je maksimalna vrijednost čak 6 puta veća od one kod japanskog dvornika.

Uspoređujući maksimalne vrijednosti listova sporednih osi, veće vrijednosti opet se uočavaju kod hibrida. Što se tiče minimalnih vrijednosti, kod listova glavnih osi niže vrijednosti zabilježene su kod japanskog dvornika, dok su kod sporednih osi niže vrijednosti zabilježene kod hibrida.

Vrijednosti standardne devijacije pokazuju da su srednje vrijednosti više varirale na glavnoj osi hibrida u usporedbi s glavnom osi japanskog dvornika, a isto vrijedi i za sporednu os.

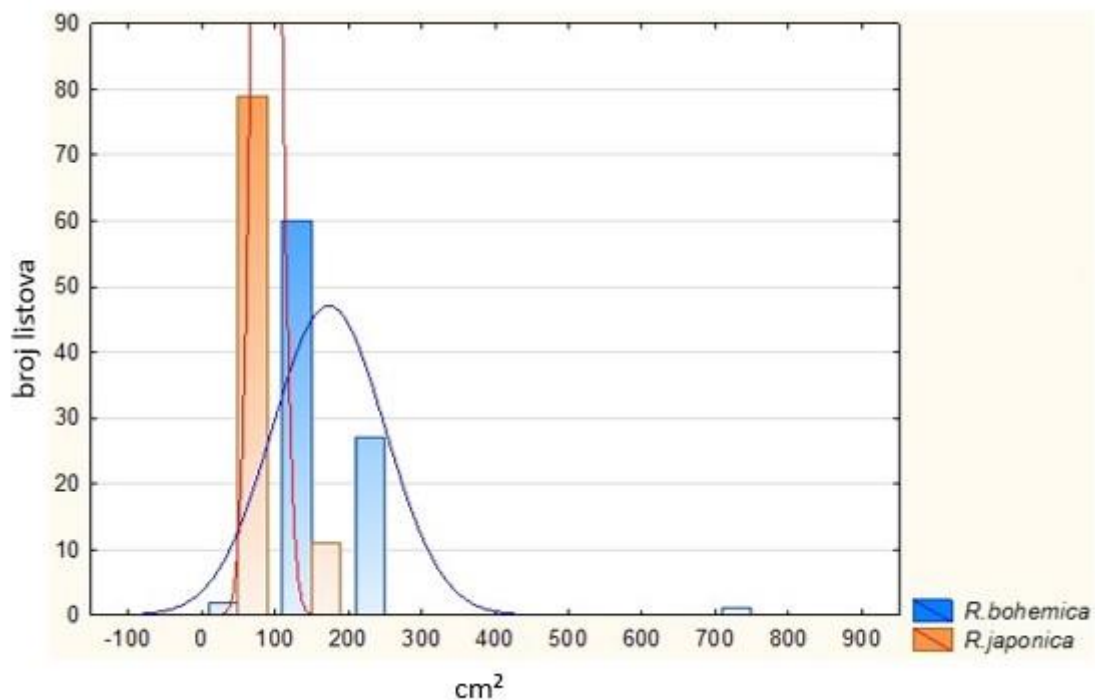
Tablica 4. Deskriptivna statistika površine (cm<sup>2</sup>) listova kod svojti *Reynoutria × bohemica* i

*Reynoutria japonica*

Vrsta	<i>Reynoutria × bohemica</i>		<i>Reynoutria japonica</i>	
	glavna os	sporedna os	glavna os	sporedna os
srednja vrijednost	171,74	64,09	87,54	52,54
stand. Devijacija	76,21	21,55	15,64	11,86
standardna pogreška aritmetičke sredine	8,03	2,27	1,65	1,25
veličina uzorka	90	90	90	90
minimum	92,11	16,52	62,02	21,57
maksimum	787,95	123,49	136,35	85,00
treći kvartil	202,38	82,79	93,38	59,02
prvi kvartil	127,87	49,07	77,88	45,50
medijan	165,80	63,49	86,52	53,08

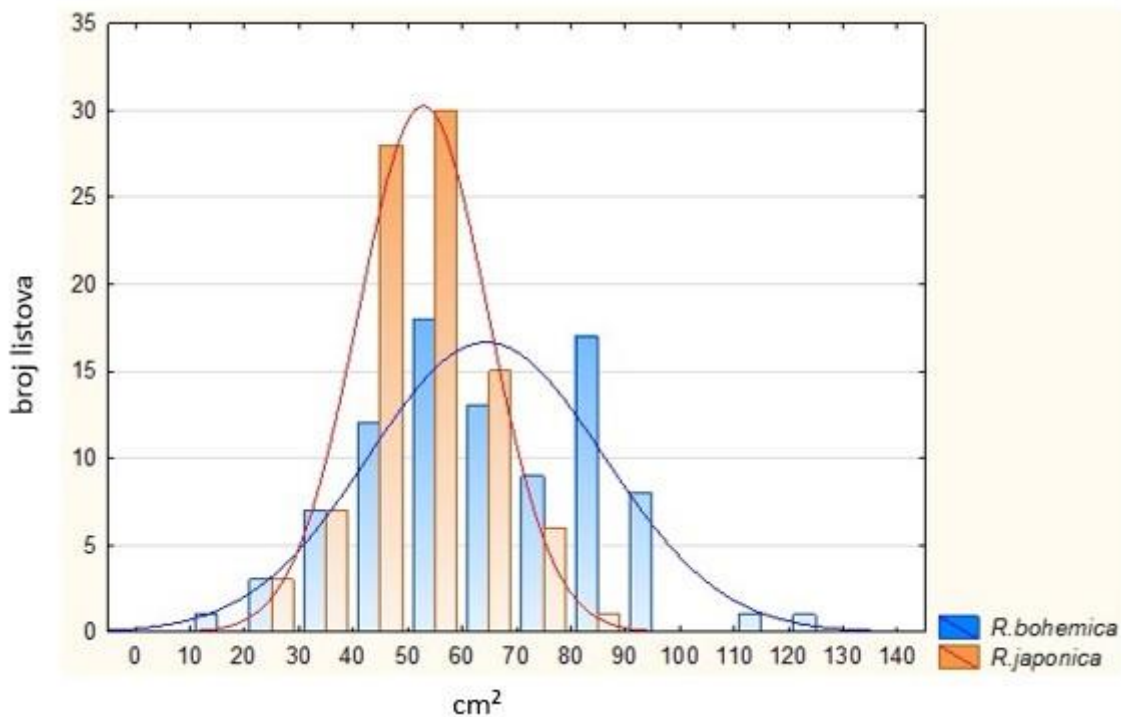
Histogramski prikaz raspodjele površine lista glavne osi kod obe svojte prikazan je na Slici 17. Vidljivo je da skoro 89 % listova glavne osi kod japanskog dvornika u rasponu do 100 cm<sup>2</sup>, dok je kod hibrida primjetno da se 66 % listova nalazi u rasponu od 100-200 cm<sup>2</sup>.





Slika 17. Histogramski prikaz raspodjele površine lista glavne osi kod *Reynoutria × bohemica* i *Reynoutria japonica*

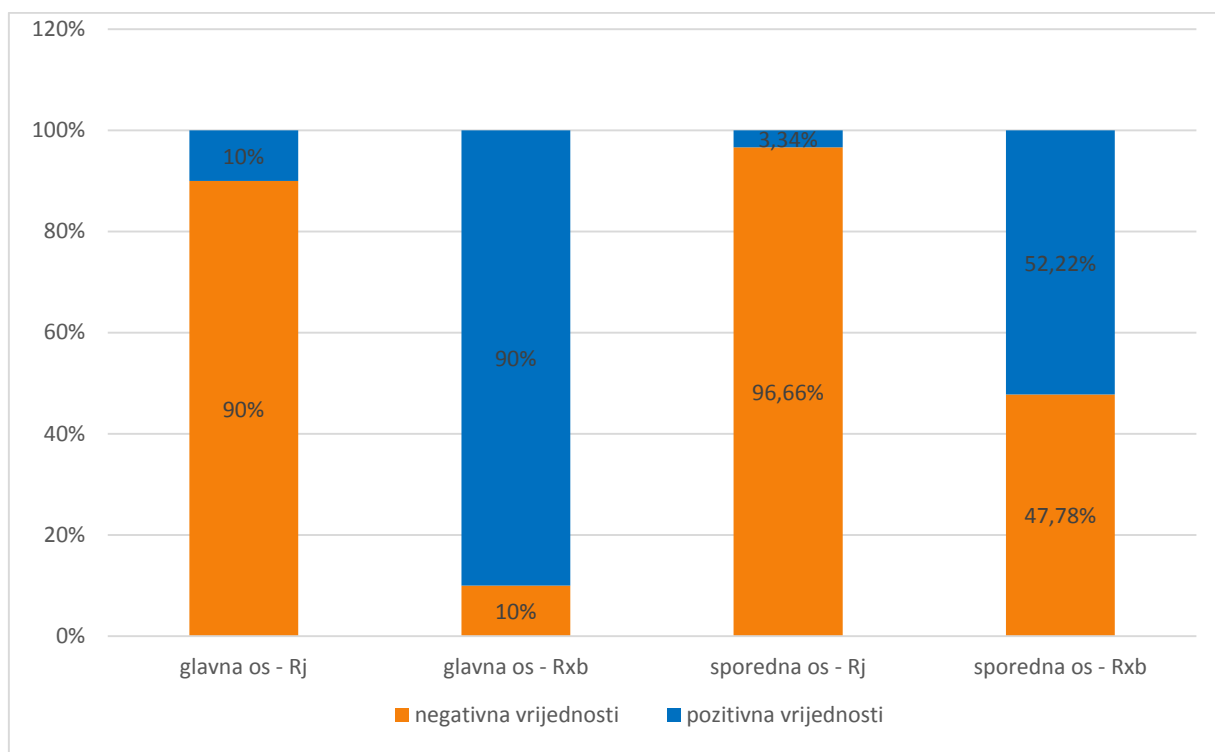
Slika 18 prikazuje histogramski prikaz raspodjele površine listova sporednih osi kod obje svojte. Kod vrste *Reynoutria japonica* 58 % listova imaju površinu u rasponu od 40 do 60 cm<sup>2</sup>. Jedan list se nalazi u maksimalnom rasponu između 80 i 90 cm<sup>2</sup>. Kod svojte *Reynoutria × bohemica* 63 % listova sporedne osi nalazi se u rasponu od 50 cm<sup>2</sup> do 90 cm<sup>2</sup>. Minimalna površina izmjerena je kod hibrida i nalazi se u rasponu od 10 do 20 cm<sup>2</sup>, dok je i maksimalna površina također izmjerena kod hibrida, u rasponu vrijednosti od 120 do 130 cm<sup>2</sup>.



Slika 18. Histogramski prikaz površine lista sporedne osi kod *Reynoutria × bohemica* i *Reynoutria japonica*

#### 4.5. Srcolikost listova

Mjerene vrijednosti srcolikosti lista kod *Reynoutria japonica* i *Reynoutria × bohemica* prikazane su na Slici 19, gdje je vidljivo da čak 90 % listova glavne osi kod japanskog dvornika ima negativnu vrijednost, a svega 10 % kod hibrida. Ako usporedimo sporedne osi, opet se uočava da listovi sporedne osi japanskog dvornika imaju više negativnih vrijednosti od listova.



Slika 19. Prikaz odnosa negativnih i pozitivnih vrijednosti srcolikosti lista između svojiti *Reynoutria japonica* (Rj) i *Reynoutria × bohemica* (Rxb)

#### 4.6. T-test i ANOVA mjerenih karakteristika

U Tablici 5 prikazani su rezultati t-testa između svojiti *Reynoutria × bohemica* i *Reynoutria japonica* dobivene na temelju analize vrijednosti listova glavnih i sporednih osi. Ustanovljene su statistički značajne razlike svugdje osim za širinu najšireg dijela lista sporednih osi.

Tablica 5. Rezultati t-testa između svojiti *Reynoutria × bohemica* i *Reynoutria japonica* po mjerenim karakteristikama

(\*  $p < 0,01$ )

Mjerena karakteristika	Širina najšireg dijela	Duljina od vrha do najšireg dijela	Duljina od vrha do baze lista	Površina
Glavna os	15,14890*	15,87854*	19,08752*	10,26808*
Sporedna os	1,40571	6,38021*	3,93968*	4,45494*

ANOVA test pokazao je da postoje statistički značajne razlike mjerenih karakteristika među lokacijama i osima unutar japanskog (Tablica 6) i češkog (Tablica 7) dvornika.

Tablica 6. Rezultati ANOVA analize vrste *Reynoutria japonica*

Effect	Multivariate Tests of Significance Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
	Test	Value	F	Effect	Error	p
Opažanja	Wilks	0,001454	26947,80	4	157,0000	0,000000
Lokacija	Wilks	0,387030	4,73	36	590,0890	0,000000
Os	Wilks	0,171333	189,84	4	157,0000	0,000000
Lokacija*Os	Wilks	0,571144	2,64	36	590,0890	0,000001

Tablica 7. Rezultati ANOVA analize svojte *Reynoutria × bohémica*

Effect	Multivariate Tests of Significance Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
	Test	Value	F	Effect	Error	p
Opažanja	Wilks	0,007383	5277,115	4	157,0000	0,000000
Lokacija	Wilks	0,206030	8,594	36	590,0890	0,000000
Os	Wilks	0,103480	340,049	4	157,0000	0,000000
Lokacija*Os	Wilks	0,464237	3,725	36	590,0890	0,000000

U Tablicama 8 i 9 prikazani su rezultati Tukey post-hoc testa za širinu najšireg dijela listova svojti *Reynoutria japonica* i *Reynoutria × bohemica*. Vidljivo je da svi listovi glavne i sporedne osi po lokacijama pokazuju statističku značajnu razliku u varijabli širine najšireg dijela listova (Tablica 8).

Tablica 8. Prikaz Tukey post-hoc testa kod *Reynoutria japonica* po varijabli širina najšireg dijela lista. Vrijednosti po dijagonali u osjenčanim poljima prikazuju rezultat usporedbe listova glavne i sporedne osi po pojedinim lokacijama. Iznad dijagonale nalaze se vrijednosti za usporedbe listova glavnih osi među lokacijama, dok se ispod presjeka nalaze vrijednosti za usporedbe listova sporednih osi. Masno otisnute statistički ( $p < 0,05$ ) značajne razlike.

	Adžijna	Grmošćica I	Knežija	Končar	Koturaška	Slavonska avenija 5	Ul. Ljudevita Posavskog	Branimirova ulica	Utrine I	Kajzerica nasip
Adžijna	<b>0,000043</b>	0,790218	1,000000	0,543056	1,000000	<b>0,001000</b>	1,000000	0,942493	0,997961	0,999663
Grmošćica I	<b>0,043417</b>	<b>0,000042</b>	0,996017	1,000000	0,997693	0,726147	0,218985	<b>0,006470</b>	0,999999	0,999986
Knežija	0,998969	0,764027	<b>0,000042</b>	0,960942	1,000000	0,999999	0,992840	0,484081	1,000000	1,000000
Končar	<b>0,001825</b>	0,999999	0,194654	<b>0,000042</b>	0,972535	0,468466	0,089319	<b>0,001562</b>	0,999864	0,999010
Koturaška	0,188843	1,000000	0,971329	0,999091	<b>0,000042</b>	0,999997	0,988677	0,436268	1,000000	1,000000
Slavonska avenija 5	0,095555	1,000000	0,900932	0,999958	1,000000	<b>0,000042</b>	1,000000	0,965035	0,995314	0,999047
Ul. Ljudevita Posavskog	0,999998	0,430742	1,000000	0,055669	0,804811	0,627309	<b>0,000042</b>	0,999949	0,797485	0,889556
Branimirova ulica	<b>0,002023</b>	1,000000	0,206190	1,000000	0,999289	0,999970	0,060009	<b>0,000042</b>	0,110606	0,176349
Utrine I	0,999867	0,633700	1,000000	0,121575	0,927554	0,810352	1,000000	0,129746	<b>0,000044</b>	1,000000
Kajzerica nasip	0,996108	0,850009	1,000000	0,272065	0,988579	0,948518	1,000000	0,286380	1,000000	<b>0,000043</b>

Tablica 9 prikazuje rezultate Tukey post-hoc testa na kojima se vidi da na svakoj lokaciji postoji statistički značajna razlika između listova glavne i sporedne osi. Ističu se lokacije Gredice, Slavonska avenija i Strojarska koje imaju statistički značajno različite vrijednosti izmjerenih karakteristika glavnih osi u odnosu na većinu ostalih lokaliteta.

Tablica 9. Prikaz Tukey post-hoc testa kod *Reynoutria × bohemica* po varijabli širina najšireg dijela lista. Vrijednosti po dijagonali u osjenčanim poljima prikazuju rezultat usporedbe listova glavne i sporedne osi po pojedinim lokacijama. Iznad dijagonale nalaze se vrijednost za usporedbe listova glavnih osi među lokacijama, dok se ispod presjeka nalaze vrijednosti za usporedbe listova sporednih osi. Masno otisnute statistički ( $p < 0,05$ ) značajne razlike.

	Gredice	Grmošćica II	Kajzerica	Kajzerica (AD)	Kalnička	Park	Krapinska ul	Paromlin	Slavonska avenija (1)	Strojarska
Gredice	<b>0,000042</b>	<b>0,000044</b>	<b>0,001007</b>	<b>0,000205</b>	1,000000	<b>0,000042</b>	<b>0,000072</b>	<b>0,000070</b>	0,999992	0,994384
Grmošćica II	<b>0,044227</b>	<b>0,000042</b>	0,999782	0,999999	<b>0,000043</b>	0,999999	1,000000	1,000000	<b>0,000042</b>	<b>0,000042</b>
Kajzerica	0,999954	<b>0,000592</b>	<b>0,000042</b>	1,000000	<b>0,000471</b>	0,893970	1,000000	1,000000	<b>0,000048</b>	<b>0,000043</b>
Kajzerica (AD)	0,351252	<b>0,000043</b>	0,974670	<b>0,000042</b>	<b>0,000109</b>	0,984092	1,000000	1,000000	<b>0,000043</b>	<b>0,000043</b>
Kalnička	0,998957	<b>0,000194</b>	1,000000	0,995998	<b>0,000042</b>	<b>0,000042</b>	<b>0,000054</b>	<b>0,000053</b>	1,000000	0,998763
Park	0,206013	1,000000	<b>0,005990</b>	<b>0,000043</b>	<b>0,002009</b>	<b>0,000042</b>	0,998798	0,998947	<b>0,000042</b>	<b>0,000042</b>
Krapinska ul	0,999948	<b>0,000570</b>	1,000000	0,975936	1,000000	<b>0,005788</b>	<b>0,000042</b>	1,000000	<b>0,000043</b>	<b>0,000042</b>
Paromlin	0,773389	0,998876	0,101058	<b>0,000115</b>	<b>0,045321</b>	1,000000	0,098596	<b>0,000042</b>	<b>0,000043</b>	<b>0,000042</b>
Slavonska avenija (1)	1,000000	<b>0,028924</b>	0,999993	0,441810	0,999735	0,150132	0,999992	0,685833	<b>0,000042</b>	1,000000
Strojarska	1,000000	0,352179	0,952015	<b>0,044031</b>	0,853957	0,753988	0,949887	0,996282	0,999997	<b>0,000042</b>

Tablica 10 i 11 prikazuju rezultate Tukey post-hoc testa kod obe svojte za mjerenu karakteristiku duljine od vrha do najšireg dijela lista. U Tablici 10 dobiveni rezultati ukazuju na to da postoji statistički značajna razlika unutar vrste *Reynoutria japonica* samo na tri lokacije između listova glavne i sporedne osi po duljini od vrha do najširih dijelova lista. Vidljivo je da ne postoji statistički značajna razlika listova sporedne osi niti na jednoj lokaciji, dok se sa statistički značajno različitom duljinom listova glavne osi ističe lokacija Knežija.

Tablica 10. Prikaz Tukey post-hoc testa kod *Reynoutria japonica* po varijabli duljina od vrha do najšireg dijela. Vrijednosti po dijagonali u osjenčanim poljima prikazuju rezultat usporedbe listova glavne i sporedne osi po pojedinim lokacijama. Iznad dijagonale nalaze se vrijednosti za usporedbe listova glavnih osi među lokacijama, dok se ispod presjeka nalaze vrijednosti za usporedbe listova sporednih osi. Masno otisnute statistički ( $p < 0,05$ ) značajne razlike.

	Adžijna	Grmošćica I	Knežija	Končar	Koturaška	Slavonska avenija 5	Ul. Ljudevita Posavskog	Branimirova ulica	Utrine I	Kajzerica nasip
Adžijna	1,000000	1,000000	<b>0,000070</b>	0,999530	0,999997	0,978762	1,000000	<b>0,025202</b>	0,898085	0,989203
Grmošćica I	0,770495	0,389874	<b>0,001260</b>	1,000000	1,000000	0,999992	1,000000	0,231206	0,999459	0,999999
Knežija	0,999425	0,999990	<b>0,000043</b>	<b>0,010744</b>	<b>0,002458</b>	0,053309	<b>0,000474</b>	0,995685	0,133537	<b>0,038115</b>
Končar	0,316021	1,000000	0,990587	<b>0,015708</b>	1,000000	1,000000	1,000000	0,592627	1,000000	1,000000
Koturaška	0,992006	1,000000	1,000000	0,999271	0,789090	1,000000	1,000000	0,323039	0,999915	1,000000
Slavonska avenija 5	0,976358	1,000000	1,000000	0,999889	1,000000	0,144606	0,999809	0,886485	1,000000	1,000000
Ul. Ljudevita Posavskog	0,999992	0,999345	1,000000	0,939032	1,000000	1,000000	0,999571	0,132863	0,995618	0,999950
Branimirova ulica	0,483457	1,000000	0,998684	1,000000	0,999958	0,999997	0,983476	<b>0,000043</b>	0,974956	0,835647
Utrine I	0,999996	0,999005	1,000000	0,926522	1,000000	1,000000	1,000000	0,978670	0,432423	1,000000
Kajzerica nasip	1,000000	0,569221	0,993021	0,168294	0,955650	0,905895	0,999638	0,290535	0,999774	0,999939

Iz Tablice 11 primjećuje se da postoji statistički značajna razlika kod hibrida *Reynoutria × bohemica* u odnosu listova glavne i sporedne osi na svim lokacijama, osim na lokaciji Kajzerica (AD). U odnosima između listova glavne osi ističe se po broju statistički značajnih razlika lokacija Strojarska i u manjoj mjeri Kalnička i Slavonska avenija. Najveći broj značajnih razlika za listove sporednih osi zabilježeni su za lokaciju Kajzerica (AD) i u manjem broju Grmošćica II i Paromlin.

Tablica 11. Prikaz Tukey post-hoc testa kod *Reynoutria* × *bohemica* po varijabli duljina od vrha do najšireg dijela lista. Vrijednosti po dijagonali u osjenčanim poljima prikazuju rezultat usporedbe listova glavne i sporedne osi po pojedinim lokacijama. Iznad dijagonale nalaze se vrijednost za usporedbe listova glavnih osi među lokacijama, dok se ispod presjeka nalaze vrijednosti za usporedbe listova sporednih osi. Masno otisnute statistički ( $p < 0,05$ ) značajne razlike.

	Gredice	Grmošćica II	Kajzerica	Kajzerica (AD)	Kalnička	Park	Krapinska ul.	Paromlin	Slavonska avenija (1)	Strojarska
Gredice	<b>0,000058</b>	0,999508	1,000000	0,999494	0,492377	1,000000	0,999994	0,462518	0,737325	0,081235
Grmošćica II	<b>0,045120</b>	<b>0,000042</b>	0,999998	1,000000	<b>0,015595</b>	0,999941	1,000000	0,998045	<b>0,048023</b>	<b>0,000604</b>
Kajzerica	0,999999	<b>0,001700</b>	<b>0,006627</b>	0,999998	0,230518	1,000000	1,000000	0,756104	0,441658	<b>0,022602</b>
Kajzerica (AD)	0,566221	<b>0,000043</b>	0,981851	0,993338	<b>0,015439</b>	0,999939	1,000000	0,998093	<b>0,047603</b>	<b>0,000597</b>
Kalnička	0,999092	0,763538	0,825307	<b>0,017863</b>	<b>0,000042</b>	0,365171	<b>0,048421</b>	<b>0,000064</b>	1,000000	1,000000
Park	0,999942	0,594736	0,928400	<b>0,039989</b>	1,000000	<b>0,000043</b>	1,000000	0,596052	0,610102	<b>0,047498</b>
Krapinska ul.	1,000000	<b>0,004740</b>	1,000000	0,931911	0,932229	0,980542	<b>0,021889</b>	0,977118	0,127294	<b>0,002518</b>
Paromlin	0,354641	1,000000	<b>0,035862</b>	<b>0,000058</b>	0,995698	0,977769	<b>0,077845</b>	<b>0,000049</b>	<b>0,000165</b>	<b>0,000043</b>
Slavonska avenija (1)	0,992568	0,894047	0,665268	<b>0,007198</b>	1,000000	1,000000	0,827514	0,999567	<b>0,000042</b>	0,999938
Strojarska	0,995903	0,859177	0,720273	<b>0,009662</b>	1,000000	1,000000	0,867134	0,999035	1,000000	<b>0,000042</b>



Tablice 12 i 13 prikazuju rezultate testa kod obe svojte po duljini od vrha lista do baze lista. U Tablici 12 rezultati pokazuju da postoji statistički značajna razlika između listova glavne i sporedne osi japanskog dvornika samo na četiri lokacije. Također i u odnosu između lokacija ne pokazuje se značajna statistička razlika, osim nekoliko ustanovljenih razlika za listove glavne osi s lokacije Branimirova, i sporednih osi s lokacije Končar.

Tablica 12. Prikaz Tukey post-hoc testa kod *Reynoutria japonica* po varijabli duljina od vrha do baze lista. Vrijednosti po dijagonali u osjenčanim poljima prikazuju rezultat usporedbe listova glavne i sporedne osi po pojedinim lokacijama. Iznad dijagonale nalaze se vrijednost za usporedbe listova glavnih osi među lokacijama, dok se ispod presjeka nalaze vrijednosti za usporedbe listova sporednih osi. Masno otisnute statistički ( $p < 0,05$ ) značajne razlike.

	Adžijna	Grmošćica I	Knežija	Končar	Koturaška	Slavonska avenija 5	Ul. Ljudevita Posavskog	Branimirova ulica	Utrine I	Kajzerica nasip
Adžijna	1,000000	1,000000	0,999292	0,944952	1,000000	0,963088	1,000000	0,170162	1,000000	1,000000
Grmošćica I	0,090616	0,150887	0,954238	0,998966	1,000000	0,702176	1,000000	<b>0,032574</b>	1,000000	0,999812
Knežija	0,804788	0,999851	<b>0,017075</b>	0,151740	0,941596	1,000000	0,999958	0,956013	0,997397	1,000000
Končar	<b>0,000071</b>	0,946797	0,216386	<b>0,028416</b>	0,999378	<b>0,032151</b>	0,855561	<b>0,000137</b>	0,973266	0,577976
Koturaška	0,101847	1,000000	0,999911	0,935394	0,189387	0,666075	0,999999	<b>0,027498</b>	1,000000	0,999664
Slavonska avenija 5	0,472501	1,000000	1,000000	0,520514	1,000000	<b>0,000302</b>	0,991454	0,999005	0,927965	0,999834
Ul. Ljudevita Posavskog	0,982931	0,981629	1,000000	<b>0,048822</b>	0,985887	0,999990	0,760198	0,291214	1,000000	1,000000
Branimirova ulica	<b>0,005349</b>	1,000000	0,920464	0,999953	0,999999	0,994847	0,601781	<b>0,000042</b>	0,119048	0,588964
Utrine I	1,000000	0,409124	0,991794	<b>0,000773</b>	0,439015	0,897427	0,999970	0,053949	0,999999	1,000000
Kajzerica nasip	1,000000	0,111672	0,846110	<b>0,000085</b>	0,124909	0,528893	0,989579	<b>0,007181</b>	1,000000	0,999956

U Tablici 13 vrijednosti rezultata pokazuju da postoji statistički značajna razlika između listova glavne i sporedne osi češkog dvornika na svim lokacijama osim za listove s lokacije Kajzerica (AD). Za razliku od usporedbe listova glavnih osi među lokacijama gdje se ističe pojedini lokalitet s velikim brojem značajnih razlika, kod usporedbe listova sporednih osi, ističu se oba lokaliteta s Kajzerice i Grmošćica II s većim brojem ustanovljenih statistički značajnih razlika.

Tablica 13. Prikaz Tukey post-hoc testa kod hibrida *Reynoutria × bohémica* po varijabli duljina od vrha do baze lista. Vrijednosti po dijagonali u osjenčanim poljima prikazuju rezultat usporedbe listova glavne i sporedne osi po pojedinim lokacijama. Iznad dijagonale nalaze se vrijednost za usporedbe listova glavnih osi među lokacijama, dok se ispod presjeka nalaze vrijednosti za usporedbe listova sporednih osi. Masno otisnute statistički ( $p < 0,05$ ) značajne razlike.

	Gredice	Grmošćica II	Kajzerica	Kajzerica (AD)	Kalnička	Park	Krapinska ul.	Paromlin	Slavonska avenija (1)	Strojarska
Gredice	<b>0,000042</b>	0,086055	1,000000	0,933740	0,999499	0,999736	0,319043	0,063547	1,000000	0,999009
Grmošćica II	<b>0,000055</b>	<b>0,000042</b>	<b>0,024275</b>	0,996618	<b>0,000653</b>	0,822176	1,000000	1,000000	0,062977	<b>0,000491</b>
Kajzerica	0,812827	<b>0,000042</b>	<b>0,000091</b>	0,735583	0,999998	0,990180	0,125705	<b>0,016932</b>	1,000000	0,999994
Kajzerica (AD)	0,068905	<b>0,000042</b>	0,999491	0,992002	0,149091	1,000000	0,999994	0,992468	0,896646	0,125319
Kalnička	0,994339	<b>0,017062</b>	<b>0,029659</b>	<b>0,000159</b>	<b>0,000042</b>	0,609644	<b>0,006129</b>	<b>0,000420</b>	0,999850	1,000000
Park	0,999482	<b>0,006382</b>	0,068566	<b>0,000465</b>	1,000000	<b>0,000042</b>	0,985309	0,760124	0,999177	0,559235
Krapinska ul.	1,000000	<b>0,000045</b>	0,942799	0,161011	0,959858	0,992097	<b>0,023035</b>	1,000000	0,256192	0,004701
Paromlin	<b>0,031850</b>	0,980456	<b>0,000043</b>	<b>0,000042</b>	0,824840	0,651251	<b>0,010701</b>	<b>0,000042</b>	<b>0,045779</b>	<b>0,000317</b>
Slavonska avenija (1)	0,808634	0,146465	<b>0,002111</b>	<b>0,000045</b>	1,000000	0,999996	0,596439	0,995470	<b>0,000042</b>	0,999673
Strojarska	0,927939	0,070172	<b>0,006193</b>	<b>0,000054</b>	1,000000	1,000000	0,782590	0,972844	1,000000	<b>0,000042</b>

Tablica 14 i 15 prikaz su rezultata Tukey post-hoc testa kod obe svojte za varijablu površine. Iz Tablice 14 može se uvidjeti da postoji statistički značajna razlika između listova glavne i sporedne osi kod vrste *Reynoutria japonica* među svim lokalitetima. U odnosu listova glavne osi ističe se lokacija Branimirova ulica, čiji listovi glavne osi pokazuju statistički značajnu razliku u odnosu na četiri lokaliteta, dok među listovima sporednih osi osim jednog para lokaliteta nema utvrđenih statistički značajnih razlika.

Tablica 14. Prikaz Tukey post-hoc testa kod *Reynoutria japonica* po varijabli površine. Vrijednosti po dijagonali u osjenčanim poljima prikazuju rezultat usporedbe listova glavne i sporedne osi po pojedinim lokacijama. Iznad dijagonale nalaze se vrijednosti za usporedbe listova glavnih osi među lokacijama, dok se ispod presjeka nalaze vrijednosti za usporedbe listova sporednih osi. Masno otisnute statistički ( $p < 0,05$ ) značajne razlike

	Adžijna	Grmošćica I	Knežija	Končar	Koturaška	Slavonska avenija 5	Ul. Ljudevita Posavskog	Branimirova ulica	Utrine I	Kajzerica nasip
Adžijna	<b>0,007569</b>	0,977517	1,000000	0,993578	0,999898	0,994805	0,999970	0,108569	1,000000	1,000000
Grmošćica I	0,161252	<b>0,000048</b>	0,582255	1,000000	1,000000	0,131747	0,385400	<b>0,000135</b>	0,999996	0,990545
Knežija	0,998601	0,965717	<b>0,000043</b>	0,719362	0,932557	1,000000	1,000000	0,581587	0,990221	0,999996
Končar	<b>0,016675</b>	1,000000	0,585498	<b>0,000043</b>	1,000000	0,209653	0,522548	<b>0,000278</b>	1,000000	0,997851
Koturaška	0,212056	1,000000	0,982254	0,999999	<b>0,000043</b>	0,475653	0,816669	<b>0,001672</b>	1,000000	0,999984
Slavonska avenija 5	0,340123	1,000000	0,996422	0,999973	1,000000	<b>0,000042</b>	1,000000	0,966217	0,728253	0,986443
Ul. Ljudevita Posavskog	1,000000	0,708981	1,000000	0,206223	0,783925	0,897981	<b>0,000043</b>	0,770872	0,952747	0,999824
Branimirova ulica	0,055354	1,000000	0,829033	1,000000	1,000000	1,000000	0,425883	<b>0,000042</b>	<b>0,006712</b>	0,074092
Utrine I	1,000000	0,585575	1,000000	0,136053	0,670208	0,816402	1,000000	0,312224	<b>0,013773</b>	1,000000
Kajzerica nasip	0,999999	0,747785	1,000000	0,234959	0,817678	0,919191	1,000000	0,467660	1,000000	<b>0,000312</b>

Tablica 15 pokazuje da na većini lokacija postoji statistički značajna razlika po mjernoj karakteristici površine listova. U odnosu između svih listova glavnih i svih listova sporedni nema statistički značajnih vrijednosti.

Tablica 15. Prikaz Tukey post-hoc testa kod hibrida *Reynoutria × bohemica* po varijabli površine. Vrijednosti po dijagonali u osjenčanim poljima prikazuju rezultat usporedbe listova glavne i sporedne osi po pojedinim lokacijama. Iznad dijagonale nalaze se vrijednosti za usporedbe listova glavnih osi među lokacijama, dok se ispod presjeka nalaze vrijednosti za usporedbe listova sporednih osi. Masno otisnute statistički ( $p < 0,05$ ) značajne razlike

	Gredice	Grmošćica II	Kajzerica	Kajzerica (AD)	Kalnička	Park	Krapinska ul.	Paromlin	Slavonska avenija (1)	Strojarska
Gredice	<b>0,000310</b>	0,845577	0,999813	0,968088	1,000000	0,924981	0,999918	0,937013	1,000000	0,999988
Grmošćica II	0,999860	<b>0,018367</b>	0,999994	1,000000	0,362232	1,000000	0,126679	1,000000	0,481366	0,177721
Kajzerica	1,000000	0,985061	<b>0,169678</b>	1,000000	0,952841	1,000000	0,741363	1,000000	0,981270	0,823036
Kajzerica (AD)	0,999951	0,781469	1,000000	<b>0,921911</b>	0,629984	1,000000	0,298023	1,000000	0,748105	0,384699
Kalnička	1,000000	0,997901	1,000000	0,999999	<b>0,000071</b>	0,497891	1,000000	0,527488	1,000000	1,000000
Park	1,000000	1,000000	0,999867	0,975176	0,999997	<b>0,055312</b>	0,203099	1,000000	0,623912	0,273185
Krapinska ul.	1,000000	0,996390	1,000000	1,000000	1,000000	0,999991	<b>0,000045</b>	0,222355	1,000000	1,000000
Paromlin	1,000000	1,000000	0,999473	0,952617	0,999979	1,000000	0,999949	<b>0,033176</b>	0,652982	0,296389
Slavonska avenija (1)	1,000000	0,999963	1,000000	0,999820	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,000052</b>	1,000000
Strojarska	1,000000	1,000000	0,999999	0,997384	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,000043</b>

#### 4.7. Funkcionalnost prašnika

Sve uzorkovane jedinice japanskog i češkog dvornika imale su prisutne prašnike, no primjećena je razlika u njihovoj duljini. Jedinice hibrida su imale u pojedinim slučajevima znatno dulje prašnike, koji su se već na prvi pogled isticali duljinom jer su stršali iz vjenčića (Slika 20). Jedinice japanskog dvornika imale su znatno kraće prašnike koji su u usporedbi s prašnicima hibrida izgledali kržljivo (Slika 21).



Slika 20. Prikaz cvjetova *Reynoutria* × *bohemica* s deset različitih lokacija

(a – Kalnička ulica, b – Kajzerica, c –Kajzerica avenija, d -Grmošćica, e – Gredice, f – Strojarska, g – Slavonska avenija, h – Paromlin, i – Krapinska ulica, j – park kod dimnjaka Trešnjevka)

Autor: Ljubos Marija, 2017.



Slika 21. Prikaz cvjetova vrste *Reynoutria japonica* s deset različitih lokacija

(a - Koturaška ulica, b – Knežija, c - Kajzerica nasip, d – Grmošćica, e – Adžijna, f – Utrine, g – Ulica kneza Branimira, h – Slavonska avenija Končar, i – Slavonska avenija, j – Ulica Ljudevita Posavskog)

Autor: Ljubos Marija, 2017.

## 5. RASPRAVA

Analizirano je 360 listova, 180 listova vrste *Reynoutria japonica* i 180 uzoraka svojte *Reynoutria × bohemica*, te je mjereno pet morfoloških karakteristika: širina najšireg dijela lista, duljina od vrha do najšireg dijela, duljina od vrha do baze lista, površina lista i srcolikost.

Listove velikog dvornika *Reynoutria sachalinensis* nisam uzorkovala, budući da se ova vrsta izrazito razlikuje od analiziranih svojti (Kim i Park 2000), te nije potrebna posebna analiza za njenu determinaciju. Drugi razlog je taj što je ova vrsta prisutna na malom broju lokacija na području Hrvatske (*Flora Croatica Database*), a ujedno su i bile izvan samog područja istraživanja. Dakle, primarno je bilo uzorkovati i usporediti roditeljsku vrstu *Reynoutria japonica* i hibrid *Reynoutria × bohemica*. Naime, hibrid se kroz povijest pogrešno determinirao kao roditeljska vrsta, zbog izrazite sličnosti (Vuković i sur. 2016). Ključevi za determinaciju hibrida (Bailey i sur. 1996, Bailey i Wisskirchen 2006, Handeland 2000) su često nepotpuni i nedefinirani, te ih je i danas teško ustanoviti zbog njegove izrazite varijabilnosti (Bailey i Conolly 2000, Mandak i sur. 2004, Tiebre i sur. 2007). Priloženi rezultati mogu pridonjeti u determinaciji i ključevima za razlikovanje svojti, budući da se u radu primarno uspoređivala morfološki sličnija roditeljska vrsta sa hibridom, pa se dobiva jasnija slika njihovih međusobnih razlika.

U istraživanjima morfoloških karakteristika listova unutar roda *Reynoutria*, Bailey i Wisskirchen (2006) te Tiebre i sur. (2007) također bilježe da hibrid *Reynoutria × bohemica* ima veće vrijednosti mjerenih karakteristika od roditeljske vrste *Reynoutria japonica*, odnosno veće listove od svoje roditeljske vrste. Iako je površina listova bitna značajka koja može odrediti razinu uspješnosati neke vrste pri određenim okolišnim čimbenicima, činjenica da *Reynoutria sachalinensis* ima najveće listove u odnosu na listove analiziranih svojti, a ne pokazuje najveću invazivnost upućuje da se izrazita invazivnost hibrida ne temelji (samo) na veličini listova.

Uspoređujući srednje vrijednosti listova sa sredine glavne osi obe svojte, vidljivo je da veće vrijednosti ima *Reynoutria × bohemica* u sve četiri mjerene karakteristike. Posebno se ističu izrazito veće maksimalne vrijednosti uzorkovanih listova s glavne osi, što pokazuje da je bitno u determinaciji obratiti pozornost na listove glavnih osi.

U sve četiri izmjerene morfološke karakteristike listova uzorkovane sa sporednih osi, najveće srednje vrijednosti kao i maksimalne vrijednosti javljaju se kod hibrida *Reynoutria × bohemica*, ali i minimalne vrijednosti, što ukazuje na izrazitu morfološku varijabilnost listova sporednih osi. Potonje je potkrijepljeno i znatno većim brojem ustanovljenih statistički

značajnih razlika među listovima sporednih osi češkog dvornika ustanovljenih između lokacija za sve mjerene karakteristike, osim površine listova. Navedeno upućuje da su neke značajke (duljina i širina lista) možda više genetski uvjetovane, a neke (površina) okolišno, no potrebna su dodatna istraživanja.

S obzirom na ustanovljeni veći broj statistički značajnih razlika za pojedine lokalitete u odnosu na ostale (Branimirova za japanski dvornik, Strojarska, Slavonska avenija, Grmošćica i Kajzerica za češki dvornik), čini se da je u budućnosti potrebno provesti i analize na molekularnoj razini, koje bi mogle doprinjeti u razumijevanju varijabilnosti, pogotovo kod hibridnog češkog dvornika.

Mjerenjem srcolikosti listova kod obe svojte, izmjerene su i negativne vrijednosti, odnosno uvučeni dijelovi listova od plojki, stoga se ova karakteristika nije analizirala kao ostale četiri varijable. Naime, srcolikost je zbog toga izražena samo u postotcima koji su pokazali da je znatno više negativnih vrijednosti izmjereno kod *Reynoutria japonica*. Očito je kako se kod hibrida na listovima glavne osi skoro pa i ne pojavljuju negativna srcolikost, dok se kod listova sporednih osi pojavljuje. Nasuprot tome, kod japanskog dvornika negativna srcolikost je skoro pa uvijek prisutna na listovima glavne osi. Iako ova mjerna karakteristika ne može poslužiti kao pouzdano determinacijsko svojstvo među svojtima, budući da su se negativne vrijednosti pojavljivale i kod *Reynoutria × bohemica*, može se opet zaključiti da je pojava pozitivne srcolikosti puno učestalija kod hibrida nego kod japanskog dvornika. U istraživanjima koje su proveli Tiebre i sur. 2007 također se pojavljuju veće vrijednosti srcolikosti listova kod hibrida nego kod japanskog dvornika.

Prvobitna namjera bila je mjerenje samih prašnika, međutim to se pokazalo dosta problematično, jer prašnici nisu bili u povoljnom stanju za izoliranje kao i za mjerenje cijele njihove duljine. Fotografiranje samih prašnika jedinki bilo je otežano, zbog toga što cvjetovi nisu bili u svježem stanju nego u suhom, pri čemu je bilo nemoguće fotografirati prašnike u povoljnom stanju. Primijećena je razlika u duljini prašnika kod vrsta *Reynoutria japonica* i hibrida *Reynoutria × bohemica*, iako ne kod svih uzoraka, čime se to svojstvo ne može u potpunosti upotrijebiti kao svojstvo za determinaciju između svojti. Vjerojatno bi prašnike mogli znatno bolje vidjeti kao i fotografirati da su cvjetovi bili u svježem stanju, budući da se sušenjem i herbariziranjem otežalo izoliranje kao i vidljivost prašnika.



S obzirom na dvojbenu funkcionalnost prašnika, češki dvornik svoje širenje temelji na vegetativnom razmnožavanju. Pri tome uspješnost korištenja resursa ima značajnu ulogu, čemu povećanje listova sigurno pridonosi. Rezultatima ovog istraživanja nije moguće odrediti u kojoj mjeri veličina listova doprinosi uspješnoj ekspresiji invazivnosti ove svojte, no pruža smjernice za neka buduća istraživanja kojima bi trebalo obuhvatiti i neke druge aspekte poput genetske raznolikosti i alelopatskog djelovanja.

## 6. ZAKLJUČAK

Na temelju provedenih analiza može se zaključiti sljedeće:

1. Odabrane morfološke karakteristike listova pogodne su za razlikovanje japanskog od češkog dvornika.
2. Zbog znatno veće morfološke varijabilnosti listova sporednih osi, prilikom determinacije treba koristiti primarno listove glavnih osi, što se odnosi i na karakteristiku pojavljivanja tzv. „negativne“ srcolikosti.
3. Kod cvjetova japanskog dvornika *Reynoutria japonica* ustanovljeni su slabije razvijeni prašnici.
4. U budućnosti je potrebno provesti molekularne analize unutar roda *Reynoutria*.

## 7. LITERATURA

Aguilera A.G., Alpert A., Dukes J. S., Harrington R. (2010): Impacts of the invasive plant *Fallopia japonica* (Houtt.) on plant communities and ecosystem processes. *Biological invasions* 12: 1243-1252.

Alberternst B., Bohmer H. J. (2011): Nobanis – Invasive Alien Soecuces Facht Sheet – *Fallopia japonica*.

Alegro A., Šegota V., Vuković N. (2016): Diversity of invasive plants on Medvednica Mt (Croatia). U: Jelaska S. D. (ur.) 2. Hrvatski simpozij o invazivnim vrstama s međunarodnim sudjelovanjem. Zbornik sažetaka 33.

Bailey J.P., Child L.E., Conolly A.P. (1996): A survey of the distribution of *Fallopia* × *bohemica* (Chrtk & Chrtkova) J. Bailey (Polygonaceae) in the British Isles. *Watsonia* 21: 187-198.

Bailey J. P., Conolly A.P. (2000): Prize-winners to pariahs – A history of Japanese Knotweed *s.l.* (Polygonaceae) in British Isles. *Watsonia* 23: 93-110.

Bailey J., Wisskirchen R. (2006): The distribution and origins of *Fallopia* × *bohemica* (Polygonaceae) in Europe. *Nordic Journal of Botany* 24: 173-200.

Barney JN., Tharayil N., DiTommaso A., Bhowmik PC. (2006): The Biology of Invasive Alien Plants in Canada. 5. *Polygonum cuspidatum* Sieb. & Zucc. [= *Fallopia japonica* (Houtt.) Ronse Decr.]. *Can J Plant Sci* 86: 887-905.

Bimova K., Mandak B., Pyšrek P. (2003): Experimental study of vegetative regeneration in four invasive *Reynoutria* taxa (Polygonaceae). *Plant Ecol.* 166: 1-11.

Boršić I., Borovečki-Voska Lj., Kutleša P., Šemnički P. (2015): New localities of *Heracleum mantegazzianum* Sommier et Levier (Apiaceae) in Croatia and control measures taken. *Periodicum biologorum* 449-452.

Boršić I., Milović M., Dujmović I., Bogdanović S., Ciglić P., Rešetnik I., Nikolić T., Mitić B. (2008): Preliminary check-list of invasive alien plants species (IAS) in Croatia. *Natura Croatica* 17 (2): 55-71.

Child L., Wade M. (2000): The Japanese knotweed manual: The management and control of an invasive alien weed. Packard Publishing Limited, Chichester.

Chrtěk J., Chrtková A. (1983): *Reynoutria* × *bohemica*, nový krizenec z celedi Rdesnovitých. Casopis Narodního Muzea: 152-120.

Cigić P., Nikolić T., Plazibat M., Hršak V., Jelaska S. (2003): The distribution of the genus *Impatiens* L. (Balsaminaceae) in Medvednica Nature Park, Croatia. Nat. Croat: 19-29.

Claeson S. M., Leroy C. J., Barry J. R., Kuehn K. A. (2014): Impacts of invasive riparian knotweed on litter decompositions, aquatic fungi, and macroinvertebrates. Biological Invasions 16: 1531.

Conolly A.P. (1977): The distribution and history in the British Isles of some alien species of *Polygonum* and *Reynoutria*. Watsonia 11: 291-311.

Didham R.K., Tylianakis J. M., Hutchison M. A., Ewers R.M., Gemmill N.J. (2005): Are invasive species the drivers of ecological change? Trends in Ecology and Evolution 20: 470-474.

Dobrović I., Boršić I., Milović M., Bogdanović S., Cigić P., Rešetnik I., Nikolić T., Mitić B. (2006): Invazivne vrste u Hrvatskoj-preliminarni izvještaj: 146-147.

Flora Croatica Database <https://hirc.botanic.hr/fcd/> ( datum pristupa : 15.03.2018.)

Fojcik B., Tokarska-Guzik B. (2000) *Reynoutria* × *bohemica* (Polygonaceae) – a new taxon to the Polish flora. Fragmenta Floristica et Geobotanica Polonica 7: 63-71.

Giovanetti M., Vuković N., Jelaska S. D. (2014): Australian acacias across eastern Adriatic – abundant but not aggressive. Periodicum biologorum 449-452.

Gurevitch J., Padilla D.K. (2004): Are invasive species a major cause of extinctions? Trends in Ecology and Evolution 19: 470-474.

Handeland S. (2000): *Fallopia* (*japonica*, *sachalinensis*, × *bohemica*). Flora Nordica 1: 276-278.

Hejda M., Pyšek P., Jarošík V. (2009): Impact on invasive plants on the species richness. Diversity and composition of invaded communities. Journal of Ecology 97: 393-403.

Hlavati Širka V., Lakušić D., Šinžar-Sekulić J., Nikolić T., Jovanović S. (2013): *Reynoutria sachalinensis*: a new invasive species to the flora of Serbia and its distribution in SE Europe 37 (2): 105-112

Hruševar D., Vladović D., Ževrnja N., Vlaović D., Mitić B. (2017): *Convolvulus sabatius* subsp. *mauritanicus* (Boiss.) Murb. – just a new casual alien plant in Dalmatia or...? *Periodicum biologorum*: 219-222.

Hrvatska agencija za okoliš i prirodu <http://www.haop.hr/hr/pocetna-stranica> (datum pristupa: 23.08.2018.)

Jasprica N., Lasić A., Hafner D., Bratoš Cetinić A. (2017): EUROPEAN Invasion in progress: *Myriophyllum heterophyllum* Michx. (Haloragaceae) in Croatia. *Acta Botanica Croatica* 26(1): 99-103.

Journal of Traditional Medicine & Clinical Naturopathy - <https://www.omicsonline.org/open-access/fallopia-japonica-bioactive-secondary-metabolites-and-molecular-modeof-anticancer-.php?aid=80920&view=mobile> (datum pristupa 14.03.2018.)

Kappes H., Lay R., Topp W. (2007): Changes in different trophic levels of litter-dwelling macrofauna associated with giant knotweed invasion. *Ecosystems* 10: 734-744.

Kim J.Y., Park C.W. (2000): Morphological and chromosomal variation in *Fallopia* section *Reynoutria* (Polygonaceae) in Korea. *Brittonia* 52: 34-48.

Kočić A., Horvatić J., Jelaska S. D. (2014): Distribution and morphological variations of invasive macrophytes *Elodea nuttalli* (Planch.) H. St. John and *Elodea canadensis* Michx in Croatia. *Acta Bot. Croat.* 73 (2): 1–10.

Lodeta V., Novak N. (2010): Japanski pridvornik (*Reynoutria japonica* Houtt.) alohtona invazivna vrsta u Hrvatskoj. Programi i sažetci priopćenja 54. seminara biljne zaštite.

Mack R.N., Simberloff D., Lonsdale W. M., Evans H., Clout M., Bazzaz F.A. (2000): Biotic invasions: Causes, epidemiology, global consequences and control. *Ecological Applications* 10: 689-710.

Mandak B., Pyšek P., Bimova K. (2004): History of invasion and distribution of *Reynoutria* taxa in the Czech Republic: a hybrid spreading faster than its parents. *Preslia* 76: 15-64.

Maslo S. (2015): Cilindrična opuncija *Cylindropuntia imbricata* (Haw.) F.M.Knuth nova alohtona vrsta u Hrvatskoj -kratko priopćenje. *Glasnik Hrvatskog botaničkog društva* 3(3): 33-34.

- Maurel N., Salamon S., Ponge J., Machon N., Moret J. (2010): Does the invasive species *Reynoutria japonica* have an impact on soil and flora in urban wastelands? Springer Verlag 12: 1709-1719.
- Nikolić T., Mitić B., Boršić I. (2014): Flora Hrvatske invazivne biljke, Alfa d.d, Zagreb
- Nikolić T., Mitić B., Milašinović B., Jelaska S. D. (2013): Invasive alien plants in Croatia as a threat to biodiversity of South-Eastern Europe: Distributional patterns and range size. *Comptes Rendus Biologies* 336: 109-121.
- Padula M., Lastrucci L., Fiorini G., Galasso G., Zoccola A., Quilghini G. (2008): Prime segnalazioni di *Reynoutria* × *bohemica* Chrtek & Chrtková (Polygonaceae) per l'Italia e analisi della distribuzione del genere *Reynoutria* Houtt. *Atti Soc. it. Sci. nat. Museo civ. Stor. nat.* 149: 77-108.
- Peternel R., Čulig J., Srnec L., Mitić B., Vukušić I., Hrga I. (2005): Variation in ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) pollen concentration in central Croatia, *Ann. Agric. Environ. Med.* 12, 11 – 16:143-149.
- Purger D., Kovačić S., Csiky J. (2017): Bouché's star of Bethlehem, *Ornithogalum boucheanum* (Kunth) Asch. (Hyacinthaceae), a new species in flora of Croatia, *Acta Bot. Croat.* 76 (2): 191–195.
- Relva M. N., Nunez M.A., Simberloff D. (2010): Introduced deer affect native plant communities and facilitate non-native tree species in temperate forests in Patagoniam, Argentina. *Biological invasions* 12: 303-311.
- Richardson D. M., Pyšek P., Rejmanek M., Barbour M.G., Panetta F. D., West C.J. (2000): Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. *Diversity and Distributions* 6: 93-107.
- Rouifed S., Piola E. (2009): Contrasting influence of cutting on belowground growth rate of Japanese knotweeds *Fallopia japonica* and *Fallopia* × *bohemica*, *Book of Abstracts, World conference on biological invasion and ecosystem functioning.*
- Schnitzler A., Muller S. (1998): Ecology and biogeography of highly invasive plants in Europe: giant knotweeds from Japan (*Fallopia japonica* and *F.sachalinensis*), *Revue d'Ecologie (la Terre et la Vie)* 53 (1): 3-38

Sirbu C., Oprea AD. (2008): Two alien species in the spreading process in Romania: *Reynoutria × bohemica* Chrtek & Chrtková and *Grindelia Squarrosa* (pursh) Dunal. *Cercetări Agronomice în Moldova* 134: 41-50.

Strgulc Krajšek S., Jogan N. (2011): The genus *Fallopia* Adans. in Slovenia. *Hladnikia* 28: 17-40.

Tiebre M.S., Vanderhoeven L., Saad L., Mahy A. (2007): Hybridization and sexual reproduction in the invasive alien *Fallopia* (Polygonaceae) complex in Belgium. *Annals of Botany* 99: 193-203.

Uredba (EU, 1143/2014) o sprječavanju i upravljanju unošenja i širenja invazivnih stranih vrsta <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/hr/TXT/?uri=CELEX:32014R1143> (datum pristupa 08.04.2018.)

Urgenson L. S., Reichard S. H., Halpern C. B. (2009): Community and ecosystem consequences of giant knotweed (*Polygonum sachalinense*) invasion into riparian forests of western Washington, USA. *Biological Conservation* 142: 1536-1541.

Vitousek P. M., Antonio C. M., Loope L. L., Rejmanek M., Westbrooks R. (1997): Introduced species: a significant component of human-caused global change. *New Zealand Journal of Ecology* 21: 1-16.

Vukelić J. (2012): Šumska vegetacija Hrvatske, DZZP / Šumarski fakultet, Zagreb

Vuković N., Bernardić A., Nikolić T., Hršak V., Plazibat M., Jelaska S. D. (2010): Analysis and distributional patterns of the invasive flora in a protected mountain area-a case study of Medvednica Nature Park (Croatia). *Acta Societatis Botanicorum Poloniae* 79 (4).

Vuković N, Šegota V., Alegro A., Koletić N. (2016): Flying under the radar – invasive *Reynoutria × bohemica* Chrtek et Chrtkova (Polygonaceae) in Croatia. Book of abstracts of the 5th Croatian Botanical Symposium with international participation 50-51.

Webber, E. (2005): *Invasive Plant Species of the World, A Reference Guide to Environmental Weeds*, Geobotanical Institute, Swiss Federal Institute of Technology, Zurich.

Zakon o sprječavanju unošenja i širenja stranih te invazivnih stranih vrsta i upravljanju njima NN 15/18. [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2018\\_02\\_15\\_310.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2018_02_15_310.html) (datum pristupa 17.03.2018.)

Zakon o zaštite prirode (NN, 80/13

[https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2013\\_06\\_80\\_1658.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2013_06_80_1658.html) (datum pristupa  
17.03.2018.)

Zaninović K., Gajić-Čapka M., Perčec Tadić M. (2008): Klimatski atlas Hrvatske, Zagreb



## **ŽIVOTOPIS**

Rođena sam 09. kolovoza 1993. u Zenici, BiH. Nakon završene Osnovne škole u Busovači završavam Opću gimnaziju Katolički školski centar „Sv. Pavao“ u Zenici. Godine 2012. upisujem se na preddiplomski studij Urbano šumarstvo, zaštita prirode i okoliša na Šumarskom fakultetu u Zagrebu, te isti završavam 2015. godine.