

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
PRIRODOSLOVNO – MATEMATIČKI FAKULTET
BIOLOŠKI ODSJEK

Sanja Červený

**FENOTIPSKA PLASTIČNOST LISTOVA VRSTE *Ranunculus acris* L.
(*Ranunculaceae*) U RAZLIČITIM SVJETLOSNIH UVJETIMA**

Diplomski rad

Zagreb, 2011.

Ovaj rad, izrađen u Botaničkom zavodu, pod vodstvom Dr. sc. Tonija Nikolića, prof., predan je na ocjenu Biološkom odsjeku Prirodoslovno – matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu radi stjecanja zvanja prof. biologije i kemije.

Pripadnost Sveučilištu od samog početka odredila je Botaničkom vrtu prvu i osnovnu namjenu da služi nastavnom i znanstvenom radu. Studenti Prirodoslovnog – matematičkog, Šumarskog i Agronomskog fakulteta imaju široku mogućnost da upoznaju velik broj predstavnika biljnog svijeta, prate razvoj i druge životne pojave na pojedinim vrstama i odlikama, i to u životnim uvjetima sličnim onima u prirodi. Studentima biologije Botanički vrt služi i kao laboratorij gdje obavljaju praktičnu nastavu npr. iz morfologije, sistematike, ekologije, hortikulture itd. (Regula 1996).

Kao budući profesor biologije i kemije, i ja sam svoj istraživački dio diplomskog rada odradila u Botaničkom vrtu u okviru kojega se smjestio Botanički zavod PMF –a.

Mentoru Dr. sc. Toniju Nikoliću, prof. dugujem zahvalu zbog susretljivosti, strpljivosti i uložene energije tijekom odabira teme, eksperimentalnog dijela, te završnog oblikovanja moga diplomskog rada. Hvala!

Bratiću Anti zahvaljujem što je ono malo slobodnoga vremena utrošio poučavajući me i pomažući pri statističkoj analizi prikupljenih podataka. Bratu Tomislavu hvala na informatičkom opismenjavanju i dragocjenim napomenama u rješavanju kompjuterskih problema.

Djelatnicima Nacionalne i sveučilišne knjižice u Zagrebu, Knjižnice grada Zagreba te voditeljici Središnje knjižnice Biološkoga odsjeka Mr. sc. Grozdani Sirotić želim zahvaliti na pomoći prilikom pretraživanja kataloga i pokojem savjetu.

Mojoj porodici, familiji i prijateljima jedno veliko hvala što uvijek vjeruju u mene i bezuvjetno me podržavaju.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište u Zagrebu

Prirodoslovno-matematički fakultet
Biološki odsjek

Diplomski rad

FENOTIPSKA PLASTIČNOST LISTOVA VRSTE *Ranunculus acris* L. (*Ranunculaceae*) U RAZLIČITIM SVJETLOSNIH UVJETIMA

Sanja Červený

Biološki odsjek, Prirodoslovno-matematičkog fakulteta, Rooseveltov trg 6, Zagreb

U ovom diplomskom radu je analizirano osam osobina lista vrste *Ranunculus acris* uzgojene u Botaničkom vrtu u Zagrebu iz sjemenki sabranih s matičnih biljaka jedne populacije iz Gornje Stubice. Kroz 100 dana 60 biljaka je podvrgnuto različitim količinama sunčevog zračenja. Kvantitativni podaci mjerenih osobina dobiveni su prije i poslije izloženosti biljaka intenzivnom sunčevom zračenju / dubokoj zasjenjenosti i statistički obrađeni.

Provjera normalne distribucije varijabli provedena je Kolmogorov-Smirnov testom a pojava fenotipske plastičnosti i razvojne varijabilnosti Mann-Whitney testom. Vrijednosti dobivenih izračuna prikazane su histogramima. Ustanovljena je očekivana visoka varijabilnost u dimenzijama i brojnosti mjerenih karakteristika lista, visoka povezanost broja lisnih vrhova sa lisnim vrhovima srednjeg isperka lista kao i visoka povezanost između širine i duljine lista. Najveće korelacije između nekih varijabli prikazane su scatter-dijagramima. Većina karakteristika je normalno distribuirana. Fenotipska plastičnost je ustanovljena za duljinu peteljke lista i brojnost razvijenih listova. Varijabilnost jedinke u vremenu utvrđena je za sve proučavane karakteristike lista.

(82 stranice, 28 slika, 15 tablica, 60 literaturnih navoda, 2 priloga, jezik izvornika: hrvatski jezik)

Rad je pohranjen u Središnjoj biološkoj knjižnici

Ključne riječi: list , fenotipska plastičnost , sunčevo zračenje , razvojna varijabilnost , *Ranunculus acris*

Voditelj: Dr. sc. Toni Nikolić, prof.

Ocjenitelji: Dr. sc. Toni Nikolić, prof.

Dr. sc. Tomislav Cvitaš, prof.

Dr. sc. Biserka Prugovečki, doc.

Dr. sc. Ines Radanović, prof.

Rad prihvaćen: 09.02.2011.

BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb

Faculty of Science

Department of Biology

Graduation Thesis

PHENOTYPIC PLASTICITY OF LEAVES *Ranunculus acris* L. (*Ranunculaceae*) IN DIFFERENT LIGHT CONDITIONS

Sanja Červený

Department Division of Biology, Faculty of Science, Rooseveltov trg 6, Zagreb

This thesis analyzes the characteristics of eight leaves of *Ranunculus acris* grown in the Botanical garden in Zagreb, from the seeds collected from parent plants of a population from Gornja Stubica. During 100 days 60 plants were subject to different amounts of solar radiation. Quantitative data of the measured traits was obtained before and after the intense exposure to the sunlight/deep opacity. Afterwards that same data was statistically analyzed. Normal distribution verification of variables was performed using Kolmogorov-Smirnov test while the occurrence of phenotypic plasticity and developmental variability was discovered using the Mann-Whitney test. Values obtained from both calculations are shown in histograms. The following was discovered: there was the expected high variability in dimensions and abundance of measured characteristics of the leaves, the high correlation of number of leaf tops and the middle barb leaf tops, and the high correlation between the width and the length of the leaf. The highest correlations between some variables are shown in scatter-diagrams. Most characteristics are normally distributed. Phenotypic plasticity has been identified for the leaf stalk length and the abundance of developed leaves. Unit variability in time was found for all studied leaf characteristics.

(82 pages, 28 figures, 15 tables, 60 references, 2 appendices, original in Croatian)

Thesis deposited in Central biological library

Key words: leaf , phenotypic plasticity , solar radiation , developmental variability , *Ranunculus acris*

Supervisor: Dr. Toni Nikolić, Asst. Prof.

Reviewers: Dr. Toni Nikolić, Assoc. Prof.

Dr. Tomislav Cvitaš, Assoc. Prof.

Dr. Biserka Prugovečki, Asst. Prof.

Dr. Ines Radanović, Assoc. Prof.

Thesis accepted: 9TH of February, 2011

SADRŽAJ:

1. U V O D	1
1.1. SUNČEVA RADIJACIJA I BILJNI SVIJET	1
1.2. ELEMENTI EKOLOGIJE BILJA	2
1.2.1. KLIMATSKI FAKTORI	3
1.2.1.1. VODA	3
1.2.1.2. TEMPERATURA	4
1.2.1.3. SVJETLOST	4
1.2.2. ŽIVOTNI OBLICI ORGANIZAMA	5
1.2.3. GENOTIP, FENOTIP I FENOTIPSKA PLASTIČNOST	5
1.2.4. UTJECAJ NEKIH KLIMATSKIH FAKTORA NA LIST BILJKE	7
1.3. MORFOLOGIJA LISTA	8
1.4. SISTEMATIKA BILJAKA	9
1.4.1. PORODICA <i>RANUNCULACEAE</i>	10
1.4.2. ROD <i>RANUNCULUS</i>	10
1.4.3. VRSTA <i>RANUNCULUS ACRIS L.</i> (sinonim: <i>R. acer L.</i>)	10
1.4.3.1. MORFOLOŠKA OBILJEŽJA	11
1.4.3.2. RASPROSTRANJENOST, ŽIVOTNA SREDINA, NALAZIŠTE	12
2. CILJ ISTRAŽIVANJA	13
3. MATERIJAL I METODE	14
3.1. MATERIJAL	14
3.2. METODE RADA	14
3.2.1. RAD S MATERIJALOM	14
3.2.2. METODE MJERENJA	15
3.2.2.1. MJERENJE POMIČNOM MJERKOM	15
3.2.2.2. ODREĐIVANJE BROJA DLAKA NA LISTOVIMA	16
3.2.2.3. ODREĐIVANJE BROJNOSTI OSTALIH OSOBINA LISTA	18
3.2.3. STATISTIČKA OBRADA PODATAKA	18
3.2.3.1. DEFINIRANJE UZORKA	18
3.2.3.2. OSNOVNI STATISTIČKI PARAMETRI	19
3.2.3.3. KORELACIJA	21
3.2.3.4. TESTOVI	22
4. R E Z U L T A T I	25
4.1. ŠIRINA LISTA	25
4.2. DULJINA LISTA	26
4.3. DULJINA PETELJKE LISTA	27
4.4. BROJ LISNIH VRHOVA	28
4.5. BROJ LISNIH VRHOVA SREDNJEG ISPERKA LISTA	29
4.6. BROJ RAZVIJENIH LISTOVA	30
4.7. BROJ DLAKA LICA LISTA	31
4.8. BROJ DLAKA NALIČJA LISTA	33

4.9. KORELACIJA	33
4.10. KOLMOGOROV-SMIRNOV TEST	38
4.11. MANN – WHITNEY TEST	42
5. RASPRAVA.....	44
5.1. KVANTITATIVNE OSOBINE LISTA	45
5.1.1. ŠIRINA LISTA	45
5.1.2. DULJINA LISTA	45
5.1.3. DULJINA PETELJKE LISTA	46
5.1.4. BROJ LISNIH VRHOVA	47
5.1.5. BROJ LISNIH VRHOVA SREDNJEG ISPERKA LISTA.....	48
5.1.6. BROJ RAZVIJENIH LISTOVA	48
5.1.7. BROJ DLAKA LICA LISTA po cm ²	49
5.1.8. BROJ DLAKA NALIČJA LISTA po cm ²	49
5.1.9. KOEFICIJENTI VARIJABILNOSTI	50
5.1.9.1. DULJINA I ŠIRINA LISTA.....	50
5.1.9.2. DULJINA PETELJKE LISTA	50
5.1.9.3. BROJ LISNIH VRHOVA.....	51
5.1.9.4. BROJ RAZVIJENIH LISTOVA	51
5.1.9.5. BROJ DLAKA LISTA po cm ²	51
5.2. FENOTIPSKA PLASTIČNOST OSOBINA LISTA	52
5.2.1. KORELACIJA.....	52
5.2.2. KOLMOGOROV-SMIRNOV TEST.....	53
5.2.3. MANN-WHITNEY TEST.....	54
6. ZAKLJUČAK.....	55
7. POPIS LITERATURE	58
8. PRILOZI.....	64

1. U V O D

1.1. SUNČEVA RADIJACIJA I BILJNI SVIJET

R a d i j a c i j a predstavlja Sunčevo zračenje (različite valne duljine) ili, pak, zračenje tijela zagrijanog od Sunca. Atmosfera zadržava jedan dio Sunčeve radijacije (insolacije), a drugi dio dolazi do tla i zagrijava ga. Intenzitet Sunčevog zračenja ovisi o visini Sunca nad horizontom (od geografske širine), od godišnjeg doba, a različit je u razno doba dana. U vedrom ljetnom sunčanom danu, u podnevnim satima, do Zemljine površine dopire 70-80% Sunčevog zračenja (Kojić 1988).

Zrake sunčeve svjetlosti koje padaju na zemljinu površinu imaju različite valne duljine. Valne duljine od 400 do 800 nanometara čine vidljivi dio spektra, dok su kraći (ultravioletni, x-zraci i kozmički zraci) i dulji (infracrveni i radiovalovi) nevidljivi. Za zelene biljke su najvažnije valne duljine pri kojima se odvija fotosinteza (fiziološka radijacija), tj. one koje apsorbiraju pigmenti plastida i imaju valnu duljinu 300 do 700 nanometara. Najveću učinkovitost imaju valne duljine 600 do 700 nanometara (narančasto crvena), koje isključivo apsorbira klorofil. Valne duljine 300 do 400 nanometara (ultraviolet, UV), ograničavaju rast biljaka dok je valna duljina kraća od 300 nanometara štetna pa čak i ubojita za biljku. Infracrvene zrake (toplotne) s valnom duljinom od 750 do 1000 nanometara pigmenti slabo apsorbiraju i skoro da nemaju praktično značenje za fiziološke procese biljaka, dok oni s valnom duljinom iznad 1000 nanometara bivaju apsorbirani od strane vode u tkivima lista i utiču na toplotni režim cijele biljke. Svjetlosni režim biljaka direktno ovisi o Sunčevoj radijaciji. Sunčeva radijacija – njen intenzitet, spektralni sastav svjetlosti i duljina dnevnog trajanja – sve to predstavlja značajan ekološki faktor, koji u znatnoj mjeri određuje odlike staništa biljaka. Često se misli da je temperatura ta koja jako varira, ali obim te varijacije je ekstremno mali u usporedbi sa svjetlom. Intenzitet svjetlosti može doseći maksimum (od vrijednosti blizu nule) u samo nekoliko sati. Osim sudjelovanja svjetlosti u procesu fotosinteze, od velikog je značenja i za druge procese u biljkama – transpiraciju (otvaranje, zatvaranje puči), rast, razvoj, primanje tvari. Svjetlost ima utjecaj i na formiranje vanjske i unutrašnje građe biljaka. Ako se biljka nađe u uvjetima nedovoljne osvjetljenosti, može doći do toga da se fotosintezom izgradi manje tvari nego što se disanjem razloži. Zbog toga je za zelene biljke važno da

imaju takav intenzitet osvjetljenosti, pri kojemu će se ova dva procesa nalaziti u određenoj ravnoteži.

Često je direktna Sunčeva svjetlost opasna za biljke zato što pod njenim djelovanjem može doći do razaranja klorofila i citoplazme. Difuznu svjetlost biljke u potpunosti iskorištavaju zato što u njoj prevladavaju za vegetaciju korisne žuto-crvene valne duljine, koje dosežu 50-60%, dok ih u direktnoj svjetlosti nema više od 37%.

Praktično, organizmi svu za njih važnu (prirodnu) energiju dobivaju direktno ili indirektno od Sunca (Kojić 1988, Janjatović 1989, Arora i Gupta 1995).

1.2. ELEMENTI EKOLOGIJE BILJA

Ekologija biljaka (fitoekologija) je znanstvena disciplina koja proučava međusobni odnos biljaka i njihove okoline, žive i nežive (Brahe 1975).

Vanjska sredina je skup svih faktora koji djeluju na biljke, na mjestu gdje žive. Ekološke faktore možemo podijeliti na dvije velike grupe: 1) **a b i o t i č k e** i 2) biotičke.

U prvu grupu spadaju fizikalno-kemijski uvjeti sredine: klimatski, edafski i orografski, a u drugu se ubrajaju utjecaji koji na određeni organizam imaju druga živa bića (biljke, životinje i čovjek). **Klimatski faktori** imaju veliki utjecaj na biljke i obuhvaćaju: svjetlost, temperaturu, vodu i zrak. Još se izdvajaju i antropogeni faktori koji potiču od djelovanja čovjeka.

Osim toga, prema karakteru djelovanja, ekološke faktore možemo podijeliti na neposredne i posredne. Neposredni ekološki faktori, dakle, oni čije se djelovanje neposredno očitava su, na primjer: temperatura, svjetlost i vlaga. Faktori sa posrednim djelovanjem su, na primjer, nadmorska visina (sa čijom se promjenom mijenjaju i uvjeti temperature, svjetlosti...), ekspozicija (Kojić 1988). Utjecaji vanjske sredine na biljke su raznovrsni i mnogobrojni.

Prilikom izučavanja sredine, odnosno utjecaja ekoloških faktora na biljke, treba voditi računa da oni uvijek djeluju zajedno, kompleksno na jednom staništu i da se stalno mijenjaju u prostoru i vremenu. Intenzitet i kvaliteta ekoloških faktora, na svakom određenom mjestu, mijenja se tokom dana i noći, kao i tijekom godine (Janjatović 1989).

U prvu grupu spadaju fizikalno-kemijski uvjeti sredine: klimatski, edafski i orografski, a u drugu se ubrajaju utjecaji koji na određeni organizam imaju druga živa bića (biljke,

životinje i čovjek). **Klimatski faktori** imaju veliki utjecaj na biljke i obuhvaćaju: svjetlost, temperaturu, vodu i zrak. Još se izdvajaju i antropogeni faktori koji potiču od djelovanja čovjeka.

Osim toga, prema karakteru djelovanja, ekološke faktore možemo podijeliti na neposredne i posredne. Neposredni ekološki faktori, dakle, oni čije se djelovanje neposredno očitava su, na primjer: temperatura, svjetlost i vlaga. Faktori sa posrednim djelovanjem su, na primjer, nadmorska visina (sa čijom se promjenom mijenjaju i uvjeti temperature, svjetlosti...), ekspozicija (Kojić 1988). Utjecaji vanjske sredine na biljke su raznovrsni i mnogobrojni.

Prilikom izučavanja sredine, odnosno utjecaja ekoloških faktora na biljke, treba voditi računa da oni uvijek djeluju zajedno, kompleksno na jednom staništu i da se stalno mijenjaju u prostoru i vremenu. Intenzitet i kvaliteta ekoloških faktora, na svakom određenom mjestu, mijenja se tokom dana i noći, kao i tijekom godine (Janjatović 1989).

1.2.1. KLIMATSKI FAKTORI

Klimatski faktori, općenito, ovise o geografskom položaju nekog mjesta. Globalno, makroklima ima utjecaj na biljke. Od velikog značenja su i klimatske razlike lokalnog karaktera. Specifična klima jednog uskog ograničenog prostora označava se kao *m i k r o k l i m a*, koju treba razlikovati od posebnih klimatskih uvjeta koji se stvaraju u okviru jedne zajednice, što se označava kao *e k o k l i m a*. Vegetacija, bez sumnje, jako utječe na prostor u kojem se nalazi čineći specifičnu klimu, koja se označava kao *f i t o k l i m a* (Kojić 1988).

1.2.1.1. VODA

Voda ima veliki fiziološki značaj za biljke (za životne procese, turgor). Ekološki značaj vode se ogleda u njezinoj važnoj ulozi u rasprostranjenosti biljaka na površini Zemlje i, s druge strane, u njenom velikom utjecaju na vanjski izgled i unutrašnju građu biljaka. S obzirom na sredinu u kojoj žive, mogu se razlikovati dvije velike grupe biljaka: vodene (hidrofiti) i kopnene biljke (higrofiti, mezofiti i kserofiti).

- Higrofiti - kopnene biljke prilagođene na veliku vlažnost zemlje i atmosfere.
- Mezofiti – biljke umjereno vlažnih staništa koje imaju i druge umjerene uvjete (na primjer temperatura i zrak). Predstavljaju vrlo raznoliku i rasprostranjenu grupu biljaka u koju spada većina drveća i žbunja, zeljaste livadne biljke, poljski korovi i najveći dio kultiviranih biljaka (Janjatović 1989).

1.2.1.2. TEMPERATURA

Temperatura je jedan od jako bitnih ekoloških faktora. Svi fiziološki i biokemijski procesi se odvijaju samo u određenim temperaturnim granicama. Pri običnoj temperaturi listovi ispuštaju i apsorbiraju velike količine dugovalne radijacije. Direktna ili odbijena radijacija obuhvaća cijelu površinu lista. Dio energije list apsorbira i pri tom se zagrijava. Sasvim mali dio listom apsorbirane energije koristi se za fotosintezu a veliki dio se troši u procesu transpiracije. Dio energije se odbija a jedan dio insolacije prolazi kroz list (Kojić 1988).

Za temperaturu se ne može reći da predstavlja faktor koji potpuno ograničava opstanak biljaka, čak i na staništima koja imaju ekstremno niske, odnosno visoke temperature (Janjatović 1989).

1.2.1.3. SVJETLOST

Svjetlost je treći važan ekološki faktor koji uvjetuje rasprostranjenost biljaka i oblik životnih zajednica.

Različitim uvjetima osvjetljenosti na pojedinim staništima prilagodile su se posebne životne forme: biljke svjetlosti – heliofiti i biljke hlada – skiofiti (Singh 2000). Postoje mnoge biljke koje povremeno mogu rasti u sjeni ali maksimum razvoja postižu pod jakom svjetlosti. Takvi su mnogi korovi koji se uspješno razvijaju i donose sjeme u uvjetima zasjenjenja od strane uzgajanih biljaka. U suprotnosti, obavezni skiofiti rastu najbolje u sjeni. Vrste koje mogu rasti na zasjenjenim područjima nazivamo tolerantnim, a stupanj tolerancije ovisi o vlažnosti tla, temperaturi i ostalim faktorima od kojih svjetlost ima glavni utjecaj. Vrste koje ne mogu preživjeti i dobro se razviti pri smanjenom osvjetljenju nazivaju se netolerantnim vrstama (Arora i Gupta 1995a).

Tolerantnost na različite fizikalne uvjete čini razliku između vrsta, ali može doći i do pojavljivanja razlika (morfoloških, anatomskih, fizioloških, citoloških, molekularnih) između pojedinih jedinki iste vrste u istoj populaciji (Tivy 1995).

1.2.2. ŽIVOTNI OBLICI ORGANIZAMA

Objekt ispitivanja u ekologiji su i životni oblici (ili životne forme), slično kao što su u sistematici vrste. Životni oblik nastaje dugim međusobnim djelovanjem biljaka i vanjske sredine. Odlikuje se određenom morfološko-anatomskom građom i fiziološkim osobinama. Životni oblik nema ništa zajedničkog sa sistemskim srodstvom. Tako se, pod sličnim ekološkim uvjetima, često formiraju slične životne forme biljaka koje su po srodstvu jako udaljene (Janjatović 1989). Svi organizmi koji žive na jednom staništu nisu na isti i podjednak način prilagođeni, već se različite vrste na iste vanjske uvjete sredine različito prilagođavaju, u skladu sa svojim osobinama i mogućnostima (Kojić 1988).

1.2.3. GENOTIP, FENOTIP I FENOTIPSKA PLASTIČNOST

Svako je svojstvo organizma ponajprije izraz određenih genetski uvjetovanih procesa i djelovanja u njegovu razvitku. No, osim toga, na oblikovanje organizma utječe i okoliš. Organizam u svom konačnom obliku (fenotipu) nije samo rezultat naslijeđem određenoga biološkog razvitka nego zajedničkog djelovanja naslijeđa i životnog okoliša.

G e n o t i p je naziv kojim se označava ukupno naslijeđe organizma. To je zbroj svih nasljednih faktora, gena, koji ta svojstva određuju (Levine 1971, Brahe 1975). Genetička adaptacija je prilagođavanje organizama jedne vrste na uvjete sredine putem izmjena u genotipu jedinki u prirodnim populacijama (Dumanović i sur. 1985). Geni ne određuju samo karakter svojstava nego i granice unutar kojih se mogu dogoditi njihove promjene. No promjena će nastati tek utjecajem okoliša. Često je teško razlikovati pojedinačne utjecaje genetskih i vanjskih čimbenika. Tako se putem fenotipova raspoznaju sličnosti i razlike među organizmima (Levine 1971).

F e n o t i p je sveukupnost osobina koje karakteriziraju jedan organizam.. Fenotip u užem smislu odnosi se na izgled (i variranje) jedne određene osobine (Dumanović i sur. 1985).

Potomci ne nasljeđuju od roditelja fenotipove, već sposobnost da ih proizvedu. Promjene fenotipa prouzročene okolinom ne odražavaju promjene u genotipu, nego više reagiranje organizma na okolinu. Isti genotipovi razvojem u različitim sredinama daju različite fenotipove (Levine 1971).

Različiti pojavni oblici koje pojedini individuum poprima, već prema tome pod kakvim se uvjetima razvijao, zovu se modifikacije ili nenasljedne promjene. Modifikacija nastaje kao prilagodba na okolinu. Kod mutacija, naprotiv, nasljedna tvar se mijenja i novonastala svojstva prenose se na sve potomke. Na broj mutacija utiču i genetski faktori i faktori sredine (Dumanović i sur. 1985).

Veći broj potomaka stvaraju organizmi koji imaju korisne varijacije. Dio varijacija uvjetovan je ontogenetski. Drugi dio varijabilnosti je kada se fenotip jedinke mijenja neposrednim djelovanjem vanjskih čimbenika, tj. okoline, na tijelo biljke i nazivamo ga **fenotipska plastičnost**. Treća je nasljedno fiksirana ili genetska komponenta.

Starenjem u organizmu dolazi do fizioloških i morfoloških promjena čija je posljedica **razvojna varijabilnost**. Da bismo isključili razvojnu komponentu varijabilnosti moramo istražiti istovrsne razvojne stadije i usporedive organe različitih jedinki.

Sposobnost biljaka da mijenjaju svoje životno stanje daje mogućnost biljnim vrstama da potpunije iskorištavaju sredinu i da opstanu ne samo u optimalnim, već i u znatno lošijim uvjetima.

U okviru populacije jedne vrste mogu se razlikovati oblici specifičnih, određenih osobina: modifikacije i ekotipovi. Modifikacije su oblici nastali pod utjecajem vanjske sredine koji nisu nasljedni. To su „neobavezne“ fenotipske promjene organizma koje se mogu pojaviti ovisno o promjenljivosti vanjskih uvjeta. Nasuprot njima, oblici nastali pod utjecajem vanjske sredine koji imaju nasljedni karakter nazivaju se ekotipovi. Ekotipovi su jako važni u evoluciji zbog toga što od njih mogu nastati nove vrste (Levine 1971, King 1973, Brahe 1975, Dumanović i sur.1985, Kojić 1990, Mägdefrau i Ehrendorfer 1997).

1.2.4. UTJECAJ NEKIH KLIMATSKIH FAKTORA NA LIST BILJKE

Specijalizirana funkcija lista je vršenje **fotosinteze**. Tijek fotosinteze ovisi o brojnim vanjskim faktorima. Od vanjskih faktora koji utječu na fotosintezu treba istaknuti sadržaj CO₂ u zraku, temperaturu, intenzitet i kvalitetu svjetlosti (Janjatović 1989). Vanjski faktori uzrokuju varijacije u strukturi biljaka koje su snažno izražene u morfologiji i anatomiji lista. Upravo se za list smatra da je anatomski najvarijabilniji organ biljke, a adaptacija lista pomaže u povijesnoj rekonstrukciji uvjeta okoline.

Pri istraživanju procesa fotosinteze ustanovljeno je da se u biljci samo oko 5% energije sunčevog svjetla nalazi pohranjeno u spojevima bogatim energijom. Biljka mora pronaći način što boljeg iskorištavanja svjetlosti jer je sigurno da se prilikom fotosinteze velika količina svjetla ne iskoristi. Razina svjetlosti koju je list primio tijekom svojega razvoja je vjerojatno jedan od najutjecajnijih vanjskih faktora koji oblikuje strukturu odraslog, razvijenoga lista. Listovi izloženi svjetlosti imaju deblju kutikulu i dlakaviji su (ukoliko postoje dlake). Kod listova sjene situacija je obrnuta. U djelovanju svjetlosti, kao i kod drugih faktora, možemo razlikovati minimum, optimum i maksimum. Povećanje svjetlosti do određene granice pozitivno utiče na fotosintezu (Dickison 2000).

Povišenje temperature organa koji transpiriraju (npr. listova) apsorpcijom zračenja ubrzava prijelaz vode iz tekuće u plinovitu fazu. Zbog velike površine olistalih biljaka gubici su vode zbog transpiracije često vrlo značajni (Denffer i Ziegler 1991). Biljka može regulirati transpiraciju u određenim granicama. Prosječan udio vode u listu iznosi 80-90%. Temperatura se povećava pod utjecajem direktne svjetlosti i može premašiti temperaturu zraka, dok je na difuznoj svjetlosti temperatura lista, po pravilu, niža od temperature zraka. Tanki i nježni listovi jako reagiraju na promjene insolacije, znatno više od mesnatih, sukulentnih listova (Kojić 1988). Transpiracija ima ohlađujuće djelovanje koje može spriječiti opasno pregrijavanje biljke na izravnoj sunčevoj svjetlosti. Trajno ograničenje transpiracije ostvaruje se odgovarajuće debelim kutikularnim i voštanim slojevima i smanjenjem površina koje transpiriraju (Denffer i Ziegler 1991).

Epiderma se nalazi na listovima, mladim dijelovima stabla, cvjetovima, plodovima i sjemenkama. Epidermske stanice kod mnogih biljaka izgrađuju izraštaje koji se nazivaju d l a k e. Doprinosе zaštitnoj funkciji epiderme (Janjatović 1989). Tako mogu svilenaste prevlake živih dlaka na tek razvijenim listovima zbog povećanja površine poboljšati

transpiraciju. Nasuprot tome, mnogo češće, guste, bjelopustenaste prevlake mrtvih dlaka snižavaju transpiraciju stvaranjem zavjetrine u kojoj se može skupljati vodena para (štite biljku od isušivanja) i ujedno zaštićuju list od izravna Sunčeva zračenja (Denffer i Ziegler 1991).

Mnoga istraživanja su pokazala da za biljke veliko značenje ima smjena dnevnih i noćnih temperatura. Poslije izlaska Sunca smanjuje se vlažnost zraka, a povećavaju se intenzitet svjetlosti i temperatura. (Kojić 1988).

1.3. MORFOLOGIJA LISTA

List je najmlađi vegetativni biljni organ. On je dio izdanka ograničenog rasta. Na jednoj biljci se mogu razlikovati tri kategorije listova. Donji, srednji i gornji listovi. S r e d n j i listovi su najbrojnija skupina listova. Ona obuhvaća zelene listove u kojima se provodi fotosinteza. Za biljku su najvažniji srednji (pravi) listovi (Janjatović 1989).

Pravi se listovi sastoje od tri dijela: plojke (lamina), peteljke (petiolus) i podine (baze-basis) lista. **Plojka** je najvažniji dio lista. Služi asimilaciji i transpiraciji. Zelene je boje i u pravilu je spljoštena i proširena, iako može biti i drugačija (Bačić 2003). Rub lisne plojke može biti cjelovit, pilast, dvostruko pilast, nazubljen, zupčast itd. Sa gornje strane je najčešće plojka tamnije zelena a može biti cjelovita (nerazdijeljena) ili razdijeljena na liske koje se drže lisnog vretena. Kod dvosupnica su česti razdijeljeni listovi (sastavljeni listovi) (Denffer i Ziegler 1991). Obično su raspored lista, veličina, pa čak i oblik, prilagođeni uvjetima osvjetljenosti (Janjatović 1989). Na odraslim biljkama mogu se istovremeno pojavljivati različiti lisni oblici koji se ne razlikuju samo po veličini, već i po posve drugačijem obliku (heterofilija). Npr. *Ranunculus aquatilis* je vodena biljka koja razvija pod vodom rascijepane listove, a na površini vode više ili manje krpaste, plivajuće listove.

Lisna peteljka je izduljeni valjkasti dio lista koji nosi plojku. Osim što dovodi vodu do plojke i odvodi asimilate – služi i tome da je odgovarajućim gibanjem u toku rasta udalji od osi izdanka, dakle približi što više izvoru svjetlosti te da elastičnim savijanjem zaštiti plojku od mehaničkih utjecaja – kišnih kapi ili vjetrova npr.

Baza lista je obično, za razliku od lisne peteljke, proširena i spljoštena (Denffer i Ziegler 1991).

Veličina listova ovisi o vrsti biljke i faktora vanjske sredine. Ona se kreće od nekoliko milimetara do više metara. Kod raznih biljaka je trajanje listova različito. Jednogodišnje i mnoge višegodišnje zeljaste biljke imaju listove koji traju jednu vegetacijsku sezonu (Kojić 1988).

Dlake su vrlo česti jednostanični do višestanični privjesci. Odumrle stanice dlaka su obično ispunjene zrakom, te zbog totalne refleksije svjetlosti izgledaju uglavnom bijele (Denffer i Ziegler 1991). Redovno razlikujemo bazu, koja je usađena u epidermu, od tijela dlake, koje strši prema van. Većina biljaka ima dlake na nekim dijelovima stabljike, lista ili cvijeta (Dickison 2000).

1.4. SISTEMATIKA BILJAKA

Sistematika biljaka kao posebna disciplina botanike, ima zadatak da uspoređuje vanjske i unutrašnje morfološke osobine pojedinih biljnih oblika različitih grupa, i ustanovi njihovo međusobno srodstvo te da ih na temelju toga opiše i smjesti u određenu kategoriju. (Gajić 1963).

Slijedi pregled nekih taksonomskih kategorija sa primjerima pojedinih jedinica:

<u>TAKSONOMSKA KATEGORIJA</u>		<u>TAKSONOMSKA JEDINICA</u>
V r s t a	(species)	<i>Ranunculus acris L.</i>
R o d	(genus)	Ranunculus
P o r o d i c a	(familia)	Ranunculaceae
R e d	(ordo)	Ranunculales
R a z r e d	(classis)	Dicotyledonae (Magnoliatae)

1.4.1. PORODICA RANUNCULACEAE

Ova je porodica bogata vrstama koje su rasprostranjene naročito u sjevernim izvan tropskim područjima. Iz ove porodice veći broj vrsta se javlja po našim šumama, kao i po otvorenim površinama (livadama, šumskim čistinama, degradiranim terenima) (Gajić 1963). U Hrvatskoj nalazimo 18 rodova ove porodice (Domac 1984).

Mnogi predstavnici porodice sadrže otrovne tvari koje štetno djeluju na domaće životinje, te su nepoželjne na livadama – npr. vrste rodova *Ranunculus*, *Helleborus* (Kojić 1988).

1.4.2. ROD RANUNCULUS

Rod *Ranunculus* svoj evolucijski uspjeh duguje kombinaciji morfološke plastičnosti i adaptaciji, hibridizaciji i poliploidiji kao važnim faktorima za regionalnu raznolikost (Hörandl i sur. 2005).

Ovo je široko rasprostranjen rod sa oko 600 vrsta (Tamura 1995) jednogodišnjih, dvogodišnjih ili biljaka trajnica. Većina vrsta se nalazi u umjerenj zoni. Ovo je najveći rod porodice Ranunculaceae. Kod nas je jedan od najpoznatijih i zabilježeno je 36 vrsta ovoga roda (Domac 1994).

1.4.3. VRSTA RANUNCULUS ACERIS L. (sinonim: *R. acer* L.)

Ova vrsta je pogodna za promatranje učinka različitih režima osvjetljenosti na fenotipsku plastičnost jer pokazuje veliku raznolikost u prirodi, pa se postavlja pitanje koliki je dio ove raznolikosti uvjetovan genotipom a koliki je posljedica fenotipske plastičnosti.

Najpoznatija Hrvatska imena su zlatica i žabnjak ljutić. (Šugar 2008).

TALL BUTTERCUP, BITTER CROWFOOT - neki engleski nazivi

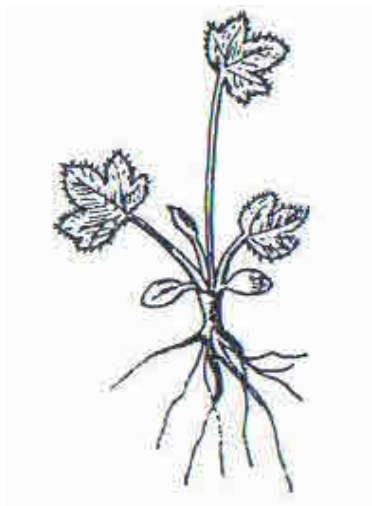
SCHARFER HAHNENFUß - njemački naziv (Matas 1999)

1.4.3.1. MORFOLOŠKA OBILJEŽJA

Žabnjak ljutić (slika 1.) je zeljasta trajnica kratkog, zadebljanog podanka . Korijenje je čupavo. Visok je 30-100 centimetara. Stabljika je uspravna i razgranjena (Dubravec i Dubravec 2001). U donjem dijelu je gola a u gornjem sa prileglim dlakama. U donjem je dijelu šuplja. Listovi mogu biti vrlo različitog oblika. Prizemni listovi su sa dugačkim peteljka, više-manje dlanasto izrezanim na (3-) 5-7 isperaka. Pojedini su isperci duboko trokrapsti, njihovi režnjevi urezano nazubljeni, linealni, lancetasti ili duguljasto jajasti. U mladosti su svilenasto, kasnije prileglo čekinjasto dlakavi. Listovi stabljike su slični prizemnim ali s manje režnjeva. Gornji su sjedeći sa usko linealnim režnjevima. Cvjetne drške su valjkaste, sa prileglim dlakama. Promjer cvjetova je 0,8-2,5 cm. Skupljeni su u račvaste cvatove. Cvate od svibnja do lipnja. Perijant se sastoji od 5 jajasto, polegnuto dlakavih listića čašice i 5 sjajno žutih 6-11 mm dugih jajastih listića krunice. Medne vrećice – nektariji su sa poklopcem. Ginecej je apokarpan .Plodovi su brojni mali oraščići, uglasto-okruglasti oko 3mm dugi sa pravim ili malo savijenim kljunom (Mišić 1990).

Vrsta je jako varijabilna i podijeljena je u brojne podvrste koje se razlikuju po prisutnosti ili odsutnosti rizoma, po obliku i razdijeljenosti listova, dlakavosti i broju cvjetova (Tutin i Chater 1993).

1.a.



1.b.



Slika 1. Žabnjak ljutić (*Ranunculus acris*) na početku razvoja (a) i kao razvijena biljka (b) (Kojić 1986)

1.4.3.2. RASPROSTRANJENOST, ŽIVOTNA SREDINA, NALAZIŠTE

Žabnjak ljutić (*R. acris*) rasprostranjen je u Europi, sjevernoj i južnoj Aziji, sjevernoj Africi, sjevernoj Americi, te Novom Zelandu (također i Grenlandu) (Hegi 1912).

Kao vrsta široke rasprostranjenosti *R. acris* je zastupljen u mnogim zajednicama livada i pašnjaka, uglavnom higrofilnim i mezofilnim. Karakteristična je vrsta razreda *Molinio-Arrhenatheretea* (Mišić 1990). Ovaj razred u Hrvatskoj obuhvaća travnjake kontinentalnog, a dijelom i submediteranskog područja Hrvatske. Najveće površine pod ovom vegetacijom nalaze se u dolinama uz vodotoke, na više ili manje vlažnim tlima. Manje površine pod travnjacima ovog razreda nalaze se na brdima. Optimum rasprostranjenosti *R. acris* nalazi u zajednicama sveze *Calthion* i *Arrhenatherion elatioris* (Stančić 2000).

R. acris može biti invazivna vrsta i u mnogim područjima ga smatraju korovom. Otporan je i može rasti u širokom rasponu uvjeta pa ga nalazimo uz putove, nasipe, po rjeđim šikarama (slika 2.). Seljaci ga ne žele na svojim gnojnim livadama jer je ljutić u svježem stanju opasan otrov za stoku (Černicki 2006). Kao krma u sijenu je bezvrijedan. Ljutić je medonosna biljka, a zabilježena je i upotreba u narodnoj medicini (Pahlow 1989). Poznat je i u hortikulturi po svojim lijepim cvjetovima, pa se često uzgaja (kultivar „Multiplex“) u vlažnim vrtovima (Nikolić i Kovačić 2008). U Zagrebu ga nalazimo na neuređenim mjestima i tratinama.



Slika 2. Žabnjak ljutić u prirodnom staništu (Mišić 1990)

2. CILJ ISTRAŽIVANJA

Ciljevi ovog rada su:

- kvantitativno definirati varijabilnost listova vrste *Ranunculus acris L.*:
 - širinu lista
 - duljinu lista
 - duljinu peteljke lista
 - broj lisnih vrhova
 - broj lisnih vrhova srednjeg isperka lista
 - broj razvijenih listova
 - broj dlaka lica lista
 - broj dlaka naličja lista
- testirati pretpostavku da sve osobine lista pokazuju normalnu distribuciju
- ustanoviti da li su pojedine osobine listova i u kojoj mjeri fenotipski plastične s obzirom na različitu količinu primljenog sunčevog zračenja
- ustanoviti da li pojedine osobine listova i u kojoj mjeri pokazuju razvojnu varijabilnost uzrokovanu starenjem (razvitkom)

3. MATERIJAL I METODE

3.1. MATERIJAL

Sa lokaliteta Gornja Stubica sabrane su sjemenke jedne populacije vrste *Ranunculus acris* L. subsp. *acris*. U vremenu od 12.2.1991. do 21.9.1991. godine u Botaničkom vrtu u Zagrebu iz sjemenki je kultivirano 60 biljaka. Svaka biljka je označena svojim brojem od jedan do šezdeset. Tijekom 100 dana biljke su podvrgnute različitoj količini sunčeva zračenja. U radu su prebrojani i izmjereni samo razvijeni listovi.

3.2. METODE RADA

3.2.1. RADA S MATERIJALOM

Sakupljene sjemenke su posijane u nekoliko lončanica (12. 2. 1991.). Klijanje je provedeno u klijalistu pri ujednačenoj temperaturi od oko 24 C° i visokoj relativnoj vlazi.

Do kraja veljače biljke su izrasle do prosječne visine 2,1cm (28. 2. 1991.). Prikirane su u drvene sanduke i nastavile su svoj rast u klijalistu pri visokoj vlazi i nešto nižoj temperaturi od 21 C°. Krajem travnja biljke su ponovo prikirane sada u izdvojenim zdjelama (25. 4. 1991.). Zdjele su označene brojevima od jedan do šezdeset. Premještene su u rasadnik na otvorenom prostoru. Sredinom lipnja (14.6.1991.) listovi su prvi puta prebrojani i izmjereni. Mjerenje je obavljeno u vrlo kratkom roku od dva dana kako bi dobili što relevantnije podatke. Zatim su biljke podijeljene u dvije skupine. Prva skupina, označena brojevima od jedan do trideset, prenesena je na stanište sa direktnom izloženošću sunčevom zračenju (direktna insolacija bez zasjenjenja). Druga skupina, označena brojevima od trideset i jedan do šezdeset, prenesena je na stanište bez direktne izloženosti sunčevom zračenju (strogo zasjenjenje). Ostali ekološki uvjeti oba staništa su isti, odnosno vrlo slični. Nakon presađivanja biljaka u veće glinene lončanice (29.6.1991.), lončanice su

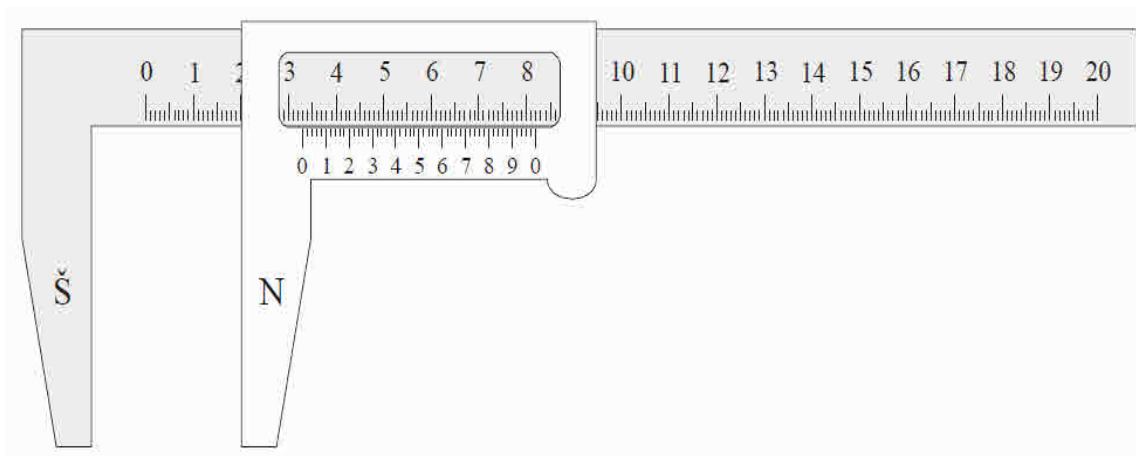
ostavljene u stakleniku radi adaptacije. Lončanice su označene istim brojem koji je biljka od ranije imala. Nakon dva tjedna (12.7.1991.) lončanice su ukopane u zemlju svaka na svom dotadašnjem staništu. Nastavljeno je zalijevanje biljaka svako jutro. Nakon 100 dana (21.9.1991.) drugi put su prebrojani i herbarizirani svi razvijeni listovi. Skupina listova sa jedne biljke označena je brojem teglice kojim je teglica, gdje je biljka rasla, bila označena. Nakon toga je izvršeno mjerenje svih zadanih osobina listova.

3.2.2. METODE MJERENJA

3.2.2.1. MJERENJE POMIČNOM MJERKOM

Na svakom razvijenom listu obavljena su ova mjerenja pomičnom mjerkom (slika 3.):

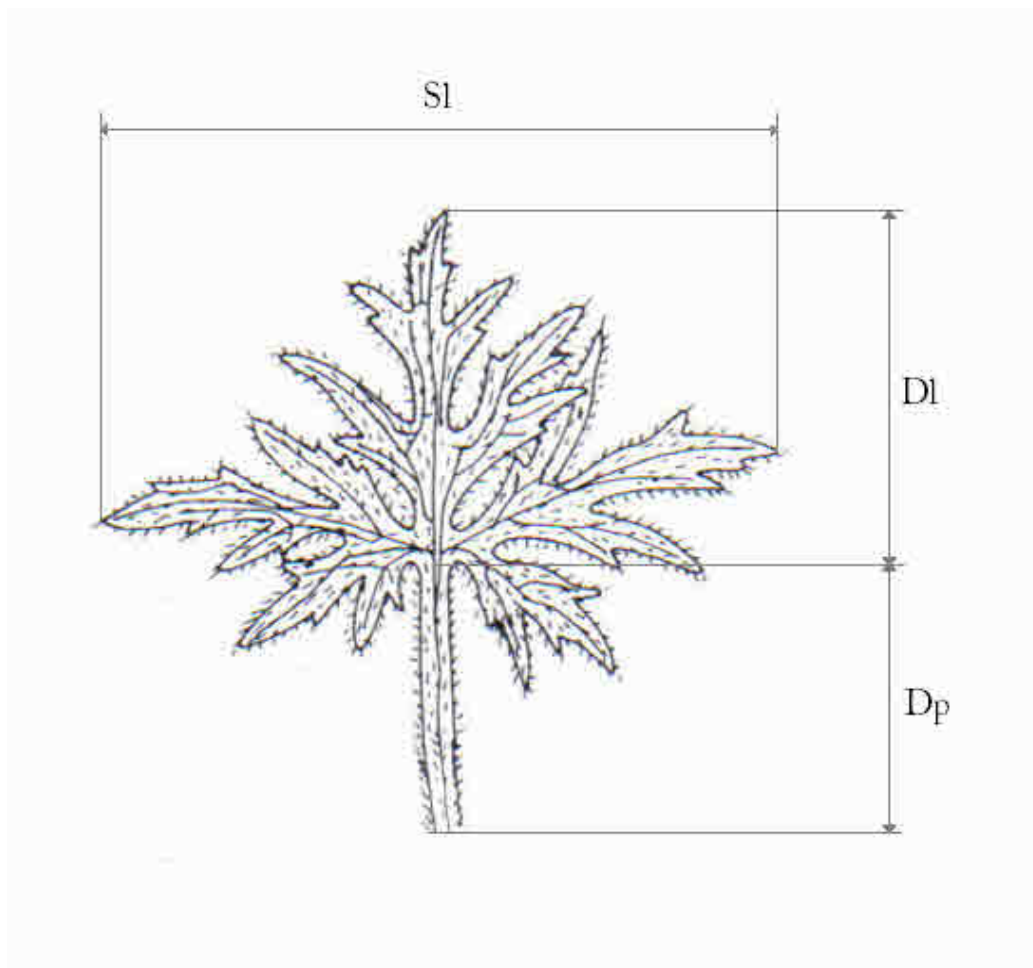
- širina lista
- duljina lista
- duljina peteljke lista



Slika 3. Pomična mjerka (Krpan-Lisica 2005)

Mjerenje je obavljeno sa tačnošću od 0,1 milimetra.

Širina lista (Sl) mjerena je na mjestu gdje je list najširi, a duljina lista (Dl) na mjestu gdje je list najdulji. Duljina peteljke (Dp) mjerena je od donjeg dijela peteljke do dijela gdje dolazi do spajanja sa plojkom lista (slika 4.). Duljine i širina mjerenih osobina lista izražene su u centimetrima.



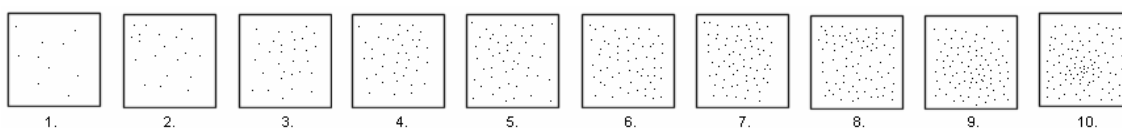
Slika 4. Shema mjerenja obilježja širine lista, duljine lista i duljine peteljke

3.2.2.2. ODREĐIVANJE BROJA DLAKA NA LISTOVIMA

Ova metoda je korištena za određivanje:

- broj dlaka na licu lista
- broj dlaka na naličju lista

Uz pomoć lupe uspoređivan je broj dlaka listova sa shemom koju sačinjavaju kvadrati duljine stranica 1cm. Kvadrati su obilježeni brojevima od 1 do 10. U kvadratima se nalaze točke: u prvom kvadratu se nalazi od 0 do 10 točaka, u drugom od 10 do 20 i tako sve do desetog kvadrata u kojem se nalazi 90 do 100 točaka (slika 5.).



1. **0-10** dlaka po cm^2
2. **10-20** dlaka po cm^2
3. **20-30** dlaka po cm^2
4. **30-40** dlaka po cm^2
5. **40-50** dlaka po cm^2
6. **50-60** dlaka po cm^2
7. **60-70** dlaka po cm^2
8. **70-80** dlaka po cm^2
9. **80-90** dlaka po cm^2
10. **90-100** dlaka po cm^2

Slika 5. Model za rangiranje obilježja dlakavosti lista ili naličja

Točke simboliziraju dlake, tako da je uz pomoć lupe kroz koju se gleda površina lista moguće procijeniti broj dlaka. Broj dlaka je označen brojem kvadrata koji ima određen broj točaka istovjetan broju dlaka na listu.

Broj dlaka na licu lista (L_d) i broj dlaka na naličju lista (N_d) izražen je kao broj dlaka po cm^2 .

3.2.2.3. ODREĐIVANJE BROJNOSTI OSTALIH OSOBINA LISTA

Vrijednosti za broj lisnih vrhova (L_v), broj lisnih vrhova srednjeg isperka lista (S_v) i broj razvijenih listova (No) dobivene su jednostavnim prebrojavanjem.

3.2.3. STATISTIČKA OBRADA PODATAKA

3.2.3.1. DEFINIRANJE UZORKA

Uzorak se sastoji od dva osnovna skupa A i B (tablica 1.).

Skup A čini 60 teglica sa 60 biljaka kojima su osobine listova izmjerene prije izlaganja eksperimentalnim uvjetima izloženosti/neizloženosti direktnom sunčevom zračenju.

Dijelimo ga u dva podskupa :
- **C** koji čini prvih 30 teglica (1-30)
- **D** koji čini drugih 30 teglica (31-60)

Skup B čini 60 teglica sa 60 biljaka kojima su osobine lista izmjerene nakon izlaganja eksperimentalnim uvjetima izloženosti/neizloženosti direktnom sunčevom zračenju.

Dijelimo ga u dva podskupa :
- **E** koji čini prvih 30 teglica izloženih direktnom sunčevom zračenju
- **F** koji čini drugih 30 teglica neizloženih direktnom sunčevom zračenju (jaka zasjenjenost).

Tablica 1. Definiranje uzorka za statističku obradu podataka

A=C+D		B=E+F	
PRIJE IZLOŽENOSTI EKSPERIMENTALNIM UVJETIMA		POSLIJE IZLOŽENOSTI EKSPERIMENTALNIM UVJETIMA	
C	D		
1-30 TEGLICA	31-60 TEGLICA	E	F
		1-30 TEGLICA	31-60 TEGLICA
		Direktna izloženost sunčevom zračenju	Jaka zasjenjenost
1. Uzorkovanje 14.06.1991.		2. Uzorkovanje 21.09.1991.	

3.2.3.2. OSNOVNI STATISTIČKI PARAMETRI

Za razumijevanje populacijske varijabilnosti veliku važnost imaju standardni deskriptivni statistički pokazatelji. Poslije obavljenih mjerenja istraživanih morfometrijskih svojstava listova pristupa se obradi osnovnih deskriptivnih statističkih pokazatelja.

Za izmjerene vrijednosti računani su sljedeći parametri:

- aritmetička sredina
- varijanca
- standardna devijacija
- standardna pogreška aritmetičke sredine
- vrijednost minimuma
- vrijednost maksimuma
- raspon vrijednosti
- koeficijent varijabilnosti

Aritmetička sredina (\bar{X}) je jedna od najčešćih i najpoznatijih mjera „prosjeaka“ i predstavlja omjer sume (Σ) svih rezultata (X_1, X_2, \dots, X_n) i broja rezultata (N). Rezultat je u istim jedinicama mjere kao i analizirani niz.

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

Varijanca (s^2) je „prosječna“ suma kvadriranih odstupanja („prosjeak“ je u ovom slučaju dobiven dijeljenjem s $N - 1$ umjesto s N) pojedinačnog rezultata (X) od aritmetičke sredine (\bar{X}).

$$s^2 = \frac{\sum (X - \bar{X})^2}{N - 1}$$

Standardna devijacija (s) je drugi korijen iz varijance i koristi se kao standard za mjerenje varijabiliteta rezultata.

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{N - 1}}$$

Standardna pogreška aritmetičke sredine se veže uz svaku aritmetičku sredinu uzorka i bit će to veća što je pojava koju mjerimo više varijabilna i što je uzorak manji.

$$s_{\bar{x}} = \frac{s}{\sqrt{N}}$$

Vrijednost minimuma (X_{min}) je najmanja izmjerena vrijednost mjerene osobine u nizu rezultata.

Vrijednost maksimuma (X_{max}) je najviša izmjerena vrijednost mjerene osobine u nizu rezultata.

Raspon vrijednosti (Rv) je apsolutna mjera varijabilnosti . Uzmemo li sve rezultate u obzir, on je razlika između najvećeg i najmanjeg rezultata.

$$Rv = X_{\max} - X_{\min}$$

Koeficijent varijabilnosti (V) je relativna mjera varijabilnosti i služi za međusobno uspoređivanje različitih pojava i svojstava. Pokazuje kolik postotak vrijednosti aritmetičke sredine iznosi vrijednost standardne devijacije. Raspon vrijednosti je od 0% do 100%.

$$V = \frac{s \cdot 100}{\bar{X}}$$

3.2.3.3. KORELACIJA

Korelacija je suodnos ili međusobna povezanost između različitih pojava a predstavljena je vrijednostima dvije varijable. Cilj je utvrđivanje povezanosti među varijablama. Povezanost znači da je vrijednost jedne varijable moguće s određenom vjerojatnošću predvidjeti na osnovi saznanja o vrijednosti druge varijable. Ako je povezanost uočena, promjena vrijednosti prve varijable (npr. broj lisnih vrhova) utječe na promjenu vrijednosti druge varijable (npr. broj lisnih vrhova srednjeg isperka lista).

Koeficijent korelacije (r) je broj kojim izražavamo stupanj povezanosti nekih varijabli.

Korelacija (povezanost, suodnos) može biti:

- pozitivna i potpuna ($r = +1$)
- pozitivna ali nepotpuna ($0 < r < +1$)
- jednaka nuli ($r = 0$)
- negativna ali nepotpuna ($0 > r > -1$)
- negativna i potpuna ($r = -1$)

Grafički prikaz bivarijantne serije podataka naziva se „scatter-diagram“ (dijagram raspršenja). On prikazuje parove vrijednosti dvaju obilježja unutar istog uzorka. Linija koja

se najbolje prilagođava je linija regresije i ako je povezanost u cjelini manje-više linearna (pravocrtna) provodi se izračunavanje r koeficijenta.

$$r = \frac{\sum(z_x \cdot z_y)}{N - 1}$$

Izražavanje nekog rezultata u terminima standardne devijacije, tj. izračunavanje na koji dio standardne devijacije taj rezultat pada, naziva se pretvaranje rezultata u z- vrijednosti.

$$z_x = \frac{X_x - \bar{X}_x}{s_x}$$

$$z_y = \frac{X_y - \bar{X}_y}{s_y}$$

Značajnu povezanost definiramo kod koeficijenta r od $\pm 0,40$ do $\pm 0,70$; a visoku povezanost kod vrijednosti koeficijenta r od $\pm 0,70$ do $\pm 1,00$.

Na osnovi utvrđene korelacije ne možemo sa sigurnošću utvrditi uzročno-posljedičnu vezu između dvije varijable ali možemo izolirati varijable koje međusobno na neki način utječu jedna na drugu. Nakon toga druge metode, koje to mogu, potvrđuju ili odbacuju odgovarajuću uzročno-posljedičnu hipotezu.

3.2.3.4. TESTOVI

Kolmogorov-Smirnov test:

Korištenjem Kolmogorov-Smirnov testa (test normalnosti raspodjele) u biološkim znanostima zaključuje se da li je raspodjela normalna za svako ispitivano svojstvo. To je test normalnosti raspodjele za kvantitativna svojstva. Kod teoretski normalne distribucije raspodjela i rasipanje vrijednosti oko srednje vrijednosti posljedica je slučajnog variranja u populaciji (pogreška mjerenja) ili neslučajnih čimbenika koji se očituju u slučajnom obliku.

Pomoću ovog neparametrijskog testa ispitujemo kumulativne frekvencije. Možemo ispitati da li je u opaženu frekvenciju dobro uklopljena neka teorijska funkcija ili da li dva

neovisna uzorka pripadaju istoj kontinuiranoj distribuciji. Ispitano je da li distribucija pojedinih osobina lista u pojedinim uzorcima odgovara normalnoj distribuciji ili ne, tj. testirana je nul-hipoteza: uzorak (A-F) je normalno distribuiran. Izraz za izračunavanje je:

$$D = \frac{|F - \hat{F}| \max}{n}$$

Gdje je F – dobivena frekvencija (učestalost), a \hat{F} očekivana učestalost.

Dobiveni rezultati za veće uzorke vrijednosti se izračunavaju prema izrazu:

$$D = \frac{1.628}{\sqrt{n}}$$

Prema broju uzoraka svi ispitani skupovi svrstavaju se u veće uzorke (tablica 2.).

Tablica 2. Granične vrijednosti u Kolmogorov-Smirnov testu za uzorke veće od 100

naziv skupa	broj uzoraka	red uzoraka	broj obrađenih listova	granične vrijednosti
			n	$D = 1.628 / n^{0.5}$
A	60	1 - 60	389	0.08254
C	30	1 - 30	201	0.11483
D	30	31 - 60	188	0.11873
B	60	1 - 60	478	0.07446
E	30	1 - 30	326	0.09017
F	30	31 - 60	152	0.13205

Mann-Whitney test:

Mann-Whitney test je jedan od najpoznatijih neparametrijskih testova značajnosti. Može se upotrebljavati na malim uzorcima. To je test za procjenu da li dvije izmjerene osobine imaju jednako veliku vrijednost. U ovom radu je korišten pri analizi razlika između skupina (C, D, E, F) izloženih različitom režimu sunčevog zračenja.

Test koristi rangove i tim testom sume rangova testiramo pripadaju li dva uzorka u populaciju s istim medijanom.

Ovim testom ustanovljena je signifikantnost razlika između dva uzorka tj. testirana je nul-hipoteza: uzorci se signifikantno ne razlikuju tj. dolaze iz identične populacije. Izraz za izračunavanje je:

$$z = \frac{|2T_i - N_i(N+1)| - 2}{\sqrt{\frac{N_1 N_2 (N+1)}{3}}}$$

T_i znači bilo koju od suma rangova, a N_i znači broj rezultata u skupini iz koje smo uzeli T_i .

Nivo značajnosti koji je korišten je 5%. Granična vrijednost z pri tom nivou je 1.96.

$1.96 <$ prihvaćena H_0 $1.96 >$ odbaćena H_0 (Petz 2002, Pranjić 1986).

4. REZULTATI

4.1. ŠIRINA LISTA

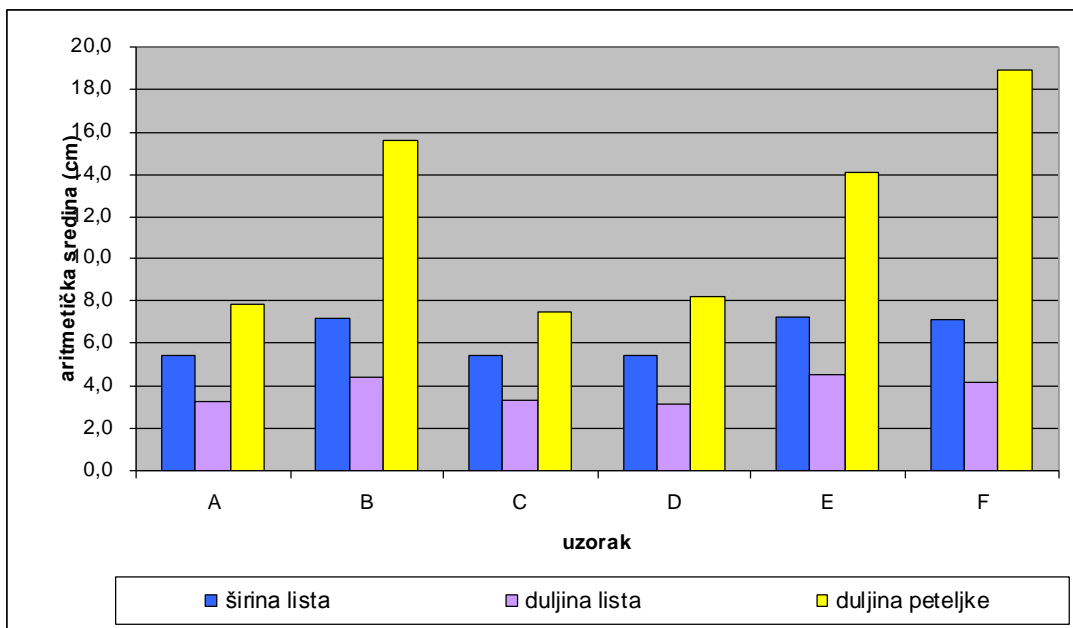
Osnovni statistički parametri za širinu lista (Sl) u centimetrima, a za sve uzorke prikazani su u tablici 3.

Tablica 3. Osnovni statistički podaci za širinu lista (Sl) po uzorcima

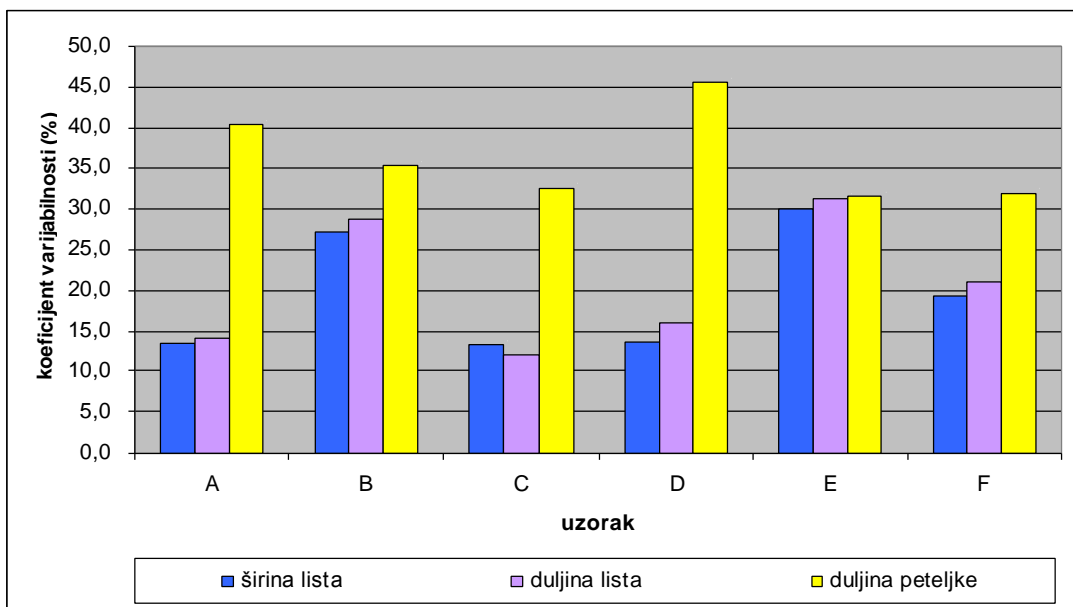
statistički parametar	jedinica mjere	uzorak					
		A	B	C	D	E	F
aritmetička sredina	cm	5.479	7.220	5.478	5.480	7.259	7.138
standardna pogreška	cm	0.037	0.089	0.051	0.055	0.120	0.112
standardna devijacija	cm	0.735	1.956	0.720	0.753	2.173	1.381
minimum	cm	3.14	3.30	3.49	3.14	3.30	3.67
maksimum	cm	7.60	14.01	7.60	7.45	14.01	10.67
koeficijent varijabilnosti	%	13.42	27.08	13.15	13.75	29.94	19.35

Rezultati pokazuju da aritmetička sredina (\bar{X}) varira za sve uzorke unutar raspona od 5.48 ± 0.72 do 7.26 ± 2.17 cm (sl. 6., str. 26) uz relativno visoku varijabilnost od 13.1% do 29.9% (sl. 7., str.26). Utvrđene minimalne vrijednosti za širinu lista su stalne i kreću se od 3.14 do 3.67cm. Maksimalne vrijednosti su značajno veće kod osvijetljenih uzoraka (14.01cm vs. 10.67cm).

Širina lista kod osvijetljenih uzoraka (uzorak E) u prosjeku je veća od širine lista kod neosvijetljenih uzoraka (uzorak F) za 1.7%. Širina lista ima veću varijabilnost kod osvijetljenih uzoraka u odnosu na neosvijetljene uzorke za 54.8%.



Slika 6. Histogram aritmetičkih sredina za širinu i duljinu lista i duljinu peteljke lista po uzorcima



Slika 7. Histogram koeficijenta varijabilnosti za širinu i duljinu lista i duljinu peteljke lista po uzorcima

4.2. DULJINA LISTA

Osnovni statistički parametri za duljinu lista (DI) u centimetrima prikazani su u tablici 4., str. 27.

Tablica 4. Osnovni statistički podaci za duljinu lista (Dl) po uzorcima

statistički parametar	jedinica mjere	uzorak					
		A	B	C	D	E	F
aritmetička sredina	cm	3.274	4.404	3.332	3.211	4.509	4.181
standardna pogreška	cm	0.023	0.058	0.028	0.037	0.078	0.071
standardna devijacija	cm	0.459	1.271	0.396	0.512	1.407	0.880
minimum	cm	1.99	1.09	2.35	1.99	1.09	1.56
maksimum	cm	5.45	13.71	4.40	5.45	13.71	8.82
koeficijent varijabilnosti	%	14.02	28.87	11.88	15.95	31.20	21.04

Rezultati pokazuju da aritmetička sredina (\bar{X}) varira za sve uzorke unutar raspona od 3.21 ± 0.51 do 4.51 ± 1.41 cm (sl. 6., str. 26) uz relativno visoku varijabilnost od 11.9% do 31.2% (sl. 7., str. 26) Utvrđene minimalne vrijednosti za duljinu lista su nestalne i kreću se od 1.09 do 2.35 cm. Maksimalne vrijednosti su značajno veće kod osvijetljenih uzoraka (13.7 vs. 8.82).

Duljina lista kod osvijetljenih uzoraka (uzorak E) u prosjeku je veća od duljine kod neosvijetljenih uzoraka (uzorak F) za 7.8%. Duljina lista ima veću varijabilnost kod osvijetljenih uzoraka u odnosu na neosvijetljene uzorke za 48.3%.

4.3. DULJINA PETELJKE LISTA

Vrijednosti osnovnih statističkih parametara za duljinu peteljke lista (Dp) u centimetrima svih uzoraka prikazane su u tablici 5.

Tablica 5. Osnovni statistički podaci za duljinu peteljke lista (Dp) po uzorcima

statistički parametar	jedinica mjere	uzorak					
		A	B	C	D	E	F
aritmetička sredina	cm	7.835	15.585	7.511	8.181	14.018	18.946
standardna pogreška	cm	0.160	0.251	0.173	0.273	0.245	0.491
standardna devijacija	cm	3.152	5.496	2.448	3.738	4.422	6.054
minimum	cm	3.36	4.50	3.36	3.46	4.50	5.81
maksimum	cm	25.30	35.40	18.26	25.30	28.28	35.40
koeficijent varijabilnosti	%	40.23	35.26	32.60	45.69	31.54	31.96

Kod uzorka A duljina peteljke lista je manja (sl. 6., str. 26) i s većim koeficijentom varijabilnosti (sl. 7., str. 26), nego kod uzorka B gdje je veća i s manjim koeficijentom varijabilnosti. Aritmetička sredina (\bar{X}) varira za sve uzorke unutar raspona od 7.51 ± 2.45 do 18.95 ± 6.05 cm uz relativno visoku varijabilnost od 31.6% do 46.0%. Minimalne vrijednosti za duljinu peteljke su nestalne i kreću se od 3.36 do 5.81 cm. Maksimalne vrijednosti su značajno manje kod osvijetljenih uzoraka (28.3 vs. 35.4).

Duljina peteljke lista kod osvijetljenih uzoraka (uzorak E) u prosjeku je manja od duljine kod neosvijetljenih uzoraka (uzorak F) za 26.0%. Duljina peteljke lista ima manju varijabilnost kod osvijetljenih uzoraka u odnosu na neosvijetljene uzorke za 1.3%.

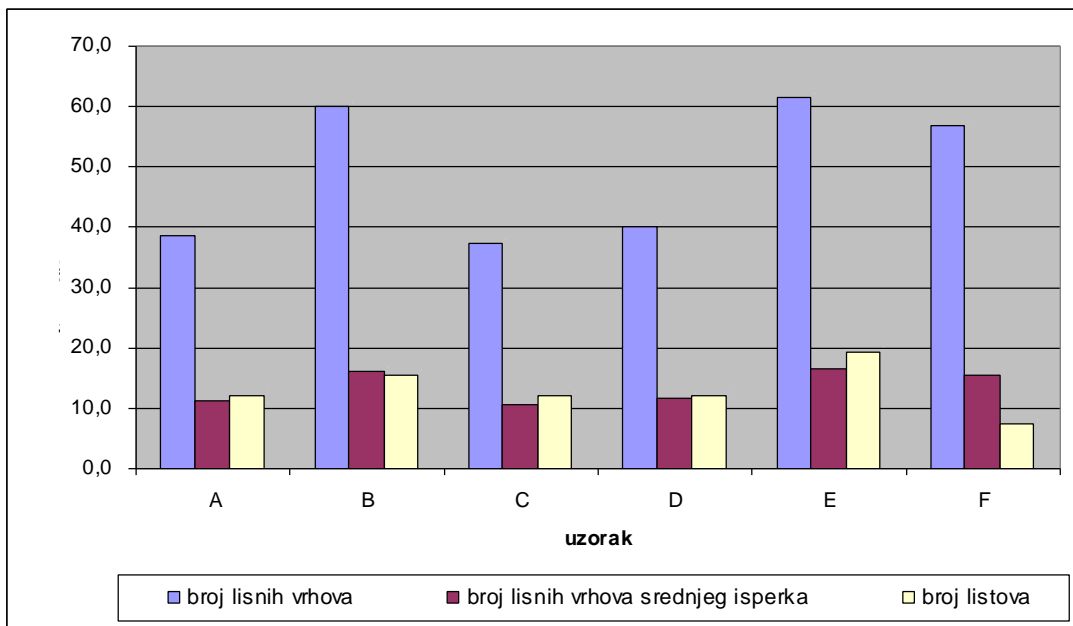
4.4. BROJ LISNIH VRHOVA

Tablica 6. prikazuje vrijednosti osnovnih statističkih parametara za broj lisnih vrhova (Lv).

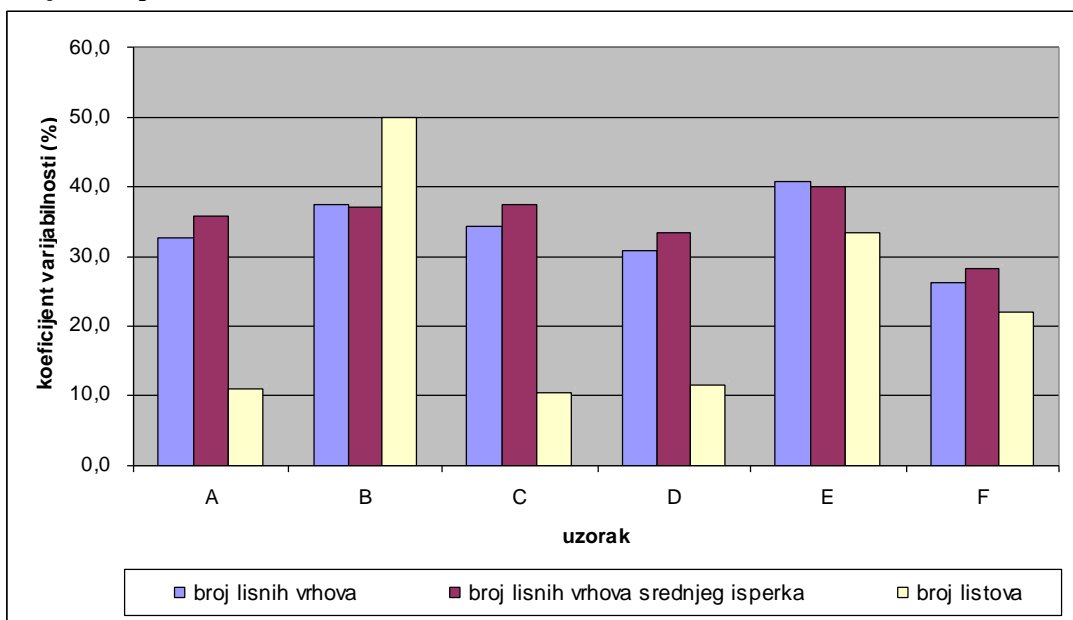
Tablica 6. Osnovni statistički podaci za broj lisnih vrhova (Lv) po uzorcima

statistički parametar	jedinica mjere	uzorak					
		A	B	C	D	E	F
aritmetička sredina		38.710	60.002	37.269	40.250	61.469	56.855
standardna pogreška		0.643	1.026	0.902	0.905	1.388	1.213
standardna devijacija		12.679	22.435	12.785	12.416	25.060	14.958
minimum		17.00	20.00	17.00	7.00	20.00	30.00
maksimum		80.00	146.00	77.00	80.00	146.00	102.00
koeficijent varijabilnosti	%	32.76	37.39	34.30	30.85	40.77	26.31

Rezultati pokazuju da aritmetička sredina (\bar{X}) varira unutar raspona od 37.27 ± 12.78 do 61.47 ± 25.06 (sl. 8., str. 29) uz relativno visoku varijabilnost od 26.3% do 40.8% (sl. 9., str. 29). Utvrđene minimalne vrijednosti za broj lisnih vrhova su nestalne i kreću se od 7 do 30. Maksimalne vrijednosti su značajno veće kod osvijetljenih uzoraka (146 vs. 102). Broj lisnih vrhova kod osvijetljenih uzoraka (uzorak E) u prosjeku je veći od broja lisnih vrhova kod neosvijetljenih uzoraka (uzorak F) za 8.1%. Broj lisnih vrhova ima veću varijabilnost kod osvijetljenih uzoraka u odnosu na neosvijetljene uzorke za 55.0%.



Slika 8. Histogram aritmetičkih sredina za broj lisnih vrhova, broj lisnih vrhova srednjeg isperka lista i broj listova po uzorcima



Slika 9. Histogram koeficijenta varijabilnosti za broj lisnih vrhova, broj lisnih vrhova srednjeg isperka lista i broj listova po uzorcima

4.5. BROJ LISNIH VRHOVA SREDNJEG ISPERKA LISTA

Osnovni statistički parametri za broj lisnih vrhova srednjeg isperka lista (S_v) prikazani su u tablici 7., str. 30. za sve uzorke.

Tablica 7. Osnovni statistički podaci za broj lisnih vrhova srednjeg isperka lista (Sv) po uzorcima

statistički parametar	jedinica mjere	uzorak					
		A	B	C	D	E	F
aritmetička sredina		11.010	16.050	10.433	11.628	16.285	15.546
standardna pogreška		0.200	0.272	0.276	0.284	0.362	0.357
standardna devijacija		3.945	5.942	3.915	3.894	6.531	4.400
minimum		5.00	4.00	5.00	5.00	4.00	7.00
maksimum		25.00	42.00	23.00	25.00	42.00	28.00
koeficijent varijabilnosti	%	35.83	37.02	37.53	33.49	40.10	28.30

Rezultati pokazuju da aritmetička sredina (\bar{X}) varira unutar raspona od 10.43 ± 3.92 do 16.29 ± 6.53 (sl. 8., str. 29) uz relativno visoku varijabilnost od 28.3% do 40.1% (sl. 9., str. 29). Dobivene minimalne vrijednosti za broj lisnih vrhova srednjeg isperka lista su nestalne i kreću se od 4 do 7. Maksimalne vrijednosti su značajno veće kod osvjetljenih uzoraka (42 vs. 28).

Broj lisnih vrhova srednjeg isperka lista kod osvjetljenih uzoraka (uzorak E) u prosjeku je veći od neosvjetljenih uzoraka (uzorak F) za 4.8%. Broj lisnih vrhova srednjeg isperka lista ima veću varijabilnost kod osvjetljenih uzoraka u odnosu na neosvjetljene uzorke za 41.7%.

4.6. BROJ RAZVIJENIH LISTOVA

Osnovni statistički parametri za broj razvijenih listova (No) za sve uzorke prikazani su u tablici 8.

Tablica 8. Osnovni statistički podaci za broj razvijenih listova (No) po uzorcima

statistički parametar	jedinica mjere	uzorak					
		A	B	C	D	E	F
aritmetička sredina		11.990	15.638	12.095	11.878	19.457	7.447
standardna pogreška		0.067	0.358	0.090	0.099	0.361	0.132
standardna devijacija		1.322	7.820	1.279	1.361	6.520	1.631
minimum		9.00	4.00	10.00	9.00	8.00	4.00
maksimum		16.00	33.00	16.00	15.00	33.00	11.00
koeficijent varijabilnosti	%	11.02	50.01	10.58	11.46	33.51	21.90

Aritmetička sredina (\bar{X}) varira unutar raspona od 7.45 ± 1.63 do 19.46 ± 6.52 (sl. 8., str. 29) uz relativno visoku varijabilnost od 10.6% do 50.0% (sl. 9., str. 29). Dobivene minimalne vrijednosti broja razvijenih listova su nestalne i kreću se od 4 do 10. Maksimalne vrijednosti su značajno veće kod osvjetljenih uzoraka (33 vs. 11). Broj razvijenih listova kod osvjetljenih uzoraka (uzorak E) u prosjeku je veći od broja razvijenih listova kod neosvjetljenih uzoraka (uzorak F) za 161.3%. Broj razvijenih listova ima veću varijabilnost kod osvjetljenih uzoraka u odnosu na neosvjetljene uzorke za 53.0%.

4.7. BROJ DLAKA LICA LISTA

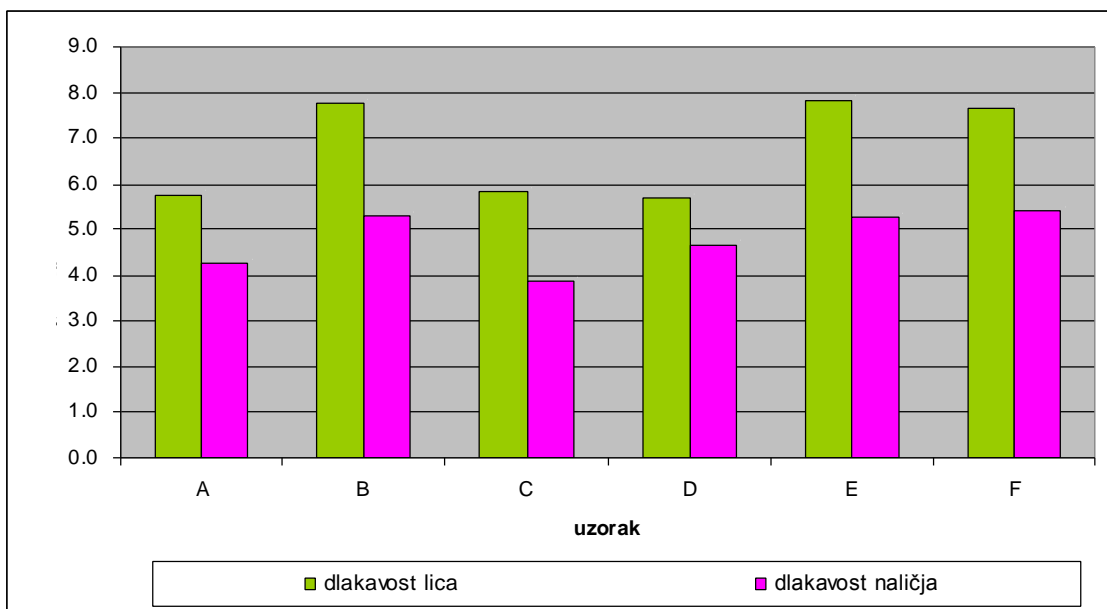
Vrijednosti za aritmetičku sredinu broja dlaka lica lista po centimetru kvadratnom (Ld) prikazane su u tablici osnovnih statističkih parametara za tu osobinu, za sve uzorke (tablica 9.).

Tablica 9. Osnovni statistički podaci za broj dlaka lica lista po cm² (Ld) po uzorcima

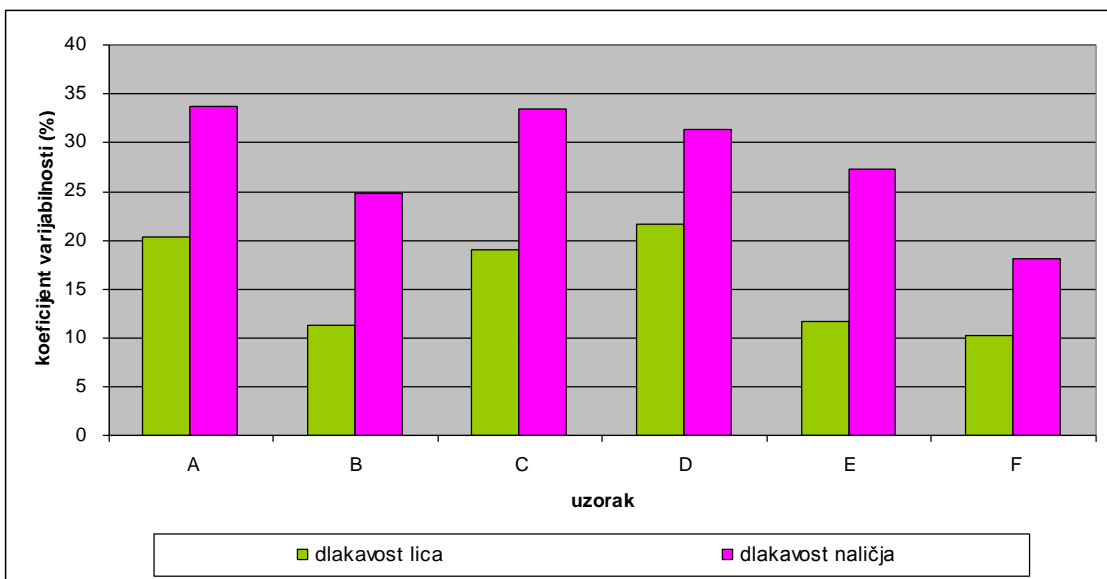
statistički parametar	jedinica mjere	uzorak					
		A	B	C	D	E	F
aritmetička sredina		5.762	7.776	5.838	5.681	7.840	7.638
standardna pogreška		0.059	0.040	0.078	0.090	0.050	0.064
standardna devijacija		1.173	0.875	1.112	1.233	0.908	0.785
minimum		2.50	2.50	3.50	2.50	2.50	6.00
maksimum		8.50	10.00	8.50	8.50	10.00	9.50
koeficijent varijabilnosti	%	20.36	11.26	19.05	21.71	11.59	10.28

Na licu lista uzorak B ima više dlaka i njihov je broj manje varijabilan (sl. 10., str. 32), dok uzorak A ima manje dlaka (sl. 11., str. 32) ali s većim koeficijentom varijabilnosti. Aritmetička sredina varira unutar raspona od 5.70 ± 1.23 do 7.84 ± 0.90 . Varijabilnost je umjerena i kreće se od 10.3% do 21.7%. Minimalne vrijednosti broja dlaka lica lista su nestalne i kreću se od 2.5 do 6.0. Maksimalne vrijednosti su veće kod osvjetljenih uzoraka (10 vs. 9.5).

Broj dlaka lica lista kod uzoraka direktno izloženih sunčevom zračenju (uzorak E) je u prosjeku veći od broja dlaka kod uzoraka koji su rasli u dubokoj sjeni (uzorak F) za 2.6%. Dlakavost lica lista ima veću varijabilnost kod osvijetljenih uzoraka u odnosu na neosvijetljene uzorke za 12.7%.



Slika 10. Histogram aritmetičkih sredina za broj dlaka lica i naličja lista po cm² po uzorcima



Slika 11. Histogram koeficijenta varijabilnosti za broj dlaka lica i naličja lista po uzorcima

4.8. BROJ DLAKA NALIČJA LISTA

Tablica 10. prikazuje vrijednosti osnovnih statističkih parametara za broj dlaka naličja lista (Nd).

Tablica 10. Osnovni statistički podaci za broj dlaka naličja lista po cm² (Nd) po uzorcima

statistički parametar	jedinica mjere	uzorak					
		A	B	C	D	E	F
aritmetička sredina		4.244	5.321	3.861	4.654	5.278	5.414
standardna pogreška		0.072	0.060	0.091	0.106	0.080	0.080
standardna devijacija		1.430	1.317	1.295	1.456	1.445	0.986
minimum		1.00	1.50	1.00	1.00	1.50	3.00
maksimum		7.00	8.50	6.50	7.00	8.50	7.50
koeficijent varijabilnosti	%	33.69	24.75	33.55	31.29	27.38	18.22

Uzorak A ima manji broj dlaka na naličju lista (sl. 10., str. 32) i njihov broj je varijabilniji u odnosu na uzorak B kod kojeg je broj dlaka na naličju lista veći i manje varijabilan (sl. 11., str. 32). Variranje aritmetičke sredine kreće se u rasponu od 3.86 ± 1.30 do 5.41 ± 0.99 . Varijabilnost je relativno visoka i kreće se od 18.2% do 33.7%. Minimalne vrijednosti broja dlaka naličja lista su nestalne i kreću se od 1 do 3. Maksimalne vrijednosti su veće kod osvijetljenih uzoraka (8.5 vs. 7.5).

Kod primjeraka koji su rasli na sunčanom mjestu (uzorak E) broj dlaka na naličju lista u prosjeku je manji (za 2.5%) i s većim koeficijentom varijabilnosti (za 50.3%) od broja dlaka na naličju lista primjeraka koji su rasli na zasjenjenom mjestu (uzorak F).

4.9. KORELACIJA

Za sve osobine lista (slika 12.) izvršila sam korelacijsku analizu svih uzoraka (uzorci A,B,C,D,E i F).

S _l – širina lista	L _v – broj listnih vzhova	L _d – broj dlaka lica lista
D _l – duljina lista	S _v – broj listnih vzhova srednjeg ispeka	N _d – broj dlaka naličja lista
D _p – duljina peteljke lista	N _o – broj razvijanih listova	

Slika 12. Legenda osobina lista

U uzorku A (prije izloženosti biljaka eksperimentalnim uvjetima) uočljiva je visoka pozitivna povezanost između broja lisnih vrhova i broja lisnih vrhova srednjeg isperka lista, između širine lista i duljine lista, te između broja dlaka lica i naličja lista (tablica 11). Duljina peteljke lista je značajno povezana sa brojem lisnih vrhova lista. Negativna povezanost je između širine lista i ostalih mjerenih osobina lista (osim duljine lista). Širina lista ne pokazuje nikakvu povezanost sa brojem dlaka naličja lista. Broj razvijenih listova ne pokazuje povezanost sa bilo kojom drugom osobinom lista.

Tablica 11. Korelacija između osobina lista, podebljani iznosi su značajne korelacije

uzorak A

linearna korelacija	SI	DI	Dp	Lv	Sv	Ld	Nd	No
SI	1.00	0.73	-0.31	-0.03	-0.02	-0.03	0.00	-0.16
DI		1.00	-0.04	0.04	0.07	-0.08	-0.10	-0.04
Dp			1.00	0.41	0.39	0.20	0.22	-0.02
Lv				1.00	0.95	0.31	0.38	0.01
Sv					1.00	0.28	0.37	0.04
Ld						1.00	0.72	-0.04
Nd							1.00	-0.07
No								1.00

Povezanost među osobinama lista kod uzorka C i D kao pod skupovima uzorka A, ne odstupa značajno od povezanosti opisane kod nadređenog skupa A.

U uzorku B (poslije izloženosti biljaka eksperimentalnim uvjetima) uočljiva je visoka pozitivna povezanost između broja lisnih vrhova i broja lisnih vrhova srednjeg isperka lista, te između širine lista i duljine lista (tablica 12).

Tablica 12. Korelacija između osobina lista, podebljani iznosi su značajne korelacije

uzorak B

linearna korelacija	SI	DI	Dp	Lv	Sv	Ld	Nd	No
SI	1.00	0.76	0.48	0.54	0.48	-0.29	-0.34	-0.21
DI		1.00	0.37	0.43	0.41	-0.27	-0.29	-0.08
Dp			1.00	0.24	0.23	-0.24	-0.20	-0.39
Lv				1.00	0.90	-0.11	-0.19	-0.11
Sv					1.00	-0.07	-0.14	-0.10
Ld						1.00	0.56	0.03
Nd							1.00	-0.07
No								1.00

Statistički značajnu pozitivnu povezanost pokazuje širina lista sa duljinom peteljke, brojem lisnih vrhova i brojem lisnih vrhova srednjeg isperka lista; duljina lista sa brojem lisnih vrhova i brojem lisnih vrhova srednjeg isperka lista; broj dlaka lica lista sa brojem dlaka naličja lista. Niska negativna povezanost je između broja dlaka lica, broja dlaka naličja lista i broja razvijenih listova sa duljinom i širinom lista, duljinom peteljke, brojem lisnih vrhova.

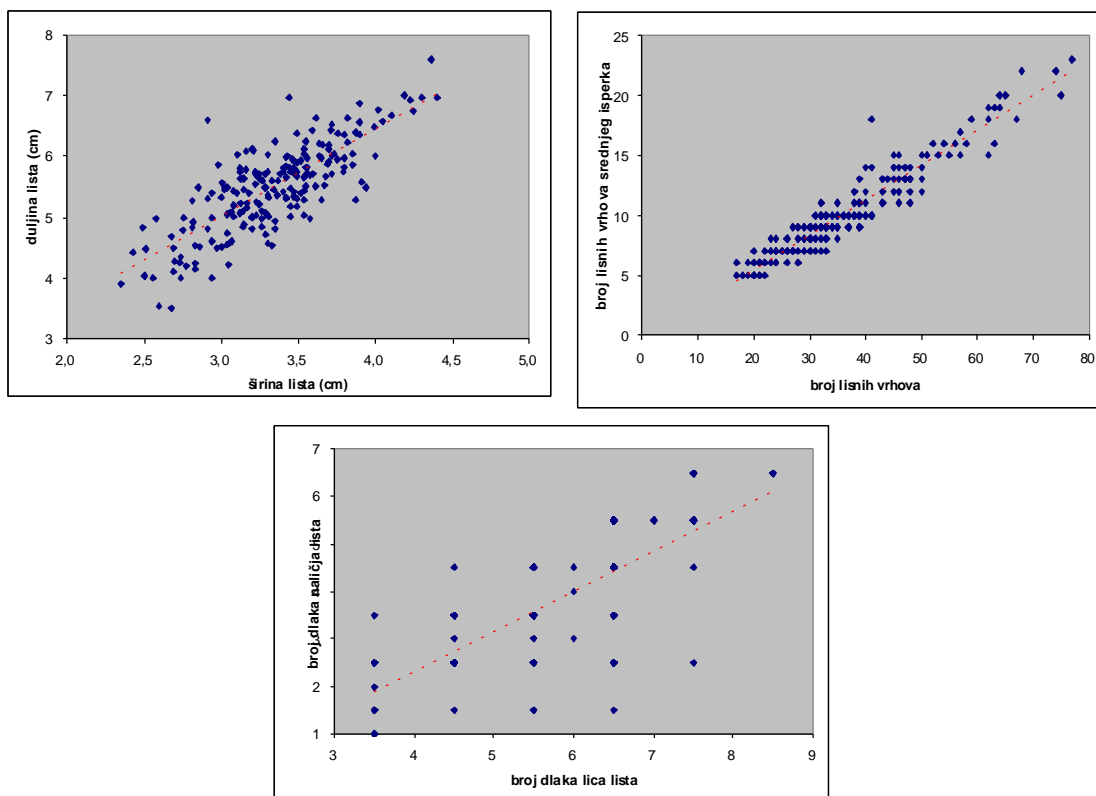
Povezanost među osobinama lista kod uzorka E (izloženost biljke pojačanom sunčevom zračenju) kao jednog od podskupa uzorka B, ne odstupa značajno od povezanosti opisane kod nadređenog skupa B.

Uzorak F (biljke rasle u jakom zasjenjenju) pokazuje također visoku pozitivnu povezanost zabilježenu između broja lisnih vrhova i broja lisnih vrhova srednjeg isperka lista, te između širine lista i njegove duljine (tablica 13) ali pozitivna povezanost između širine lista i broja lisnih vrhova i srednjeg isperka lista; duljine lista i broja lisnih vrhova i srednjeg isperka lista; duljine peteljke i broja lisnih vrhova i srednjeg isperka lista je neznatna (kod uzoraka E je značajna). Značajnu pozitivnu povezanost pokazuje duljina peteljke sa širinom i duljinom lista te broj dlaka lica sa brojem dlaka naličja lista. Neka značajnija povezanost ponovo nije uočena između broja razvijenih listova i drugih mjerenih osobina. Broj lisnih vrhova ne pokazuje nikakvu povezanost sa brojem dlaka naličja lista.

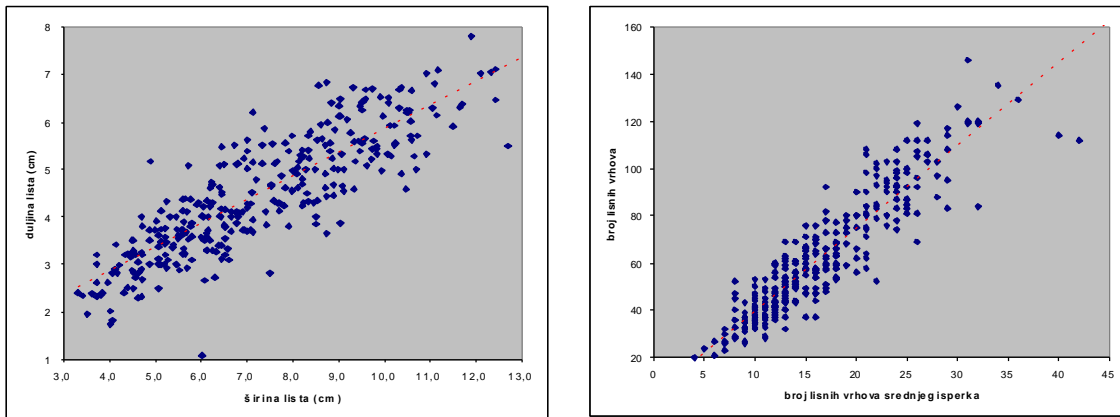
Tablica 13. Korelacija između osobina lista, podebljani iznosi su značajne korelacije

uzorak F								
linearna korelacija	Sl	Dl	Dp	Lv	Sv	Ld	Nd	No
Sl	1.00	0.75	0.52	0.12	0.15	-0.18	-0.12	-0.06
Dl		1.00	0.45	0.06	0.12	-0.18	-0.11	-0.07
Dp			1.00	0.03	0.09	-0.04	-0.07	-0.17
Lv				1.00	0.84	0.08	0.00	0.30
Sv					1.00	0.02	-0.03	0.24
Ld						1.00	0.61	0.05
Nd							1.00	0.04
No								1.00

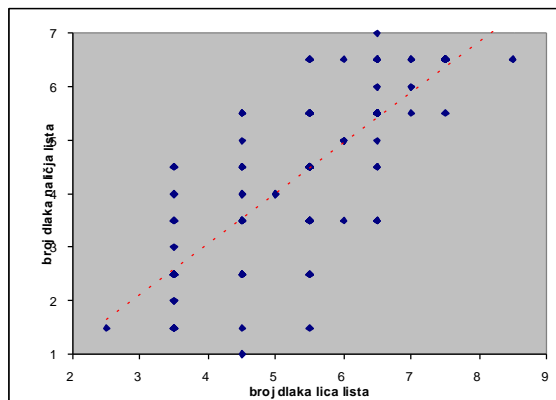
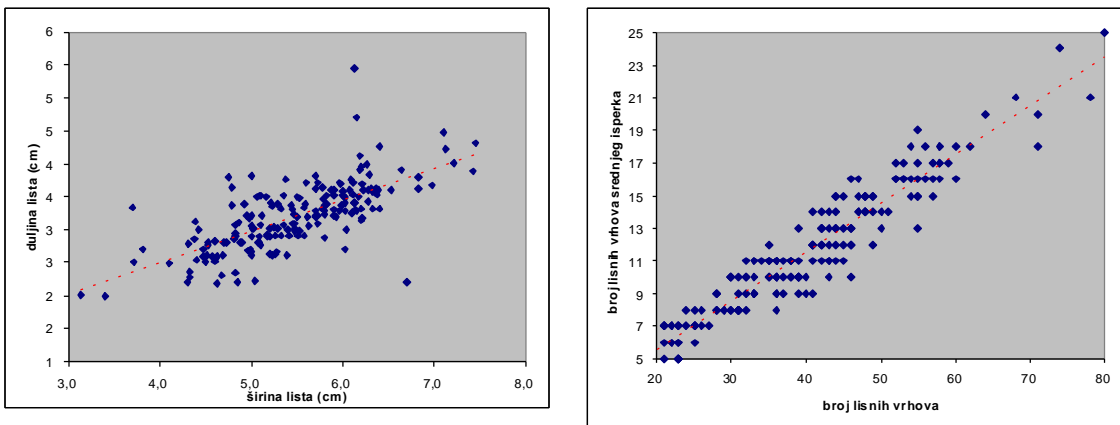
Scatter dijagrami (slike 13., 14., 15. i 16.) s najvećim korelacijama po uzorcima C, E i D (str. 37) i F (str. 38) prikazuju pozitivnu korelaciju između određenih osobina lista.



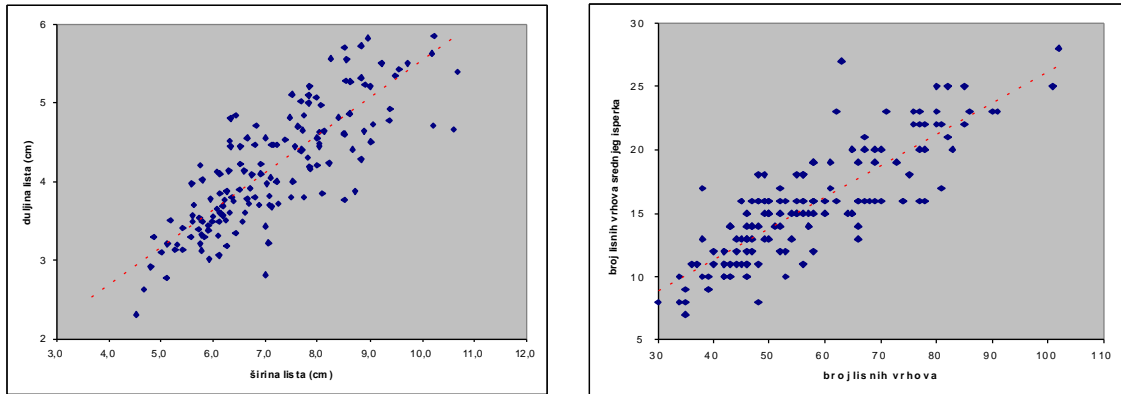
Slika 13. Odabrani scatter dijagrami za uzorak C s najvećom korelacijom



Slika 14. Odabrani scatter dijagrami za uzorak E s najvećom korelacijom



Slika 15. Odabrani scatter dijagrami za uzorak D s najvećom korelacijom



Slika 16. Odabrani scatter dijagrami za uzorak F s najvećom korelacijom

4.10. KOLMOGOROV-SMIRNOV TEST

Rezultati testa prikazani su u tablici kritičnih vrijednosti za različite uzorke (tab. 14.).

Legenda za objašnjenje vrijednosti iskazanih u tablici nalaze se na slici 17.

Tablica 14. Kritične vrijednosti dobivene Kolmogorov-Smirnov testom za uzorke veće od 100

Naziv uzorka	Kritične vrijednosti K-S testa							
	Sl	Dl	Dp	Lv	Sv	Ld	Nd	No
A	0.046	0.061	0.026	0.003	0.014	0.153	0.112	0.144
C	0.053	0.064	0.030	0.004	0.013	0.170	0.140	0.148
D	0.062	0.067	0.023	0.003	0.011	0.137	0.105	0.136
B	0.015	0.034	0.006	0.002	0.013	0.178	0.097	0.010
E	0.016	0.022	0.008	0.002	0.010	0.166	0.089	0.015
F	0.032	0.055	0.007	0.004	0.016	0.213	0.145	0.102

H_0	- uzorak je normalno distribuiran
H_1	- uzorak nije normalno distribuiran
	Kritična < granične vrijednosti prihvaćena H_0
	Kritična > granične vrijednosti odbaćena H_0

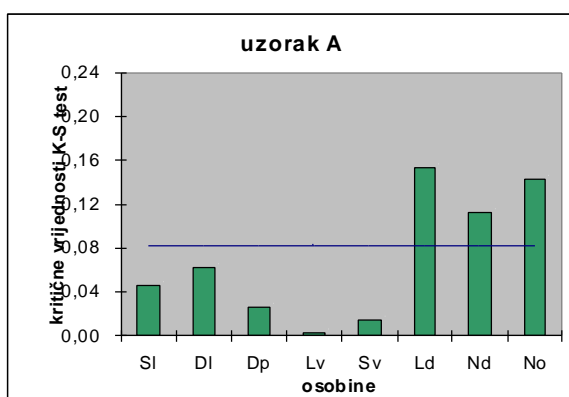
Slika 17. Legenda prihvaćanja hipoteze

Nul-hipoteza: uzorak je normalno distribuiran dokazana je ovim testom kod:

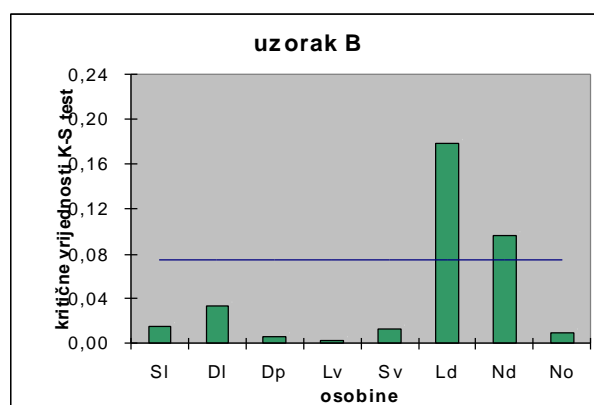
- uzorka A za osobine SI, DI, Dp, Lv, Sv (sl. 18.)
- uzorka C za osobine SI, DI, Dp, Lv, Sv (sl. 20., str 40)
- uzorka D za osobine SI, DI, Dp, Lv, Sv, Nd (sl. 22., str. 40)
- uzorka B za osobine SI, DI, Dp, Lv, Sv, No (sl. 19)
- uzorka E za osobine SI, DI, Dp, Lv, Sv, Nd, No (sl. 21., str 40)
- uzorka F za osobine SI, DI, Dp, Lv, Sv, No (sl. 23., str 40).

Ista nul-hipoteza odbačena je ovim testom kod:

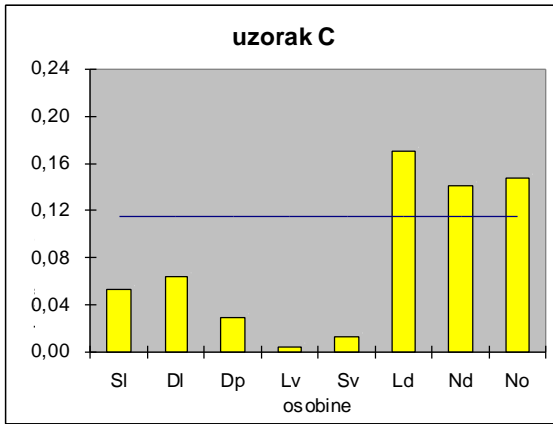
- uzorka A za osobine Ld, Nd, No (sl. 18.)
- uzorka C za osobine Ld, Nd, No (sl. 20., str. 40)
- uzorka D za osobinu Ld, No (sl. 22., str. 40)
- uzorka B za osobine Ld, Nd (sl. 19.)
- uzorka E za osobinu Ld (sl. 21., str. 40)
- uzorka F za osobine Ld, Nd (sl. 23., str. 40).



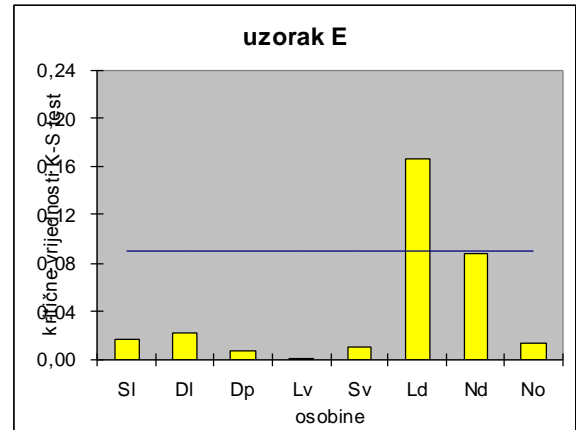
Slika 18. Histogram kritičnih vrijednosti za K-S test za sve osobine kod uzorka A



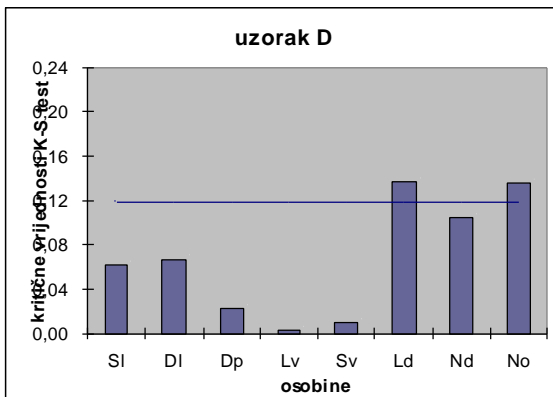
Slika 19. Histogram kritičnih vrijednosti za K-S test za sve osobine kod uzorka B



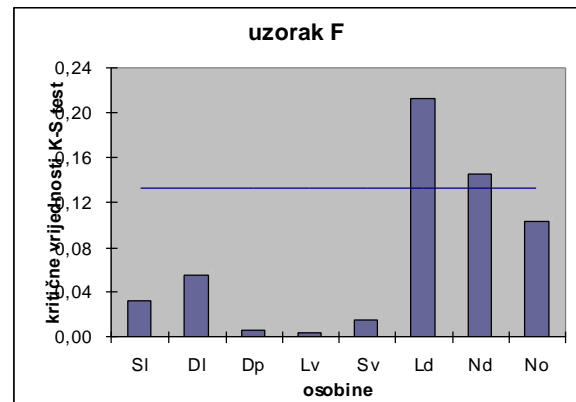
Slika 20. Histogram kritičnih vrijednosti za K-S test za sve osobine kod uzorka C



Slika 21. Histogram kritičnih vrijednosti za K-S test za sve osobine kod uzorka E

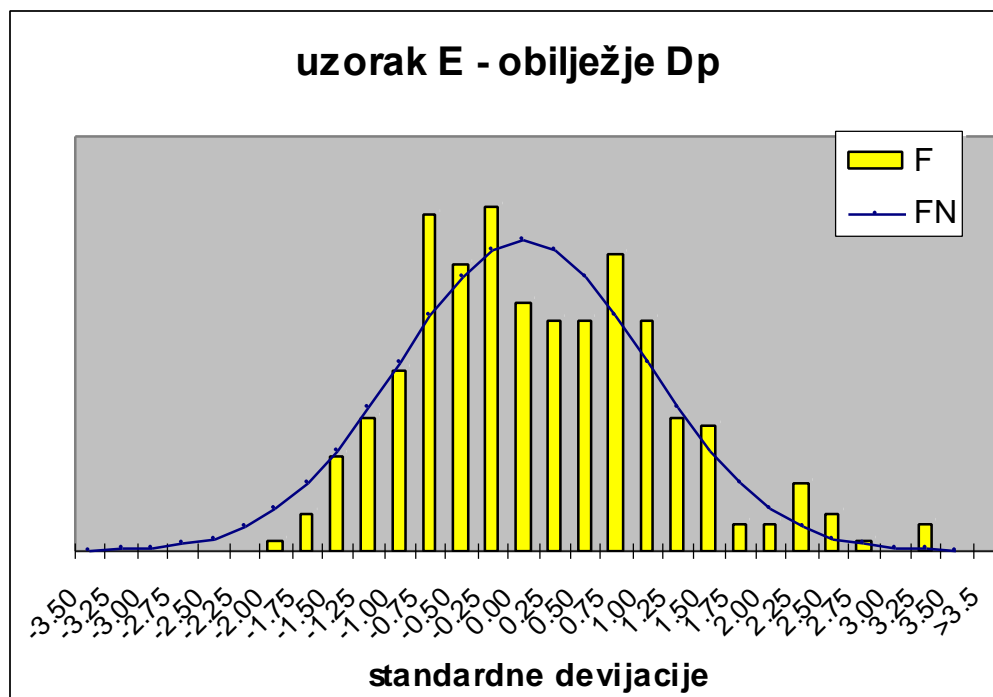


Slika 22. Histogram kritičnih vrijednosti za K-S test za sve osobine kod uzorka D



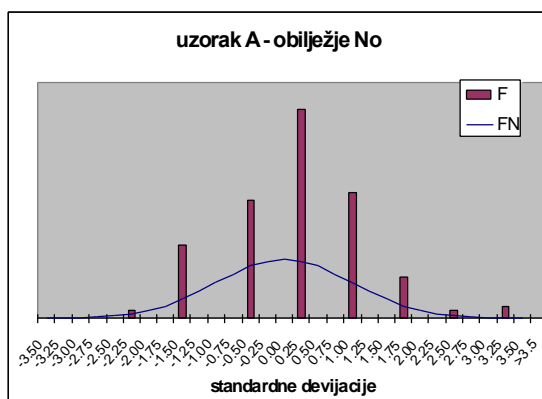
Slika 23. Histogram kritičnih vrijednosti za K-S test za sve osobine kod uzorka F

Tipična normalna distribucija prikazana je za osobinu Dp (duljina peteljke) kod uzorka E (slika 24., str. 41) gdje F označava originalnu frekvenciju a FN očekivanu frekvenciju.

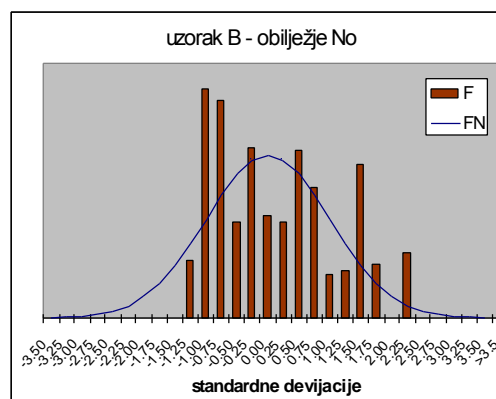


Slika 24. Krivulja normalne distribucije za osobinu (Dp) kod uzorka E

Distribucija broja razvijenih listova kod mladih (uzorak A) i kod starijih biljaka (uzorak B) prikazana je na slikama 25. i 26. Zbog izostanka frekvencije u svim razredima kod mladih biljaka nije iskazana normalna distribucija, dok je kod starijih biljaka pokazana normalna distribucija.



Slika 25. Krivulja normalne distribucije za osobinu (No) kod uzorka A



Slika 26. Krivulja normalne distribucije za osobinu (No) kod uzorka B

4.11. MANN – WHITNEY TEST

U tablici 15. dani su rezultati testa signifikantnosti razlika između uzoraka C/D i E/F uz nivo značajnosti od 5%. Legenda za objašnjenje vrijednosti iskazanih u tablici nalazi se na slici 27.

Tablica 15. Kritične vrijednosti Mann-Whitney testa

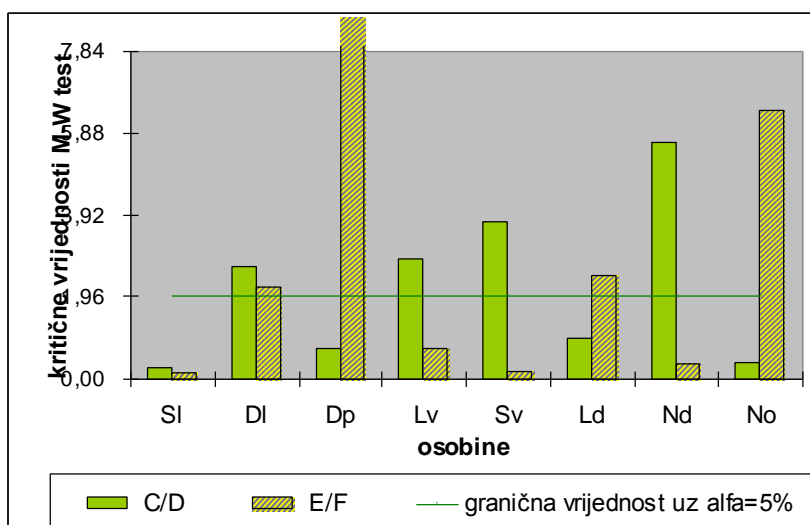
	Sl	DI	Dp	Lv	Sv	Ld	Nd	No
korigirani rang								
C/D	0.25	2.71	0.71	2.88	3.77	0.97	5.66	0.39
E/F	0.12	2.21	8.67	0.73	0.18	2.47	0.34	6.42

H_0	- uzorci se signifikantno ne razlikuju	Kritične vrijednosti	<1.96	prihvaćena H_0
H_1	- uzorci se signifikantno razlikuju	Kritične vrijednosti	>1.96	odbačena H_0
signifikantnost		5%		
granična vrijednost z		1.96		

Slika 27. Legenda prihvatanja hipoteze

Signifikantne razlike između uzoraka E/F (uzorci nakon izloženosti eksperimentalnim uvjetima) pojavljuju se kod osobina Dp, No, Ld i DI (sl. 28.)

Signifikantne razlike između uzoraka E/F nisu primijećene kod osobina Sl, Lv, Sv i Nd.



Slika 28. Histogram kritičnih vrijednosti M-W testa za uzorke C/D i E/F

Signifikantne razlike između uzoraka C/E (isti uzorci prije i nakon izloženosti eksperimentalnim uvjetima direktne izloženosti sunčevoj insolaciji) pojavljuju se kod svih mjerenih osobina.

Signifikantne razlike između uzoraka D/F (isti uzorci prije i nakon izloženosti eksperimentalnim uvjetima jake zasjenjenosti) pojavljuju se kod svih mjerenih osobina.

5. RASPRAVA

Prirodna selekcija vodi k tome da organizmi imaju kombinaciju oblika i funkcije optimalnu za rast i razmnožavanje u okolini u kojoj žive. Tu se ne govori o tome da su svi organizmi savršeno prilagođeni na okolinu koja ih okružuje, već da se biljke bilo kojoj okolini, u kojoj jesu, žele prilagoditi (Parkhurst i Loucks 1972). Za biljku može biti biološki nemoguće postići potreban stupanj adaptacije procesom plastičnosti, zbog limitiranosti genetski naslijeđenih potencijala. Drugim riječima, može biti izvan sposobnosti vrste da razvije djelotvoran odgovor koji dovodi do prednosti za biljku. Najbolje stanje organizma u promjenjivoj okolini maksimiziraju fenotipske promjene ako minimiziraju negativan utjecaj okoline i povećavaju sve efekte koji dovode do prednosti za biljku (Bradshaw 1965).

Svojstva kao što su visina, težina, debljina dlake, veličina lišća ili razne druge fizičke osobine biljaka i životinja variraju samo količinski tj. **kvantitativno** i izražena su mnoštvom prijelaza od jedne krajnosti do druge. Ta su svojstva fluktuirajuća i mijenjaju se kontinuirano. Kvantitativna varijabilnost koja se kreće između dvije krajnosti može se prikazati brojčano ili grafički. Kvantitativne promjene nisu nasljedne. Pojave nejednakosti koje se odnose na neku određenu vrstu organizama postoje u istoj generaciji i između roditelja i potomaka. Za osnovu uspoređivanja mogu se uzeti pojedinačni organizmi. **Individualna** varijabilnost živih bića. Ima nejednakosti koje zahvaćaju cijele skupine inače istovrsnih organizama. Pojavljuju se različite podvrste, sorte i rase, kod kojih je poneko svojstvo postalo osobito izrazito ili se gotovo sasvim izgubilo (Kalafatić 1998). Varijabilnost koja nije nasljedna, već samo fenotipska modifikacija uvjetovana nekim ekstremnim ekološkim čimbenikom ne može predstavljati neki unutar vrsni takson, iako se u taksonomskoj literaturi vrlo često susreću primjeri da modifikacije imaju taksonomski status, kao varijetet ili forme (Franjić 2002).

Bitan korak u ekološkom pristupu fenotipskoj plastičnosti je kvantitativna procjena fenotipske promjene uzrokovane okolinom, koja je od posebne važnosti u komparativnom izučavanju različitih vrsta i populacija (Valladares i sur. 2000, Balaquer i sur. 2001,

Valladares i sur. 2005). Najmanje se 17 različitih osobina koristi u opisivanju fenotipske plastičnosti a većina se **ne može standardno** upotrebljavati pri uspoređivanju različitih vrsta (Valladares i sur. 2006).

5.1. KVANTITATIVNE OSOBINE LISTA

5.1.1. ŠIRINA LISTA

Prosječna je širina lista (7.22 ± 1.96 cm) primjeraka iz uzorka B (nakon izloženosti biljaka eksperimentalnim uvjetima) veća od širine lista (5.48 ± 0.73 cm) primjeraka iz uzorka A (prije izloženosti biljaka eksperimentalnim uvjetima). U prirodnom okruženju biljke vrste *Ranunculus acris* dolaze na mjestima direktno izloženim sunčevom zračenju, ali uspjevaju i na zasjenjenim mjestima i zbog toga uzorak B najbolje predstavlja prirodnu populaciju. Sa starošću biljke širina lista je veća. Širina lista je malo veća kod biljaka koje su nastavile rast na direktno osvijetljenom mjestu (uzorak E) od listova biljaka koje su nastavile rast na zasjenjenom mjestu (uzorak F). Različiti su autori (Sultan 1987, Linhart i Grant 1996, Lortie and Aarssen 1996, Nikolić 1997) proučavali fenotipsku plastičnost u biljaka izloženih promjenjivim uvjetima okoliša. Menadue i Crowden (1990), Cassells i sur. (1999), Riser i Fek (2000), Carvalho i Quesenberry (2009), Ballian i sur. (2010) karakteristike lista biljaka (širina i duljina lista) koriste u detektiranju i opisivanju varijabilnosti ili fenotipske plastičnosti kako je učinjeno i u ovom radu. Širina lista nije stalna osobina i mijenja se sa starošću biljaka te ju ne možemo koristiti kao determinirajuću osobinu. Rezultati pokazuju da razlika u količini primljenog sunčevog zračenja (uzorci E i F) ne utiče bitno na širinu lista.

5.1.2. DULJINA LISTA

Kod uzorka A tj. mladih primjeraka koji su rasli na otvorenom mjestu sa direktnom insolacijom, duljina lista je manja (3.27 ± 0.46) od duljine lista kod biljaka koje su

nastavile svoj razvoj na tom istom području označenih kao uzorak E (stariji primjerci s vrijednošću $DI=4.51 \pm 1.41\text{cm}$). Biljke koje promijene stanište pa nastavljaju rast na novom (zasjenjenom) staništu (biljke uzorka F) sa starošću također imaju dulje listove (4.18 ± 0.88) od mladih biljaka. Razlika u duljini lista između biljaka izraslih na osunčanom staništu (uzorak E) i izraslih na zasjenjenom mjestu (uzorak F) je veća od razlike u širini lista između tih istih uzoraka. Nasuprot tome, razlika u duljini lista između mladih biljaka (uzorak A) i biljaka koje najbolje odgovaraju prirodnoj populaciji (uzorak B) je manja od razlike u širini lista između uzorka A i uzorka B.

Nameće se zaključak da se ni duljina lista ne može koristiti kao determinirajuća osobina vrste *Ranunculus acris*. Razlika u količini primljenog sunčevog zračenja (uzorci E i F) ima za posljedicu razvoj malo duljih i vrlo malo širih listova kod biljaka osunčanog mjesta (uzorak E) od listova biljaka zasjenjenog staništa (uzorak F). U odnosu na zahtjeve svjetlosti postoji grupa biljaka koja se razvija na direktnoj svjetlosti, ali mogu izdržati slabiju ili jaču zasjenjenost u izvjesnom periodu vremena. Takve su mnoge korovske biljke, koje se uspješno razvijaju i donose sjeme u uvjetima zasjenjenja. Svjetlo djeluje na morfološke i anatomske osobine biljaka (Kojić 1988). *Ranunculus acris* spada u korovske, invazivne vrste koje se dobro prilagođavaju promjenama životnih uvjeta okoliša pa se kao i druge korovske biljke (Riis i sur. 2010) mogu pomoću fenotipske plastičnosti prilagoditi na nove areale. Pretpostavka (Parkhurst i Loucks 1972) da je optimalna veličina lista, s obzirom na okruženje, vezana uz maksimalnu učinkovitost u korištenju vode dovodi do predviđanja trendova u veličini lista. Ona ne vrijedi za sve biljne vrste, pa se mora uključiti više faktora kao što su temperatura i svjetlost.

5.1.3. DULJINA PETELJKE LISTA

Uočljiva je velika razlika u duljini peteljke lista između mladih biljaka osunčanog staništa (uzorak A) i biljaka koje su nastavile svoj rast na sjenovitom mjestu (uzorak F). Prosječna duljina lista kod uzorka A je $7.83 \pm 3.15\text{cm}$ naprema $18.95 \pm 6.05\text{cm}$ kod uzorka F. Duljina peteljke lista je kod biljaka koje čine uzorak F (biljke zasjenjenog mjesta) $18.95 \pm 6.05\text{cm}$ i za nekoliko je centimetara veća od duljine peteljke biljaka koje su nastavile svoj rast na otvorenom, sunčanom mjestu (uzorak E). Duljina peteljke biljaka iz uzorka E je $14.02 \pm 4.42\text{cm}$. Starošću se duljina peteljke lista znatno mijenja pa je kod uzorka koji odgovara

prirodnoj populaciji (uzorak B) duljina peteljke lista 15.58 ± 5.5 cm naprema duljini peteljke lista mladih biljaka (uzorak A) koja iznosi samo 7.83 ± 3.15 cm. Dakle, razlika u duljini peteljke lista je dobro uočljivih 7.75cm.

Ovdje je izrazito naglašena prilagodba lista, preko duljine peteljke, na kontrastne razine osvjetljenosti. Kod mnogih biljnih vrsta (Tsukaya 2005) niska razina osvjetljenosti pogoduje povećanom rastu peteljke lista i zaustavlja rast lista. Taj fenomen se naziva sindromom izbjegavanja sjene. Suprotno tome, visoki intenzitet svjetlosti zaustavlja rast peteljke lista i pogoduje rastu lista.

Razlike u duljini peteljke lista (Tsukaya i sur. 2002) u biljaka koje rastu u uvjetima niske odnosno visoke osvjetljenosti, se dovode u vezu s duljinom svake stanice u peteljci, dok je razlika u veličini lista uzrokovana brojem i veličinom stanica plojke lista. Dobro bi bilo ovo istraživanje proširiti i izmjeriti stanice peteljke lista i na vrsti *Ranunculus acris* potvrditi ova zapažanja.

5.1.4. BROJ LISNIH VRHOVA

Broj lisnih vrhova kod uzorka B (uzorak odgovara prirodnoj populaciji) je 60.00 ± 22.43 i puno je veći od broja lisnih vrhova uzorka A (mlade biljke direktno izložene insolaciji) koji iznosi 38.71 ± 12.68 . Na listu biljaka izloženih eksperimentalnoj pojačanoj insolaciji (uzorak E) je izbrojano 61.47 ± 25.06 , dok je na listu biljaka izraslih u dubokoj zasjenjenosti (uzorak F) izbrojano 56.85 ± 14.96 lisnih vrhova. Starenjem se broj lisnih vrhova znatno povećava. Povećanjem i rastom plojke lista povećava se i broj lisnih vrhova. Na zasjenjenom mjestu rasta (uzorak F) su izmjerene manje dimenzije lista i na njemu je manji broj lisnih vrhova nego kod biljaka izraslih u uvjetima veće insolacije (uzorak E) sa malo širim i nešto duljim listovima. Mali porast broja lisnih vrhova prati mali porast u veličini lista. Nazubljenost lista je jasna i česta osobina za određivanje mnogih biljnih vrsta (Royer i Wilf 2006) ali broj lisnih vrhova se mijenja sa starošću i ne može biti determinirajuća osobina za ovu vrstu.

5.1.5. BROJ LISNIH VRHOVA SREDNJEG ISPERKA LISTA

Mlade biljke (uzorak A) imaju manji broj lisnih vrhova (11.01 ± 3.94) a sa starošću dolazi do povećanja njihovog broja bez obzira u kakvim su ekološkim uvjetima biljke rasle (uzorak E-osvijetljeno stanište 16.28 ± 6.53 ; uzorak F-zasjenjeno stanište 15.55 ± 4.40). Broj lisnih vrhova srednjeg isperka lista je očekivano povezan sa ukupnim brojem lisnih vrhova. Broj lisnih vrhova, broj lisnih vrhova njegovog srednjeg isperka i rast lista je proporcionalan i kako se povećava lisna plojka, dolazi do povećanja ukupnog broja lisnih vrhova a s time i broja lisnih vrhova srednjeg isperka lista.

5.1.6. BROJ RAZVIJENIH LISTOVA

Daleko najveći broj razvijenih listova imaju biljke koje rastu u uvjetima jake insolacije (uzorak E) a najmanji (uzorak F) biljke koje rastu u uvjetima smanjenog sunčevog zračenja (19.46 ± 6.52 naprema 7.45 ± 1.63). Mlade biljke (uzorak A) imaju 11.99 ± 1.32 razvijena lista što je u prosjeku 4,5 listova po biljci više od biljaka sa staništem u sjeni (uzorak F), ali 7,8 listova po biljci manje od direktno osvijetljenih biljaka (uzorak F). Veličina lista, broj listova, dlakavost listova i duljina peteljke su karakteristike značajne u određivanju modifikacije izazvane okolinom (Menadue Y. i Crowden 1990). Listovi zasjenjenog područja (uzorak F) ne pokazuju veliku razliku u veličini listova, ali je zato uočljiva razlika u duljini peteljke a posebno u broju razvijenih listova ako ih uspoređujemo sa uzorkom E (biljke uzgajane na osvijetljenom staništu).

Dobivena mjerenja pokazuju da osvijetljeno stanište (i ostali uvjeti staništa tijekom istraživanja) više odgovara ovoj vrsti jer biljka razvija veći broj i veličinu listova, a protiv smanjene količine sunčeva zračenja bori se velikim smanjenjem broja listova i produljivanjem peteljke lista dok se dimenzije lista malo mijenjaju. Zanimljivo bi bilo dopuniti istraživanje sa još jednim uzorkom koji bi rastao na mjestu direktne insolacije ali u najjužnijim dijelovima Hrvatske, gdje je viša srednja ljetna temperatura od Zagreba, više sunčanih dana i manja prosječna količina oborina. Dobio bi se odgovor na pitanje da li bi *Ranunculus acris* ipak razvio manje listove uslijed prevelikog sunčevog zračenja koje ima negativan utjecaj na razvoj biljaka.

5.1.7. BROJ DLAKA LICA LISTA po cm²

Za prirodnu populaciju koju u ovom radu predstavlja uzorak B broj dlaka lica lista po jedinici površine je 7.78 ± 0.87 . Kod mladih biljaka (uzorak A) je izmjeren manji broj dlaka i iznosi 5.76 ± 1.17 . Razvojem biljaka dolazi do povećanja broja dlaka lica lista po jedinici površine. Uzorak E, koji obuhvaća primjerke koji su rasli na mjestu s većom insolacijom, ima 7.84 ± 0.91 a uzorak F (zasjenjenost staništa) ima 7.64 ± 0.78 . Rezultati pokazuju malo povećanje broja dlaka lica lista u uzorku E prema uzorku F.

Skaltsa i sur. (1994) ukazuju da dlake na listovima, uz ostale uloge, služe učinkovitom zaustavljanju štetnog UV-B zračenja kako ne bi došlo do redukcije pojedinih ili svih dijelova biljke. Na mjestu direktne izloženosti biljke sunčevom zračenju (uzorak E) postoji veći broj dlaka na licu lista ali to nije izrazito veći broj (u odnosu na broj dlaka lica lista u biljaka na zasjenjenom staništu – uzorak F) što znači da te biljke nisu bile izložene bitno većoj dozi štetnog sunčevog zračenja od uzorka F ili da im je taj broj dlaka bio dovoljan za obranu od štetnih utjecaja okoliša. Da se istraživanje provodilo u južnijim i aridnijim dijelovima Hrvatske, za očekivati je pojavljivanje veće razlike u dlakavosti lica lista između biljaka izraslih na direktnom svjetlu i biljaka izraslih u sjeni.

5.1.8. BROJ DLAKA NALIČJA LISTA po cm²

Nije uočen veći utjecaj ekoloških faktora na broj dlaka naličja lista po jedinici površine. Uzorak E (primjerci koji su rasli na sunčanom mjestu) ima 5.28 ± 1.44 a uzorak F (primjerci koji su rasli na zasjenjenom mjestu) ima 5.41 ± 0.99 dlaka što znači da uzorak F ima malo veću dlakavost naličja lista. Mladi primjerci (uzorak A) imaju manji broj dlaka naličja lista (4.24 ± 1.43) od biljaka u prirodnom okruženju (uzorak B, $N_d=5.32 \pm 1.32$). Nije jasno da li je razlika u dlakavosti između uzoraka E i F (biljke na svjetlu/biljke u sjeni) u korist uzorka F rezultat prirodne reakcije biljaka na ekološke uvjete mjesta rasta, rezultat slučajnosti (na većem uzorku bi rezultat bio drugačiji, ujednačeniji a možda bi bio u korist uzorka E) ili je potencijalna pogreška rezultat tehnike procjene broja dlaka.

5.1.9. KOEFICIJENTI VARIJABILNOSTI

5.1.9.1. DULJINA I ŠIRINA LISTA

Izmjerene vrijednosti za širinu i duljinu lista dosta variraju kod svih uzoraka. Uzorak E (primjerci koji su rasli na sunčanom mjestu) ima najviši koeficijent varijabilnosti za duljinu lista koji iznosi 31.20%. Relativno visok koeficijent varijabilnosti za širinu lista izmjeren je na istom uzorku (uzorak E) a iznosi 29.94%. Mlađi primjerci (uzorak A) pokazuju manju varijabilnost u osobinama lista (koeficijent varijabilnosti je 13.42% za širinu a 14.02% za duljinu lista) od svih starijih primjeraka (uzorci E i F). Uzorak F (primjerci koji su rasli na zasjenjenom mjestu) ima manji koeficijent varijabilnosti za obje izmjerene osobine lista (DI=21.04%; SI=19.35%) od uzorka E (biljke sa direktnom insolacijom). To ukazuje na veliku raznolikost u dimenzijama površine lista kod biljaka koje rastu na sunčanom mjestu i na ujednačenije dimenzije lista kod biljaka koje rastu u uvjetima nedovoljne osvjetljenosti.

Jak varijabilitet je karakterističan za sva živa bića a dobiveni rezultati potvrđuju izrazitu varijabilnost unutar mjerenih pojava. Varijabilna morfologija lista (Menadue i Crowden 1990) se često pojavljuje u *Ranunculus* vrstama i dolazi do otežane identifikacije vegetativnog materijala koja može dovesti do klasifikacijske zbrke (sl. 6. i sl. 7., str. 26).

5.1.9.2. DULJINA PETELJKE LISTA

Kod zrelih listova mladih primjeraka (uzorak A) koeficijent varijabilnosti duljine peteljke je 40.23% i veći je nego kod uzorka B (starije biljke koje predstavljaju prirodnu populaciju) koji iznosi 35.26%. Dakle, mlade biljke (uzorak A) pokazuju veću varijabilnost u duljini peteljke lista, ali manju varijabilnost u dimenzijama listova od biljaka izloženih kontrastnim uvjetima okoliša (uzorci E i F). Primjerci preseljeni na mjesto s manjom količinom svjetla (uzorak F) imaju koeficijent varijabilnosti 31.96% a preseljeni na mjesto sa većom količinom svjetla (uzorak E) 31.54%. Koeficijenti varijabilnosti su tu ujednačeni (za uzorke E i F) ali prilično visoki (sl. 6. i sl. 7., str. 26).

5.1.9.3. BROJ LISNIH VRHOVA

Zanimljivo je da primjerci koji su nastavili rast na sunčanom mjestu (uzorak E) opet imaju najveći koeficijent varijabilnosti ($L_v=40.77\%$), a uzorak F (primjerci koji su rasli na zasjenjenom mjestu) najmanji koeficijent varijabilnosti ($L_v=26.31\%$). Vrijednosti koeficijenta varijabilnosti za broj lisnih vrhova mladih biljaka (uzorak A) se nalaze između vrijednosti za broj lisnih vrhova uzoraka E i F (biljke na svjetlosti; u sjeni). Varijabilnost broja lisnih vrhova proporcionalno prati varijabilnost broja lisnih vrhova srednjeg isperka lista Biljke sa većom količinom sunčevog zračenja (uzorak E) pokazuju veću varijabilnost u broju lisnih vrhova od mlađih primjeraka (uzorak C) a biljke koje su sazrele na zasjenjenom mjestu (uzorak F) manju varijabilnost od mlađih primjeraka (uzorak D). Prikaz varijabilnosti nalazi se na sl. 8. i sl. 9., str. 29.

5.1.9.4. BROJ RAZVIJENIH LISTOVA

Koeficijent varijabilnosti za broj razvijenih listova varira od 10.58% do 50.01%. Kod mlađih primjeraka (uzorak A) broj listova je stalnija vrijednost koja se sa starenjem biljke povećava bez obzira u kakvim uvjetima biljka nastavlja rast. Primjercima koji rastu na zasjenjenom mjestu (uzorak F) koeficijent varijabilnosti je 21.90% i broj listova im manje varira, nego kod primjeraka koji rastu na sunčanom mjestu (uzorak E) kojima je koeficijent varijabilnosti 33.51%. Prikaz varijabilnosti nalazi se na sl. 8. i sl. 9., str. 29.

5.1.9.5. BROJ DLAKA LISTA po cm^2

Mlađi primjerci (uzorak A) imaju varijabilniji broj dlaka po jedinici površine od starijih primjeraka koji su sazreli na istom mjestu (sunčano mjesto na kojem su nastavili rasti i primjerci uzorka E). Ukoliko dođe do promjene uvjeta okoline, npr. količina svjetlosti se smanji (kao kod uzorka F), varijabilnost broja dlaka po jedinici površine pada. Ako dođe do veće izloženosti biljke sunčevom zračenju (uzorak E) varijabilnost isto pada ali je veća

od varijabilnosti broja dlaka u uzorku F. Veća je razlika u varijabilnosti dlaka između ta dva uzorka (uzorci E i F) u broju dlaka naličja lista nego u broju dlaka lica lista gdje je razlika u varijabilnosti samo 12.7% (naprema 50.3% u broju dlaka naličja lista). Prikaz varijabilnosti nalazi se na sl. 10. i sl. 11., str. 32.

5.2. FENOTIPSKA PLASTIČNOST OSOBINA LISTA

5.2.1. KORELACIJA

Svi uzorci (uzorak A, B, C, D, E i F) jednako upućuju na visoku pozitivnu povezanost između broja lisnih vrhova i broja lisnih vrhova srednjeg isperka te širine i duljine plojke lista. Visoka je povezanost između broja dlaka lica i naličja lista kod mlađih biljaka (uzorak A) a starenjem biljaka, bez obzira na kontrastne uvjete razvitka (uzorci E i F), ta je povezanost tek značajna. Negativnu povezanost kod obje grupe biljaka koje su rasle u eksperimentalnim uvjetima (uzorci E i F) pokazuju duljina i širina lista te duljina peteljke sa brojem dlaka lica, brojem dlaka naličja lista i ukupnim brojem razvijenih listova. Kod uzorka E (biljke sa direktnom insolacijom) je ta povezanost dosta veća nego kod biljaka iz uzorka F (biljke dubokog zasjenjenja). Nema povezanosti između broja lisnih vrhova i broja dlaka naličja lista u uzorku F (biljke koje rastu na zasjenjenim mjestima). Mlade biljke (uzorak A) pokazuju neznatnu negativnu povezanost širine lista sa duljinom peteljke, brojevima lisnih vrhova i lisnih vrhova srednjeg isperka lista. Biljke uzorka E (osunčana staništa) u tim istim osobinama pokazuju značajnu pozitivnu povezanost a biljke uzorka F (staništa u dubokoj sjeni) od nabrojanih osobina imaju samo značajnu povezanost između širine lista i duljine peteljke. Broj razvijenih listova u svim uzorcima (A, B, C, D, E, F) ne pokazuje nikakvu za istraživanje značajniju povezanost sa bilo kojom mjerenom osobinom lista.

Logična je povezanost između broja lisnih vrhova i broja lisnih vrhova srednjeg isperka lista jer porast ukupnog broja lisnih vrhova obuhvaća u sebi porast broja lisnih vrhova srednjeg isperka. Drugu visoku pozitivnu povezanost, između duljine i širene lista, nije teško objasniti. Duljina i širina listova se rastom, razvojem i prilagodbom na uvjete okoline

mijenja i tako se, relativno ravnomjerno, povećava (ili smanjuje) površina plojke uz (veće ili manje) zadržavanje određenog oblika lista.

5.2.2. KOLMOGOROV-SMIRNOV TEST

Distribucija individualnih vrijednosti se grupira oko svoje centralne vrijednosti po zakonu normalne raspodjele. Tako će najveći broj vrijednosti biti u neposrednoj blizini centralne vrijednosti, a sve manje bit će ih koje od nje znatno odstupaju. Normalna raspodjela je temelj za statistički pojam vjerojatnosti i za zaključivanje vezano uz nju.

Osobine koje su pokazale normalnu distribuciju su: širina lista (Sl), duljina lista (Dl), duljina peteljke (Dp), broj lisnih vrhova (Lv) i broj lisnih vrhova srednjeg isperka lista (Sv) kod svih uzoraka (uzorci A, B, C, D, E, F). Kod uzoraka B, E i F (starije biljke izložene eksperimentalnim uvjetima) normalnu distribuciju pokazuje i broj razvijenih listova (No). Brojnost dlaka naličja lista istih mladih biljaka (uzorak D) koje su kasnije premještene u sjenu i starijih primjeraka izraslih pod direktnim sunčevim zračenjem (uzorak E) pokazuje također normalnu distribuciju tih osobina (poglavlje 4.10.).

Osobine koje nisu pokazale normalnu distribuciju su: broj dlaka lica lista (Ld) i broj dlaka naličja lista (Nd) kod svih uzoraka (uzorci A, B, C, D, E, F), te broj razvijenih listova kod uzoraka A, C i D (mlade biljke). Izuzetak predstavljaju brojnost dlaka naličja lista mladih biljaka prije zasjenjenja (uzorak D) i brojnost dlaka naličja lista starijih (dobro osvijetljenih) biljaka iz uzoraka E, koje pokazuju normalnu distribuciju tih osobina. Za dlakavost listova je odstupanje od normalne distribucije prema većim vrijednostima (poglavlje 4.10).

Zašto brojevi dlaka lica i naličja lista nisu pokazali normalnu distribuciju (osim broja dlaka naličja lista uzoraka D i E) nije dalje istraženo ali se uzrok može potražiti u metodi procjene dlakavosti lista. Broj razvijenih listova nije pokazao normalnu distribuciju ni kod mladih biljaka (uzorci A, C i D), jer je u statističkoj obradi broj listova raspoređen u premali broj frekvencija da bi se pokazala normalna distribucija.

5.2.3. MANN-WHITNEY TEST

Prije izlaganja biljaka eksperimentalnim uvjetima ne bi trebalo biti značajne razlike između mjerenih osobina lista. Rezultati su prilično proturječni jer ukazuju na značajnu razliku između mladih biljaka (uzorci C i D) u duljini lista, broju lisnih vrhova i broju dlaka naličja lista (pri nivou značajnosti od 0.05) koja nije očekivana jer su sve biljke uzgajane pod istim uvjetima i iz sjemena iste populacije (sl. X., str. Y). Ipak se mora poštivati dobiveni rezultat, a objašnjenje treba tražiti u prirodnim varijacijama (nasljednoj varijabilnosti) dozvoljenim unutar genotipova, posljedica je slučajnosti ili nečeg trećeg.

Nakon izlaganja biljaka različitim količinama sunčevog zračenja (uzorak E je dovršio razvoj na direktnoj svjetlosti a uzorak F u sjeni), signifikantno se razlikuju četiri osobine lista – duljina lista, broj razvijenih listova, duljina peteljke i broj dlaka lica lista. Duljina lista pokazuje vrlo malu signifikantnost razlike, čak manju od razlike u duljini listova mladih biljaka i procjenjujem da duljina lista ne pokazuje fenotipsku plastičnost pri promjenjivim uvjetima razvoja. Ni signifikantnost razlike u dlakavosti lica lista nije dovoljno uvjerljiva pošto je izračun temeljen na pretpostavci da se radi o normalnoj distribuciji koja u osobinama dlakavosti lista nije dokazana (vidi 5.2.3.).

Fenotipska plastičnost uzrokovana kontrastnim uvjetima razvoja (ekološka varijabilnost) dokazana je u duljini peteljke jer se ta osobina signifikantno razlikuje kod biljaka iz uzoraka E i F. Fenotipska plastičnost uzrokovana kontrastnim uvjetima razvoja (ekološka varijabilnost) dokazana je i u broju razvijenih listova ali obrnuto od osobine duljine peteljke. Osobina broja razvijenih listova signifikantno se razlikuje kod biljaka iz uzoraka E i F. Zbog uočene fenotipske plastičnosti duljina stabljike lista i broj razvijenih listova ne može se upotrijebiti kao dijagnostički ključ ali ona ukazuje da *Ranunculus acris* u svom genomu nosi gen za prilagođavanje na promjenjive uvjete staništa. Za opstanak mnogih biljaka je sve bitnija moć brze prilagodbe promjenjivim uvjetima okoline pošto ljudi modificiraju staništa agrikulturnim zahvatima i sve se više miješaju u biljne zajednice i njihova prirodna obitavališta.

Između uzorka C i E (iste biljke prije i nakon nastavka rasta u istim uvjetima jakog sunčevog zračenja) i između uzoraka D i F (iste biljke prije i nakon nastavka rasta u dubokoj zasjenjenosti) dolazi do signifikantnih razlika između svih mjerenih osobina lista (sl. 28., str. 44). Varijabilnost biljaka u vremenu (starosna, negenetička varijabilnost) dokazana je za sve istraživane značajke lista. Parametri lista su povezani sa sazrijevanjem biljke i mogli bi se koristiti za uspoređivanje relativne starosti različitih populacija.

6. ZAKLJUČAK

Rezultati dobiveni nakon izlaganja 60 biljaka vrste *Ranunculus acris* L. različitim intenzitetima sunčevog zračenja upućuju na zaključke:

1. Uzorak B (biljke sabrane nakon tretiranja s različitim režimom sunčevog zračenja) najbolje prezentira prirodnu populaciju ovog našeg dijela Hrvatske. Taj uzorak ima najslabije osobine lista onim biljkama koje rastu u nekontroliranim uvjetima prirodnog staništa i podaci pod 2, 3 i 4 su podaci dobiveni za taj uzorak.
2. Prosječne dimenzije lista su 7.22 ± 1.96 cm \times 4.4 ± 1.27 cm. Duljina peteljke je 15.58 cm. Na srednjem isperku lista dolazi 16.0 ± 5.94 lisnih vrhova, dok je ukupni broj lisnih vrhova 60.0 ± 22.43 . Broj dlaka lica i naličja lista po cm² iznosi 7.78 ± 0.87 (odnosno 70-80 dlaka po jedinici površine) na licu i 5.32 ± 1.32 (odnosno 50-60 dlaka po jedinici površine) na naličju lista. Biljka u prosjeku ima 15.64 ± 7.28 lista po biljci.
3. Varijabilnost je očekivana i prirodna što dobiveni rezultati i potvrđuju. Za dimenzije lista koeficijent varijabilnosti iznosi 27.08% za širinu a 28.87% za duljinu lista. To je dvostruko veća varijabilnost u veličini lista starijih biljaka u odnosu na mlade biljke (13.42% ; 14.02%). Koeficijent varijabilnosti za duljinu peteljke lista je 35.26% a za broj lisnih vrhova je ujednačenih 37.39% (ukupan broj lisnih vrhova) i 37.02% (broj lisnih vrhova srednjeg isperka lista). Najveća varijabilnost je u broju razvijenih listova i iznosi 50.01%.
Sve osobine lista biljke *Ranunculus acris* pokazuju relativno visoku varijabilnost.
4. Većina karakteristika lista ne pokazuje značajnu korelaciju sa ostalim izmjerenim osobinama lista. Stupanj povezanosti između broja lisnih vrhova i broja lisnih vrhova srednjeg isperka je visok (0.9) što znači da porastom broja lisnih vrhova srednjeg isperka lista dolazi do porasta ukupnog broja lisnih vrhova. Širina i duljina lista su također visoko pozitivno povezane (0.76) pa rast lista u širinu dovodi do rasta lista u duljinu. Značajnu povezanost pokazuju i širina i duljina lista sa brojevima lisnih

vrhova. Ova vrsta starenjem razvija listove većih površina plojke koje rastu nešto više u širinu nego u duljinu. Povećanjem plojke lista dolazi i do povećanja broja lisnih vrhova. Omjer brojnosti lisnih vrhova i dimenzija istog lista kroz razvoj biljke raste u korist broja lisnih vrhova. Brojnost razvijenih listova nije povezana ni sa jednom drugom osobinom lista.

5. Normalnu distribuciju su pokazale širina lista (Sl), duljina lista (Dl), duljina peteljke (Dp), broj lisnih vrhova (Lv) i broj lisnih vrhova srednjeg isperka lista (Sv) kod svih uzoraka (uzorci A do F). Normalnu distribuciju nije pokazao broj dlaka lica lista (Ld) kod svih uzoraka (uzorci A do F) a broj dlaka naličja lista (Nd) je normalno distribuiran samo u uzorku D (mlade biljke) i uzorku E (starije biljke osvjetljenih staništa). Normalno je distribuiran broj razvijenih listova u uzorku B (starije biljke) a nije normalno distribuiran u uzorku A (mlade biljke) što se objašnjava načinom statističke obrade podataka.

Zašto broj dlaka lica i naličja lista nije pokazao normalnu distribuciju nije dalje istraženo ali promjena metode (procjena broja dlaka) i upotreba neke egzaktnije metode dovela bi nas do rezultata koji se očekuje – normalna distribucija broja dlaka lista.

6. **Fenotipska plastičnost** uzrokovana kontrastnim uvjetima razvoja (ekološka varijabilnost) dokazana je u duljini peteljke i u brojnosti lista. Duljina peteljke je manja (14.02 ± 4.42 cm) kod biljaka koje rastu na mjestu sa većom izloženošću djelovanju sunca (uzorak E) nego kod biljaka (uzorak F) koje rastu na mjestu s manjim stupnjem sunčevog zračenja (18.95 ± 6.05 cm) ali pokazuje skoro jednaku varijabilnost. Ona za uzorak E iznosi 31.54% a za uzorak F 31.96%. Prosječan broj listova po biljci je veći kod biljaka sa većom izloženošću djelovanja sunca ($19,46 \pm 6,52$) u uzorku E, nego kod biljaka s manjom insolacijom ($7,45 \pm 1,63$) u uzorku F. Varijabilnost je visoka u oba uzorka, s tim da je viša kod uzorka E (33,51%) nego kod uzorka F (21,90%).

Fenotipska plastičnost pod utjecajem sunca nije dokazana za: duljinu i širinu lista, broj lisnih vrhova i broj lisnih vrhova srednjeg isperka lista, broj dlaka lica i naličja lista.

Istraživanje je pokazalo da su u kontroliranim uvjetima varijacije u duljini stabljike i u brojnosti listova jaki plastični odgovor na lokalne uvjete rasta.

Plastičnost je široko raširen i važan fenomen kod biljaka. Razvila se različito kod različitih vrsta i, radi povećanog interesa za ekologiju i evoluciju biljaka, sigurno će joj se važnost povećati a time i brojnost istraživanja tog fenomena.

7. **Razvojna varijabilnost** biljaka dokazana je za sve promatrane osobine lista. Između uzorka C i E (biljke prije i nakon nastavka razvoja pod direktnim suncem) i između uzoraka D i F (biljke prije i nakon nastavka razvoja u dubokoj sjeni) dolazi do signifikantnih razlika između svih mjerenih osobina lista. *Ranunculus acris* pripada biljkama koje tijekom vremena mijenjaju morfološki izgled lista preko promjene njegovih dimenzija, broja lisnih vrhova, dlakavosti, duljine stabljike lista. Broj razvijenih listova također varira i mijenja se tijekom starenja biljke. Ostale morfološke osobine lista (npr. boja i debljina) nisu obuhvaćene ovim radom i tek treba istražiti da li i u tim osobinama dolazi do pojave razvojne varijabilnosti lista u ove vrste.

7. POPIS LITERATURE

Arora D.K., Gupta S. (1995): Advances in plant morphology and anatomy, Environment of plants. Anmol Publications Pvt., New Delhi.

Arora D.K., Gupta S. (1995a): Advances in plant morphology and anatomy, Morphology and anatomy of leaf. Anmol Publications Pvt., New Delhi.

Bačić T. (2003): Morfologija i anatomija bilja. Pedagoški fakultet, Osijek.

Balaguer L., Martinez-Ferri E., Valladares F., Perez-Corona M.E., Baquedano F.J., Castillo F.J., Manrique E. (2001): Population divergence in the plasticity of the response of *Quercus coccifera* to the light environment. Functional Ecology. 15: 124-135.

Ballian D., Memišević M., Bogunić F., Bašić N., Marković M., Kajba D. (2010): Morfološka varijabilnost hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) na području Hrvatske i zapadnog Balkana. Šumarski list. 7-8: 371-386.

Bradshaw A.D. (1965): Evolutionary significance of phenotypic plasticity in plants. Advances in Genetics. 13: 115-155.

Brahe T. (1975): Biologija. Izdavačko knjižarsko poduzeće Mladost, Zagreb.

Carvalho M.A., Quesenberry K.H. (2009): Morphological characterization of the USA *Arachis pintoi* Krap. and Greg. Collection. Plant Syst Evol. 277: 1-11.

Cassells A.C., Kowalski B., Fitzgerald D.M., Murphy G.A. (1999): Potato research. 42: 541-548.

Černicki L. (2006): Samoniklo cvijeće grada Zagreba. Školska knjiga d.d., Zagreb.

Denffer D. Von, Ziegler H. (1991): Botanika - Morfologija i fiziologija. Školska knjiga, Zagreb.

Dickison W. C. (2000): Integrative plant anatomy. Harcourt;Academic Press, San Diego (etc.).

Domac R. (1984): Mala flora Hrvatske i susjednih područja. Školska knjiga, Zagreb.

Dubravec K.D., Dubravec I. (2001): Biljne vrste livada i pašnjaka. Školska knjiga, Zagreb.

Dumanović J., Marinković D., Denić M. (1985): Genetički rečnik. Naučna knjiga, Beograd.

Franjč J. (2002): Šumarska botanika. Interna skripta. Sveučilište u Zagrebu, Zagreb.

Gajić M. (1963): Botanika, Sistematika biljaka. Naučna knjiga, Beograd.

Hegi G. (1912): Illustrierte Flora von Mittel Europa, III. Band. A. Pichler s Witwe & Sohn, Wien.

Hörandl E., Paun O., Johansson J. T., Lehnebach C., Armstrong T., Chen L., Lookhart P. (2005): Phylogenetic relationships and evolutionary traits in *Ranunculus s.l.* (Ranunculaceae) inferred from its sequence analysis. Molecular phylogenetics and evolution. 36: 305-327.

Janjatović V. (1989): Botanika. Naučna knjiga, Beograd.

Kalafatić M. (1998): Osnove biološke evolucije. Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, str. 106-113.

King R. C. (1973): Genetika. Vuk Karadžić, Beograd.

Kojić M. (1986): Mala korovska flora. Naučna knjiga, Beograd.

- Kojić M. (1988): Botanika. Naučna knjiga, Beograd.
- Kojić M. (1990): Livadske biljke. Naučna knjiga, Beograd.
- Krpan-Lisica D. (2005): Praktikum iz fizike I. dio. Kemijsko-tehnološki fakultet u Splitu Sveučilišta u Splitu, Split.
- Levine R. P. (1971): Genetika. Školska knjiga, Zagreb.
- Linhart Y., Grant M.C. (1996): Evolutionary significance of local genetic differentiation in plants. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 27: 237-277.
- Lord T. (2003): Flora. Vol. 2, L-Z. Cassell, London.
- Lortie C., Aarssen L. W. (1996): The specialization hypothesis for phenotypic plasticity in plants. *International Journal of Plant Science*. 157: 484-487.
- Mägdefrau K., Ehrendorfer F. (1997): Botanika - Sistematika, evolucija i geobotanika. Školska knjiga, Zagreb.
- Matas Đ. (1999): Četverojezični rječnik. Profil international, Zagreb.
- Menadue Y., Crowden R.K. (1990): Leaf polymorphism in *Ranunculus nanus* Hook. (Ranunculaceae). *New Phytologist*. 114: 265-274.
- Mišić LJ., Lakušić R. (1990): Livadske biljke. Svjetlost, Sarajevo.
- Nikolić T. (1997): Phenotypic epidermis plasticity in population of *Ranunculus acris* L. (Ranunculaceae) under different light conditions. *Natura Croatica*. 6 (3): 335-344.
- Nikolić T., Kovačić S. (2008): Flora Medvednice. Školska knjiga d.d.; Prirodoslovno matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
- Pahlow M. (1989): Velika knjiga ljekovitog bilja. Cankarjeva založba, Ljubljana; Zagreb.

Parkhurst D.F., Loucks O.L. (1972): Optimal leaf size in relation to Environment. *Journal of Ecology*. 60(2): 505-537.

Petz B. (2002): Osnovne statističke metode za nematematičare. Naklada Slap, Jastrebarsko.

Pranjić A. (1986): Šumarska biometrika. Sveučilišna naklada Liber, Zagreb.

Regula L.J. (1996): Botanički vrt Zagreb. Kronus, Zagreb.

Riis T., Lambertini C., Olesen B., Clayton J. S., Brix H. (2010): Invasion strategies in clonal aquatic plants: are phenotypic differences caused by phenotypic plasticity or local adaptation?. *Annals of Botany*. 106 (5): 813-822.

Royer D.L., Wilf P. (2006): Why do toothed leaves correlate with cold climates? Gas exchange at leaf margins provides new insights into a classic paleotemperature proxy. *International Journal of Plant Sciences*. 167(1): 11-18.

Ryser P., Fek L. (2000): Consequences of phenotypic plasticity vs. interspecific differences in leaf and root traits for acquisition of aboveground and belowground resources. *American Journal of Botany*. 87: 402-411.

Silobrčić V. (1994): Kako sastaviti, objaviti i ocijeniti znanstveno djelo. Medicinska naklada, Zagreb.

Singh G. (2001): Plant systematics. Science Publishers, Enfield; Plymouth.

Skalsa H., Verykokidou E., Harvala C., Karabourniotis G., Manetasi Y. (1994): UV-B protective potential and flavonoid content of leaf hairs of *Quercus ilex*. *Phytochemistry*. 37(4): 987-990.

Stančić Z. (2000): Travnjaci razreda Molinio-Arrhenatheretea u sjeverozapadnoj Hrvatskoj. Doktorska disertacija. Sveučilište u Zagrebu – Prirodoslovno matematički fakultet, Zagreb.

Stuessy T.F. (1994): Case studies in plant taxonomy (Exercises in Applied Pattern Recognition). Columbia University Press, New York.

Sultan S.E. (1987): Evolutionary implications of phenotypic plasticity in plants. *Evolutionary Biology*. 21: 127-178.

Šugar I. (2008): Hrvatski biljni imenoslov. Matica Hrvatska, Zagreb.

Tamura M. (1995): Angiospermae. Ordnung Ranunculales. Familia Ranunculaceae.II. Systematic Part. U: Hiepko P., Natürliche Pflanzen familien. second ed.,17a IV, Berlin, str. 223-519.

Tivy J. (1995): A study of plants in ecosphere. Longman Group Limited, Harlow.

Trinajstić I. (1973): Ranunculaceae. U: Trinajstić, I. (ur.) Analitička flora Jugoslavije, svezak 1 (2). Grafički zavod Hrvatske, Zagreb, str. 229-357.

Tsukaya H., Kozuka T., Kim G.T. (2002): Genetic control of petiole length in *Arabidopsis thaliana*. *Plant Cell Physiology*. 43: 1221-1228.

Tsukaya H. (2005): Leaf shape: genetic controls and environmental factors. *Int.J.Dev.Biol.* 49: 547-555.

Tutin T.G.,Chater A.O. (1993): Ranunculaceae. Flora Europaea. Vol. 1, second edition. Cambridge University Press, Cambridge, str. 248-292.

Valladares F., Martinez-Ferri E., Balaguer L., Pérez-Corona E., Manrique E. (2000): Low leaf-level response to light and nutrients in Mediterranean evergreen oaks: a conservative resourceuse strategy? *New Phytologist*. 148: 79-91.

Valladares F., Arrieta S., Aranda J., Lorenzo D., Tena D., Sánchez-Gómez D., Suarez F., PardosJ.A. (2005): Shade tolerance, photoinhibition sensitivity and phenotypic plasticity of *Ilex aquifolium* in continental-Mediterranean sites.*Tree Physiology*. 25: 1041-1052

Valladares F., Sánchez-Gómez D., Zavala M. (2006): Quantitative estimation of phenotypic plasticity: bridging the gap between the evolutionary concept and its ecological applications. *Journal of Ecology*. 94: 1103-1116.

8. PRILOZI

- Prilog 1. Rezultati mjerenja osobina lista kod mladih biljaka u uzorku A (teglice 1-60), odnosno C (1-30) i D (31-60)
- Prilog 2. Rezultati mjerenja osobina lista kod starijih biljaka u uzorku B (teglice 1-60), odnosno E (1-30) i F (31-60);
podskup E karakterizira direktna izloženost sunčevom zračenju, a podskup F duboka zasjenjenost

Prilog 1.**Rezultati mjerenja osobina lista kod mladih biljaka u uzorku A (teglice 1-60), odnosno C (1-30) i D (31-60)**

Broj teglice	Redni broj lista u uzorku	Redni broj lista u teglici	Sl	DI	Dp	Lv	Sv	Ld	Nd	No.
			Širina lista	Duljina lista	Duljina peteljke			Dlak avost lica	Dlak avost naličja lista	
			cm	cm	cm			po cm ²	po cm ²	
1	1	1	5,78	3,16	4,93	24	6	6,5	2,5	14
1	2	2	6,12	3,20	6,08	38	11	5,5	3,5	14
1	3	3	6,63	3,62	6,27	34	10	7,5	2,5	14
1	4	4	4,53	2,83	5,26	22	6	5,5	2,5	14
2	5	1	5,02	3,31	9,96	55	15	5,5	3,5	12
2	6	2	5,18	3,45	5,63	52	16	5,5	3,5	12
2	7	3	5,16	3,17	7,61	35	9	5,5	3,5	12
2	8	4	5,32	3,31	8,27	30	9	5,5	4,5	12
2	9	5	5,74	3,22	6,77	43	11	6,5	4,5	12
2	10	6	5,28	3,54	8,15	27	9	5,5	2,5	12
3	11	1	6,12	3,54	6,14	43	12	5,5	2,5	10
3	12	2	5,82	3,41	6,84	33	9	5,5	2,5	10
3	13	3	5,52	3,67	7,93	30	8	5,5	2,5	10
3	14	4	5,07	3,12	8,81	47	13	5,5	2,5	10
3	15	5	6,35	3,80	6,52	39	9	5,5	2,5	10
3	16	6	6,57	3,90	8,07	29	9	5,5	2,5	10
4	17	1	4,80	3,35	6,07	27	7	6,5	2,5	10
4	18	2	5,97	3,80	6,18	40	12	6,5	2,5	10
4	19	3	6,04	3,73	9,54	62	15	6,5	2,5	10
4	20	4	5,67	3,68	6,66	30	7	6,5	2,5	10
4	21	5	6,04	3,85	7,00	58	16	6,5	2,5	10
5	22	1	5,72	3,25	5,87	22	7	6,5	2,5	11
5	23	2	5,51	3,61	5,65	35	9	5,5	3,5	11
5	24	3	5,20	3,08	6,71	26	7	4,5	2,5	11
5	25	4	6,20	3,70	6,08	26	6	5,5	3,5	11
5	26	5	5,35	3,47	6,21	45	12	6,5	3,5	11
5	27	6	4,72	3,29	18,26	48	13	6,5	4,5	11
6	28	1	5,75	3,12	5,75	41	10	6,5	1,5	11
6	29	2	4,98	3,26	6,39	48	14	5,5	2,5	11
6	30	3	4,24	2,83	6,17	26	8	3,5	1,0	11
6	31	4	5,04	3,04	6,63	29	7	3,5	1,5	11
6	32	5	5,33	3,42	5,44	41	10	4,5	2,5	11
6	33	6	3,54	2,60	6,24	24	8	3,5	1,5	11
6	34	7	4,21	3,05	6,08	21	6	4,5	3,0	11
6	35	8	4,51	3,00	10,43	45	14	5,5	3,5	11
7	36	1	5,74	3,30	7,33	20	5	4,5	2,5	12
7	37	2	5,40	3,18	5,73	28	6	5,5	3,5	12
7	38	3	4,61	2,94	7,94	37	9	6,5	4,5	12
7	39	4	4,49	2,69	6,59	20	5	4,5	1,5	12
7	40	5	5,54	3,22	6,41	19	5	5,5	3,5	12
7	41	6	5,61	3,33	4,92	35	9	6,5	4,5	12

8	42	1	5,41	3,47	5,42	30	9	4,5	2,5	12
8	43	2	4,99	2,76	5,73	28	7	3,5	2,5	12
8	44	3	5,39	2,94	5,14	32	7	4,5	3,5	12
8	45	4	4,56	3,30	11,22	32	11	4,5	3,5	12
8	46	5	5,33	3,00	5,39	32	9	4,5	2,5	12
8	47	6	5,82	3,55	5,21	27	7	4,5	2,5	12
8	47	6	5,82	3,55	5,21	27	7	4,5	2,5	12
8	48	7	4,61	3,07	14,97	50	14	6,5	3,5	12
9	49	1	5,60	3,27	6,11	37	9	6,0	4,0	13
9	50	2	5,01	3,20	8,80	56	16	6,5	3,5	13
9	51	3	4,55	3,04	7,49	33	10	3,5	1,5	13
9	52	4	5,47	3,45	7,51	25	7	4,5	2,5	13
9	53	5	5,87	3,69	6,43	47	14	5,5	3,5	13
9	54	6	5,23	3,17	7,45	31	10	3,5	1,5	13
9	55	7	5,59	3,91	11,96	29	8	3,5	2,0	13
10	56	1	5,01	3,45	7,18	23	6	5,5	2,5	12
10	57	2	4,28	2,70	8,83	29	8	4,5	2,5	12
10	58	3	4,85	3,26	6,81	43	11	5,5	3,5	12
10	59	4	5,03	3,54	6,96	35	8	5,5	3,0	12
10	60	5	4,51	2,86	11,86	50	14	6,5	3,5	12
10	61	6	4,52	3,01	7,30	22	6	6,5	3,5	12
10	62	7	5,75	3,79	6,19	47	13	6,5	4,5	12
11	63	1	4,82	2,49	5,87	28	6	6,5	4,5	12
11	64	2	6,03	3,30	6,85	68	22	7,5	5,5	12
11	65	3	4,81	2,91	5,26	39	13	6,5	4,5	12
11	66	4	4,79	2,75	6,89	33	8	4,5	3,5	12
11	67	5	4,73	3,04	9,08	75	20	5,5	4,5	12
11	68	6	5,96	3,46	5,95	57	17	6,5	4,5	12
12	69	1	5,84	3,42	7,31	30	7	6,5	4,5	11
12	70	2	4,97	3,58	8,31	35	9	5,5	4,5	11
12	71	3	5,45	3,34	8,55	23	6	5,5	3,5	11
12	72	4	4,88	3,15	7,02	24	6	3,5	2,5	11
12	73	5	6,43	3,71	7,09	33	8	6,5	3,5	11
12	74	6	5,43	3,08	6,99	20	5	4,5	2,5	11
13	75	1	6,58	4,05	6,32	25	7	3,5	2,5	13
13	76	2	4,85	3,14	8,34	43	13	5,5	3,5	13
13	77	3	5,74	3,49	3,36	33	9	3,5	2,5	13
13	78	4	5,75	3,45	6,12	17	5	5,5	3,5	13
13	79	5	4,26	2,73	13,12	45	12	4,5	2,5	13
13	80	6	5,37	3,36	6,00	48	12	7,5	4,5	13
14	81	1	5,65	3,42	3,64	30	8	6,5	3,5	13
14	82	2	4,34	2,74	8,48	38	12	5,5	2,5	13
14	83	3	5,73	3,56	4,86	23	7	6,0	3,0	13
14	84	4	6,05	3,54	3,45	21	6	6,5	4,5	13
14	85	5	5,95	3,75	6,30	35	10	5,5	3,5	13
14	86	6	5,28	3,87	7,86	19	6	5,5	3,5	13
14	87	7	5,51	3,55	5,34	17	6	6,5	4,5	13
15	88	1	5,94	3,52	5,24	30	9	6,5	3,5	16
15	89	2	5,18	3,49	7,07	26	8	5,5	1,5	16
15	90	3	5,63	3,13	5,05	38	10	6,5	4,5	16
15	91	4	5,60	3,27	4,82	21	6	6,5	3,5	16
15	92	5	4,15	2,83	9,85	39	9	6,5	4,5	16
15	93	6	5,72	3,38	4,82	34	9	7,5	5,5	16

15	94	7	4,92	2,82	7,32	39	10	6,5	5,5	16
15	95	8	5,65	3,54	5,60	24	7	6,5	2,5	16
16	96	1	6,76	4,02	6,03	39	11	6,5	4,5	13
16	97	2	5,73	3,47	7,45	18	5	5,5	3,5	13
16	98	3	5,49	3,94	11,00	46	15	7,5	5,5	13
16	99	4	6,53	3,72	6,29	34	10	6,5	4,5	13
16	100	5	4,10	2,69	10,95	41	14	8,5	6,5	13
16	101	6	5,80	3,47	7,24	40	10	6,5	5,5	13
16	102	7	5,03	3,23	7,30	23	8	4,5	3,5	13
16	103	8	5,71	3,72	7,05	21	5	5,5	4,5	13
17	104	1	5,07	3,29	7,09	34	9	4,5	4,5	12
17	105	2	4,93	3,35	8,29	48	11	6,5	5,5	12
17	106	3	5,49	3,04	11,14	50	15	6,5	5,5	12
17	107	4	5,40	3,52	6,43	46	11	7,5	5,5	12
17	108	5	5,10	3,26	6,92	29	9	5,5	4,5	12
17	109	6	5,43	3,54	6,70	48	13	7,5	5,5	12
17	110	7	5,30	3,42	6,95	34	9	4,5	3,5	12
17	111	8	5,60	3,37	7,42	35	10	5,5	3,5	12
18	112	1	5,63	3,15	6,62	26	7	6,5	3,5	14
18	113	2	5,08	3,06	6,68	30	9	3,5	2,5	14
18	114	3	6,00	3,43	6,89	46	13	6,5	3,5	14
18	115	4	4,53	3,33	13,15	63	19	6,5	5,5	14
18	116	5	5,49	3,02	7,40	24	7	5,5	3,5	14
18	117	6	6,00	3,72	6,78	40	11	6,5	4,5	14
18	118	7	4,50	2,97	7,05	30	8	4,5	2,5	14
18	119	8	5,46	3,15	8,61	57	15	6,0	4,5	14
19	120	1	6,00	3,64	6,97	45	14	5,5	4,5	13
19	121	2	6,22	3,82	7,51	24	6	3,5	3,5	13
19	122	3	5,41	3,40	8,00	56	16	7,5	5,5	13
19	123	4	6,01	4,00	7,53	46	14	5,5	3,5	13
19	124	5	3,99	2,94	13,55	50	13	6,5	3,5	13
19	125	6	5,97	3,56	7,87	26	7	4,5	2,5	13
20	126	1	5,22	3,25	8,45	39	9	6,5	5,5	11
20	127	2	5,50	2,85	6,08	21	5	8,5	6,5	11
20	128	3	3,91	2,35	13,51	46	11	5,5	3,5	11
20	129	4	5,56	3,01	5,16	33	7	6,5	5,5	11
20	130	5	5,24	3,13	13,01	50	12	7,5	5,5	11
20	131	6	5,00	2,94	7,34	22	5	6,5	5,5	11
21	132	1	7,60	4,36	7,04	44	13	3,5	2,5	12
21	133	2	7,00	4,19	6,39	51	15	5,5	3,5	12
21	134	3	6,49	3,99	5,34	62	18	5,5	4,5	12
21	135	4	6,93	4,23	9,21	45	15	4,5	3,5	12
21	136	5	6,74	4,25	6,74	40	10	4,5	2,5	12
21	137	6	6,96	4,30	5,88	57	17	6,5	4,5	12
21	138	7	5,82	3,80	9,87	57	17	5,5	4,5	12
22	139	1	5,82	3,56	6,32	35	10	5,5	2,5	12
22	140	2	5,74	3,40	9,69	63	16	6,5	3,5	12
22	141	3	6,43	3,59	4,97	47	13	5,5	3,5	12
22	142	4	5,97	3,65	5,67	28	8	6,5	3,5	12
22	143	5	6,36	3,90	4,95	46	12	6,5	4,5	12
22	144	6	5,86	3,85	7,33	32	10	4,5	3,5	12
22	145	7	6,39	3,87	5,43	32	10	6,5	4,5	12
23	146	1	5,82	3,44	8,30	30	8	6,5	4,5	12

23	147	2	4,68	2,68	11,55	41	10	7,5	6,5	12
23	148	3	5,09	3,07	7,70	18	5	4,5	2,5	12
23	149	4	5,80	3,41	6,75	33	9	5,5	4,5	12
23	150	5	6,08	3,16	8,90	20	5	6,5	3,5	12
23	151	6	5,50	3,29	7,74	38	10	7,5	5,5	12
23	152	7	4,00	2,74	8,34	21	6	3,5	1,0	12
24	153	1	3,49	2,68	4,27	23	7	6,5	5,5	12
24	154	2	5,66	3,24	5,52	20	6	7,5	6,5	12
24	155	3	5,28	3,65	8,90	40	14	5,5	1,5	12
24	156	4	6,20	3,66	4,00	33	9	6,5	4,5	12
24	157	5	4,20	2,77	7,35	36	10	8,5	6,5	12
24	158	6	6,25	3,35	4,56	20	6	6,5	3,5	12
24	159	7	5,92	3,70	5,96	32	9	6,5	3,5	12
25	160	1	6,24	3,55	5,98	31	8	6,5	4,5	11
25	161	2	5,37	3,30	9,62	51	15	5,5	3,5	11
25	162	3	5,99	3,42	6,88	27	7	6,5	5,5	11
25	163	4	5,27	2,81	5,39	33	9	6,5	5,5	11
25	164	5	6,97	3,44	6,59	27	7	7,5	6,5	11
25	165	6	4,03	2,50	11,58	47	13	6,5	3,5	11
25	166	7	5,39	3,10	4,89	41	18	6,5	5,5	11
26	167	1	5,25	3,23	14,61	59	18	7,5	5,5	10
26	168	2	6,21	3,64	5,10	43	13	6,5	5,5	10
26	169	3	5,67	3,49	5,61	35	11	5,5	4,5	10
26	170	4	5,70	3,58	10,81	53	15	7,5	6,5	10
26	171	5	5,71	3,29	5,10	31	7	6,5	5,5	10
27	172	1	6,68	4,11	8,22	24	7	7,0	5,5	11
27	173	2	6,87	3,90	8,99	24	7	5,5	2,5	11
27	174	3	6,02	3,11	16,00	38	12	7,5	6,5	11
27	175	4	4,42	2,43	7,48	28	9	6,5	5,5	11
27	176	5	6,11	3,70	8,12	20	7	6,5	3,5	11
27	177	6	6,38	3,76	8,10	35	11	6,5	5,5	11
28	178	1	5,86	2,98	5,24	67	18	7,0	5,5	11
28	179	2	5,50	3,28	7,63	45	13	4,5	2,5	11
28	180	3	6,10	3,21	6,45	37	9	5,5	3,5	11
28	181	4	5,71	3,28	10,87	77	23	5,5	4,5	11
28	182	5	4,47	2,51	16,32	74	22	5,5	3,5	11
28	183	6	5,02	3,08	6,18	33	10	6,5	5,5	11
28	184	7	6,59	2,91	5,70	54	16	7,5	5,5	11
28	185	8	4,98	2,58	6,31	29	7	4,5	3,5	11
29	186	1	5,31	3,49	6,12	32	10	4,5	3,5	13
29	187	2	4,82	2,81	9,37	62	19	6,5	5,5	13
29	188	3	5,71	3,22	5,15	36	10	6,5	5,5	13
29	189	4	6,63	3,82	7,57	48	13	4,5	2,5	13
29	190	5	6,96	4,40	9,70	37	10	5,5	4,5	13
29	191	6	5,72	3,23	5,99	31	9	5,5	4,5	13
29	192	7	6,37	3,49	5,48	46	12	6,5	5,5	13
29	193	8	4,81	3,20	9,60	65	20	7,5	6,5	13
30	194	1	5,31	2,91	7,28	46	12	7,5	5,5	12
30	195	2	4,99	3,20	12,57	64	20	4,5	3,5	12
30	196	3	5,89	3,49	10,70	47	14	6,5	5,5	12
30	197	4	5,10	3,14	8,78	39	10	5,5	4,5	12
30	198	5	5,80	3,12	6,83	54	16	4,5	3,5	12
30	199	6	5,71	3,60	8,67	39	11	6,5	5,5	12

30	200	7	5,46	3,02	8,83	32	8	6,0	4,5	12
30	201	8	4,00	2,56	14,60	64	19	7,5	6,5	12
31	202	1	5,70	3,28	5,32	30	8	6,5	5,5	12
31	203	2	5,09	2,80	4,77	43	14	7,5	6,5	12
31	204	3	4,70	2,81	11,58	55	13	5,5	4,5	12
31	205	4	4,68	2,31	5,80	33	11	6,5	5,5	12
31	206	5	5,28	2,66	4,75	36	10	6,5	5,5	12
31	207	6	4,96	2,68	6,80	51	14	7,5	6,5	12
32	208	1	6,35	3,60	5,71	28	9	5,5	4,5	11
32	209	2	5,99	3,37	4,88	48	14	6,5	6,5	11
32	210	3	3,40	1,99	11,70	55	15	6,0	3,5	11
32	211	4	6,40	3,33	5,50	32	10	6,5	4,5	11
32	212	5	5,90	3,51	4,98	44	13	6,5	5,5	11
32	213	6	4,86	3,11	10,27	58	18	7,0	6,0	11
33	214	1	6,97	3,67	4,98	58	17	5,5	6,5	12
33	215	2	5,70	3,82	11,20	80	25	5,5	3,5	12
33	216	3	7,43	3,89	6,81	42	14	7,0	6,0	12
33	217	4	6,09	3,77	5,99	39	11	6,0	5,0	12
33	218	5	6,82	3,80	5,82	71	20	6,5	5,5	12
33	219	6	5,06	3,50	13,48	78	21	5,5	4,5	12
33	220	7	7,21	4,02	6,56	39	13	7,5	6,5	12
34	221	1	5,32	2,91	6,20	23	5	5,5	3,5	12
34	222	2	5,00	2,90	3,87	33	9	3,5	2,5	12
34	223	3	4,88	2,80	7,62	22	6	6,5	5,5	12
34	224	4	5,70	3,21	6,71	17	6	5,5	2,5	12
34	225	5	4,83	2,90	4,97	33	11	6,0	5,0	12
34	226	6	4,32	2,27	5,90	39	9	4,5	1,0	12
34	227	7	4,50	2,51	7,18	21	7	6,5	5,5	12
35	228	1	4,69	2,61	6,36	37	9	6,5	5,5	14
35	229	2	5,08	2,80	5,98	23	5	5,5	4,5	14
35	230	3	4,58	2,59	10,42	43	10	4,5	1,5	14
35	231	4	4,48	2,60	6,87	26	7	6,0	5,0	14
35	232	5	3,81	2,70	8,27	22	6	3,5	2,0	14
35	233	6	4,60	2,82	7,91	25	8	4,5	3,5	14
35	234	7	4,62	2,60	5,82	31	8	6,5	5,5	14
35	235	8	4,30	2,21	12,70	40	10	6,5	5,5	14
35	236	9	4,62	2,60	6,33	23	6	4,5	3,5	14
36	237	1	6,64	3,90	6,68	36	11	4,5	5,5	10
36	238	2	6,14	3,31	7,14	43	13	6,5	6,5	10
36	239	3	5,50	3,50	9,16	23	5	4,5	4,5	10
36	240	4	6,02	3,28	7,20	19	5	4,5	3,5	10
36	241	5	6,82	3,62	7,24	42	13	5,5	5,5	10
36	242	6	5,88	3,60	14,00	47	14	6,5	5,5	10
36	243	7	5,45	3,31	7,94	21	6	3,5	2,5	10
37	244	1	7,45	4,32	6,02	42	13	6,5	5,5	10
37	245	2	7,10	4,48	8,70	28	8	5,5	2,5	10
37	246	3	3,14	2,01	15,40	44	13	6,5	5,5	10
37	247	4	6,70	2,21	6,40	44	12	8,5	6,5	10
37	248	5	7,12	4,23	8,22	22	7	5,5	3,5	10
37	249	6	4,92	3,40	13,18	53	16	7,5	6,5	10
38	250	1	6,00	3,52	8,84	36	10	4,5	2,5	10
38	251	2	5,52	2,98	6,12	36	8	5,5	4,5	10
38	252	3	5,62	3,05	7,90	30	8	5,0	4,0	10

38	253	4	5,47	2,99	9,98	46	10	6,5	5,5	10
38	254	5	5,96	3,29	5,85	45	11	6,5	5,5	10
38	255	6	5,59	3,39	8,40	31	8	4,5	3,5	10
38	256	7	4,53	2,78	12,70	46	12	7,5	6,5	10
39	257	1	6,22	3,60	5,46	46	12	5,5	4,5	13
39	258	2	5,82	3,39	6,86	21	7	3,5	2,5	13
39	259	3	6,19	3,90	13,50	48	14	5,0	4,0	13
39	260	4	6,08	3,60	5,91	38	10	4,5	4,0	13
39	261	5	5,72	3,71	9,00	57	17	5,5	5,5	13
39	262	6	6,01	3,50	7,60	29	8	3,5	2,0	13
39	263	7	6,20	3,15	6,61	27	7	4,5	4,5	13
40	264	1	5,80	3,29	6,88	48	15	4,5	2,5	13
40	265	2	4,85	2,21	4,33	35	11	4,5	3,5	13
40	266	3	4,63	2,18	3,46	49	14	5,5	5,5	13
40	267	4	4,99	2,70	8,37	60	16	6,5	5,5	13
40	268	5	5,10	2,78	4,78	39	10	6,0	5,0	13
40	269	6	5,26	2,63	3,70	38	10	6,5	5,0	13
40	270	7	5,00	2,62	5,51	48	15	7,0	5,5	13
41	271	1	6,38	3,53	5,38	36	9	6,5	5,5	9
41	272	2	5,79	3,46	6,41	22	7	5,5	3,5	9
41	273	3	5,35	3,52	9,50	36	9	7,5	6,5	9
41	274	4	5,77	3,33	5,00	23	5	5,5	5,5	9
41	275	5	6,19	3,90	9,43	25	7	3,5	2,5	9
42	276	1	5,01	3,02	7,67	39	10	7,0	6,5	11
42	277	2	5,50	3,20	5,36	33	9	5,5	2,5	11
42	278	3	4,60	2,52	12,65	39	10	6,5	7,0	11
42	279	4	6,13	5,45	4,70	39	10	7,5	6,5	11
42	280	5	6,28	3,43	6,38	21	5	4,5	2,5	11
43	281	1	6,18	3,50	8,32	31	8	3,5	3,0	11
43	282	2	6,28	3,60	7,00	54	15	4,5	5,0	11
43	283	3	6,39	3,61	9,68	31	9	4,5	3,5	11
43	284	4	5,32	3,33	9,20	35	10	3,5	2,5	11
43	285	5	6,33	3,59	7,38	41	12	5,5	4,5	11
43	286	6	5,82	3,40	10,48	33	9	3,5	2,5	11
43	287	7	5,96	3,72	11,88	58	17	5,5	4,5	11
44	288	1	6,03	3,49	4,77	62	18	6,5	5,5	11
44	289	2	5,60	3,71	5,98	38	11	3,5	2,5	11
44	290	3	5,90	3,31	4,70	46	13	6,5	3,5	11
44	291	4	5,78	3,64	9,10	37	10	3,5	1,5	11
44	292	5	5,46	3,23	9,46	55	19	5,5	4,5	11
44	293	6	6,11	3,71	6,49	36	11	5,5	3,5	11
45	294	1	5,61	3,20	4,62	48	14	5,5	4,5	13
45	295	2	5,80	3,23	5,30	32	10	3,5	1,5	13
45	296	3	5,00	3,21	13,47	57	16	6,5	6,0	13
45	297	4	6,11	3,53	4,00	53	16	4,5	3,5	13
45	298	5	6,02	3,41	4,73	36	10	2,5	1,5	13
45	299	6	6,21	3,70	7,83	35	11	5,5	3,5	13
45	300	7	5,10	3,08	10,37	59	17	5,5	3,5	13
46	301	1	5,53	3,48	6,98	31	10	4,5	4,5	13
46	302	2	4,75	3,81	16,80	50	13	5,5	4,5	13
46	303	3	5,48	3,09	5,98	46	13	3,5	4,5	13
46	304	4	4,97	3,18	7,53	21	7	4,5	2,5	13
46	305	5	4,79	3,65	6,60	41	11	3,5	4,5	13

46	306	6	3,70	3,34	25,30	44	11	6,5	4,5	13
47	307	1	6,20	3,96	4,36	44	14	5,5	4,5	15
47	308	2	6,19	4,12	13,89	64	20	5,5	3,5	15
47	309	3	5,37	3,77	4,79	54	18	5,5	4,5	15
47	310	4	3,71	2,50	21,50	58	18	7,5	6,5	15
47	311	5	6,15	4,70	17,50	71	18	7,5	5,5	15
48	312	1	5,72	3,10	4,78	32	8	6,0	6,5	10
48	313	2	5,29	3,02	6,80	31	8	3,5	4,0	10
48	314	3	6,32	3,33	15,00	49	12	6,5	5,5	10
48	315	4	5,57	2,91	4,72	39	10	6,5	6,0	10
48	316	5	5,39	2,61	5,88	31	8	6,5	5,5	10
48	317	6	5,41	2,91	8,90	45	13	6,5	6,5	10
49	318	1	5,23	3,35	16,70	40	9	6,5	5,5	12
49	319	2	5,20	3,02	5,76	29	8	5,5	4,5	12
49	320	3	4,83	3,07	10,48	43	12	7,0	6,5	12
49	321	4	5,90	3,21	8,00	25	6	5,5	4,5	12
49	322	4	5,00	3,05	4,83	36	10	7,5	6,5	12
50	323	1	5,10	3,52	16,77	36	11	7,5	6,5	13
50	324	2	5,29	3,40	4,50	30	10	5,5	4,5	13
50	325	3	6,29	3,84	9,89	43	11	6,5	5,5	13
50	326	4	6,40	4,27	6,83	33	10	3,5	2,5	13
50	327	5	5,98	3,70	5,62	28	8	3,5	3,5	13
50	328	6	5,57	3,34	6,32	38	11	5,5	4,5	13
51	329	1	5,90	3,60	7,76	42	13	4,5	3,5	13
51	330	2	5,44	3,37	20,20	49	15	6,5	5,5	13
51	331	3	4,10	2,49	6,63	32	9	5,5	4,5	13
51	332	4	5,26	2,92	6,47	47	16	6,5	5,5	13
51	333	5	5,11	3,22	12,00	44	15	6,5	5,5	13
51	334	6	5,70	3,62	6,70	35	12	4,5	2,5	13
51	335	7	4,81	2,86	6,72	37	11	6,5	4,5	13
51	336	8	4,95	3,22	8,33	52	16	6,5	5,5	13
52	337	1	6,10	3,25	5,38	35	10	7,5	6,5	12
52	338	2	5,45	3,10	15,00	48	15	7,5	6,5	12
52	339	3	6,12	3,42	6,13	43	11	6,5	5,5	12
52	340	4	6,15	3,29	6,61	25	7	4,5	4,5	12
52	341	5	6,52	3,60	10,21	49	15	5,5	4,5	12
53	342	1	5,80	2,88	5,88	41	12	4,5	2,5	12
53	343	2	6,26	3,99	8,21	33	9	3,5	3,5	12
53	344	3	6,04	3,00	5,32	54	16	5,5	5,5	12
53	345	4	4,90	2,81	17,00	55	17	5,5	5,5	12
53	346	5	5,22	2,61	5,83	41	9	5,5	4,5	12
53	347	6	5,93	3,20	8,42	43	11	4,5	4,5	12
53	348	7	4,52	2,81	5,68	45	12	6,5	5,5	12
54	349	1	5,82	3,51	6,83	53	17	5,5	4,5	12
54	350	2	4,39	3,12	12,63	74	24	6,5	5,5	12
54	351	3	4,51	2,62	6,34	28	9	3,5	3,5	12
54	352	4	5,48	3,02	7,73	60	18	4,5	5,5	12
54	353	5	5,09	2,90	6,43	36	11	5,5	4,5	12
54	354	6	4,79	3,38	17,74	68	21	7,5	6,5	12
55	355	1	6,36	3,63	7,87	19	7	6,5	5,5	12
55	356	2	6,02	2,71	4,73	32	11	6,5	5,5	12
55	357	3	4,43	3,01	12,47	45	15	7,5	6,5	12
55	358	4	6,20	3,32	5,83	23	6	5,5	3,5	12

55	359	5	5,21	3,42	8,27	41	14	7,5	6,5	12
56	360	1	5,35	3,08	7,51	23	7	5,5	4,5	12
56	361	2	6,31	3,62	6,22	41	12	6,5	5,5	12
56	362	3	5,09	3,51	10,00	56	16	6,5	5,5	12
56	363	4	5,80	3,38	6,22	24	7	4,5	4,0	12
56	364	5	5,16	3,50	6,41	50	14	5,5	5,5	12
56	365	6	5,00	3,82	17,01	47	15	7,5	6,5	12
57	366	1	5,00	2,67	6,00	42	12	6,5	6,5	14
57	367	2	4,40	2,55	15,03	55	15	7,5	6,5	14
57	368	3	4,83	2,95	5,38	34	11	6,5	5,5	14
57	369	4	4,31	2,79	6,77	30	10	3,5	1,5	14
57	370	5	4,32	2,36	8,50	44	15	6,5	5,5	14
57	371	6	5,18	2,90	5,89	26	8	4,5	2,5	14
58	372	1	5,51	2,92	5,88	23	7	4,5	2,5	12
58	373	2	5,40	3,00	16,21	56	18	5,5	6,5	12
58	374	3	6,12	3,41	5,81	46	16	4,5	5,5	12
58	375	4	6,32	3,58	10,67	58	16	5,5	6,5	12
58	376	5	5,70	3,20	5,86	35	11	4,5	3,5	12
58	377	6	6,00	3,58	6,67	52	17	6,5	6,5	12
59	378	1	6,21	3,18	6,91	36	11	6,5	6,5	10
59	379	2	5,25	3,04	15,71	47	14	7,5	6,5	10
59	380	3	4,72	2,80	8,11	24	8	5,5	1,5	10
59	381	4	5,73	3,21	10,03	42	12	7,0	6,5	10
59	382	5	5,02	3,02	6,88	30	10	3,5	1,5	10
59	383	6	5,20	2,89	7,43	25	7	6,5	3,5	10
60	384	1	5,04	2,22	4,21	38	11	6,5	3,5	11
60	385	2	4,37	2,87	8,84	57	15	7,5	6,5	11
60	386	3	5,20	2,64	4,23	42	11	6,5	3,5	11
60	387	4	4,82	2,34	4,41	31	8	4,5	2,5	11
60	388	5	4,48	2,70	13,88	52	16	8,5	6,5	11
60	389	6	5,18	2,93	4,69	55	16	6,5	6,5	11

Prilog 2.
Rezultati mjerenja osobina lista kod starijih biljaka u uzorku B (teglice 1-60), odnosno E (1-30) i F (31-60);
podskup E karakterizira direktna izloženost sunčevom zračenju, a podskup F duboka zasjenjenost

Broj teglice	Redni broj lista u uzorku	Redni broj lista u teglici	SI	DI	Dp	Lv	Sv	Ld	Nd	No.
			Širina lista	Duljina lista	Duljina peteljke			Dlakavost lica lista	Dlakavost naličja lista	
			cm	cm	cm			po cm ²	po cm ²	
1	1	1	5,46	3,75	6,80	33	10	8,5	3,5	33
1	2	2	8,23	4,31	17,20	48	13	7,5	1,5	33
1	3	3	6,29	2,73	11,44	68	18	7,5	3,5	33
1	4	4	5,60	4,38	12,01	57	17	6,5	2,5	33
1	5	5	8,33	4,32	18,40	65	16	7,5	3,5	33
1	6	6	8,70	4,61	17,70	59	19	6,5	4,5	33
1	7	7	7,81	4,23	10,27	43	13	7,5	3,5	33
1	8	8	5,69	4,11	14,51	35	9	6,5	2,5	33
1	9	9	5,49	3,61	13,23	54	14	7,5	4,5	33
1	10	10	6,20	4,25	11,69	52	14	8,5	4,5	33
1	11	11	6,59	3,09	10,30	50	14	6,5	3,5	33
1	12	12	8,50	3,85	18,21	74	21	7,5	3,5	33
1	13	13	9,19	6,05	18,55	48	17	7,5	1,5	33
1	14	14	6,65	4,12	15,03	62	17	7,5	3,5	33
1	15	15	8,48	5,00	20,23	56	16	6,5	2,5	33
1	16	16	7,67	4,29	10,20	43	12	7,5	2,5	33
1	17	17	6,65	4,00	12,88	48	12	6,5	5,5	33
1	18	18	6,50	3,82	15,56	58	17	8,5	4,5	33
1	19	19	5,10	4,13	15,51	58	18	8,5	4,5	33
2	20	1	12,10	7,02	25,20	92	23	6,5	4,5	12
2	21	2	12,43	7,12	18,56	96	26	7,5	3,5	12
2	22	3	11,10	6,82	28,28	108	24	6,5	4,5	12
2	23	4	9,32	5,59	27,99	103	23	7,5	4,5	12
2	24	5	7,69	4,30	17,15	90	21	7,5	4,5	12
2	25	6	9,93	4,98	24,35	99	24	8,5	3,5	12
2	26	7	10,91	5,32	23,57	108	21	7,0	3,5	12
2	27	8	8,20	4,70	18,37	87	25	7,5	5,5	12
2	28	9	12,69	5,50	23,67	95	29	7,5	5,5	12
3	29	1	12,82	8,20	23,45	81	25	6,5	1,5	14
3	30	2	10,52	6,21	15,03	92	26	7,5	5,5	14
3	31	3	10,53	6,26	15,33	92	24	7,0	2,5	14
3	32	4	9,83	5,33	17,75	84	32	7,0	5,0	14
3	33	5	9,00	6,11	20,53	97	22	7,5	4,5	14
3	34	6	11,90	7,80	21,37	96	24	7,5	3,5	14
3	35	7	9,30	6,72	19,71	103	24	7,5	5,5	14
3	36	8	14,01	8,80	22,98	90	24	6,5	4,5	14
3	37	9	9,45	6,33	24,40	93	24	7,5	3,5	14
4	38	1	8,19	4,80	17,96	51	13	6,5	2,5	16

4	39	2	6,15	4,00	16,33	75	19	6,5	3,5	16
4	40	3	7,09	4,53	15,30	80	19	7,5	3,5	16
4	41	4	4,86	3,00	10,99	42	11	6,5	4,5	16
4	42	5	6,03	4,22	16,20	45	11	7,5	3,5	16
4	43	6	6,13	3,72	16,00	42	11	7,5	2,0	16
4	44	7	5,09	3,00	15,32	45	13	7,5	4,5	16
5	45	1	9,83	5,50	22,87	82	17	6,0	2,0	12
5	46	2	7,00	5,02	17,30	69	14	6,5	2,5	12
5	47	3	10,49	6,21	18,30	90	20	8,5	2,5	12
5	48	4	10,60	5,62	13,15	62	15	5,5	1,5	12
5	49	5	9,76	5,61	24,63	78	17	5,0	2,0	12
5	50	6	9,60	5,08	12,63	50	13	5,5	1,5	12
5	51	7	10,20	5,51	17,13	52	14	6,5	2,5	12
5	52	8	8,08	4,90	19,00	76	15	6,5	4,5	12
5	53	9	10,63	5,27	13,48	47	8	7,0	4,0	12
6	54	1	10,48	6,25	18,36	107	26	8,0	4,5	16
6	55	2	6,91	5,24	7,43	102	22	7,5	1,5	16
6	56	3	10,09	6,52	17,30	112	26	7,0	4,5	16
6	57	4	8,33	5,40	14,80	106	27	8,0	4,5	16
6	58	5	11,05	6,30	18,34	120	31	6,5	3,5	16
6	59	6	7,74	4,86	10,50	120	32	8,0	3,5	16
6	60	7	8,54	5,63	14,28	108	29	6,5	3,5	16
6	61	8	7,20	4,78	10,11	119	31	6,5	3,5	16
6	62	9	9,52	6,43	17,20	126	30	5,5	1,5	16
7	63	1	10,20	5,93	9,83	39	9	7,0	3,5	11
7	64	2	9,06	5,32	15,20	47	15	7,5	5,5	11
7	65	3	7,66	5,18	11,80	60	12	7,5	5,5	11
7	66	4	9,02	3,88	19,11	53	10	6,5	4,5	11
7	67	5	5,43	4,01	10,60	24	5	8,5	6,0	11
8	68	1	10,31	6,30	21,30	81	26	7,5	4,5	27
8	69	2	10,10	5,92	17,53	114	29	7,5	4,5	27
8	70	3	8,80	5,38	17,56	87	24	7,5	4,5	27
8	71	4	9,58	6,49	23,70	78	24	8,5	5,5	27
8	72	5	9,57	5,65	19,71	92	25	7,5	3,5	27
8	73	6	9,45	5,38	20,60	103	28	7,5	4,5	27
8	74	7	6,77	5,10	18,88	40	12	7,5	6,0	27
8	75	8	8,90	5,83	17,67	90	23	6,5	3,5	27
8	76	9	8,50	4,00	18,63	66	17	7,0	3,5	27
8	77	10	7,13	6,20	16,89	100	25	6,5	3,5	27
8	78	11	7,12	3,94	13,50	58	13	6,5	4,5	27
8	79	12	10,30	6,68	17,60	112	27	2,5	6,5	27
9	80	1	10,92	7,02	18,20	84	21	7,5	4,5	12
9	81	2	9,73	5,43	11,20	85	25	8,0	4,5	12
9	82	3	11,69	6,38	19,20	80	21	8,5	4,5	12
9	83	4	12,33	7,05	22,50	87	25	7,5	4,5	12
9	84	5	10,70	5,00	23,00	73	17	8,5	5,5	12
9	85	6	10,56	5,72	20,30	83	25	7,5	5,5	12
9	86	7	10,23	5,55	12,61	97	28	9,5	5,5	12
9	87	8	12,43	6,46	22,50	80	23	7,5	5,5	12
10	88	1	7,98	4,55	19,26	67	15	8,0	3,5	18

10	89	2	9,09	4,66	20,50	71	16	7,5	5,5	18
10	90	3	6,12	3,60	10,50	78	17	7,5	4,5	18
10	91	4	7,00	3,70	12,30	80	20	8,5	5,5	18
10	92	5	8,11	4,60	11,83	95	23	8,5	5,5	18
10	93	6	8,29	4,50	19,77	84	21	8,5	4,5	18
10	94	7	7,61	4,32	14,13	83	29	8,5	5,5	18
10	95	8	8,09	5,03	16,67	70	16	7,5	5,5	18
10	96	9	7,08	4,29	10,70	85	22	8,5	4,5	18
10	97	10	7,58	4,35	19,23	62	21	8,0	5,5	18
11	98	1	5,93	4,30	11,31	59	17	8,0	4,5	24
11	99	2	6,64	3,69	17,30	61	14	7,5	3,5	24
11	100	3	5,78	3,88	10,00	58	21	8,5	3,5	24
11	101	4	7,42	3,82	16,97	70	16	7,0	4,5	24
11	102	5	6,56	3,34	12,70	76	16	7,5	6,0	24
11	103	6	8,44	4,30	16,32	63	15	7,0	6,0	24
11	104	7	5,20	3,77	17,20	33	9	6,5	6,0	24
11	105	8	5,61	3,90	13,00	37	9	8,0	6,5	24
11	106	9	6,06	2,67	10,99	64	16	7,5	5,5	24
11	107	10	4,12	3,43	12,10	26	9	7,5	4,5	24
11	108	11	6,06	3,50	16,92	49	14	8,5	6,0	24
11	109	12	5,43	3,00	15,76	54	16	8,5	5,5	24
11	110	13	3,70	3,00	10,20	52	8	8,5	6,5	24
11	111	14	6,44	3,39	8,60	50	13	9,0	6,0	24
12	112	1	5,06	3,00	27,50	49	11	8,0	5,5	27
12	113	2	8,37	5,80	12,62	74	24	6,5	5,5	27
12	114	3	9,00	6,33	21,30	68	16	7,0	4,5	27
12	115	4	7,98	5,70	20,60	58	16	7,0	5,5	27
12	116	5	5,37	3,36	16,50	45	8	8,5	6,5	27
12	117	6	8,23	5,27	12,13	63	15	8,0	5,5	27
12	118	7	6,44	4,18	14,10	63	18	7,5	5,5	27
12	119	8	8,55	6,77	22,35	59	18	7,5	5,5	27
12	120	9	6,23	3,29	19,57	50	10	7,0	4,5	27
12	121	10	6,90	4,11	17,60	47	10	7,0	5,5	27
12	122	11	6,45	4,48	18,20	62	20	7,5	6,0	27
12	123	12	8,73	3,66	9,22	66	18	8,5	4,5	27
12	124	13	4,46	3,17	14,73	36	9	7,5	6,5	27
13	125	1	5,39	3,42	7,71	48	11	8,5	6,5	21
13	126	2	3,70	2,61	11,70	43	11	8,5	6,5	21
13	127	3	5,10	2,98	8,00	27	9	8,5	3,5	21
13	128	4	6,31	3,27	6,30	44	10	8,5	5,5	21
13	129	5	7,11	3,67	12,31	56	16	8,5	6,5	21
13	130	6	4,62	3,05	9,18	27	7	7,5	6,5	21
13	131	7	5,79	3,60	14,20	49	15	8,5	7,5	21
13	132	8	6,94	3,72	12,73	29	11	9,5	6,0	21
13	133	9	4,52	3,30	9,00	45	11	9,0	6,5	21
13	134	10	5,47	2,98	6,11	49	17	8,5	6,5	21
13	135	11	5,22	3,57	13,23	32	9	8,5	6,5	21
13	136	12	4,31	2,41	5,30	23	7	7,5	5,5	21
13	137	13	6,53	3,79	10,81	35	10	7,5	5,5	21
13	138	14	4,61	2,82	6,35	33	9	7,5	6,5	21
14	139	1	9,10	5,00	10,65	36	8	7,5	5,5	18

14	140	2	10,05	5,33	14,13	43	12	7,5	6,5	18
14	141	3	9,50	6,26	10,31	37	9	7,5	6,5	18
14	142	4	8,21	4,23	10,43	42	10	7,5	5,5	18
14	143	5	7,31	5,12	12,00	28	8	7,5	7,0	18
14	144	6	10,37	4,90	14,29	39	10	9,0	7,0	18
14	145	7	8,15	5,31	10,62	29	8	7,5	6,5	18
14	146	8	8,82	6,40	14,64	31	9	8,0	6,5	18
14	147	9	8,53	4,35	15,37	42	12	9,0	7,0	18
14	148	10	7,91	5,38	13,00	21	6	8,5	5,5	18
14	149	11	9,02	6,49	13,23	34	10	9,0	7,0	18
14	150	12	7,40	4,11	11,37	40	8	9,0	6,5	18
14	151	13	11,16	7,10	13,49	35	9	9,0	6,0	18
14	152	14	8,00	4,97	12,20	33	9	8,5	4,5	18
15	153	1	5,78	3,10	12,95	37	10	8,5	6,0	18
15	154	2	5,12	3,48	7,11	53	18	7,5	6,5	18
15	155	3	5,05	3,61	12,50	32	9	7,5	6,5	18
15	156	4	6,40	4,02	10,00	43	9	8,0	6,0	18
15	157	5	5,77	3,80	10,72	35	10	8,0	6,0	18
15	158	6	5,18	3,44	8,00	36	10	8,5	6,5	18
15	159	7	4,48	2,87	5,81	37	10	9,5	7,5	18
15	160	8	5,27	3,10	8,03	36	11	9,0	7,0	18
15	161	9	3,95	2,61	10,35	35	10	8,5	7,0	18
15	162	10	5,60	4,13	8,65	43	13	9,5	7,5	18
15	163	11	6,41	4,18	4,50	77	18	8,0	6,0	18
15	164	12	6,90	3,72	11,21	45	10	9,0	3,5	18
15	165	13	6,52	3,55	6,72	37	9	9,0	6,5	18
16	166	1	9,70	5,22	18,00	37	11	7,5	6,5	8
16	167	2	8,87	4,67	10,31	47	13	8,0	7,0	8
16	168	3	6,12	3,66	16,41	57	15	9,0	7,5	8
16	169	4	5,63	4,39	12,65	54	18	9,0	7,5	8
17	170	1	8,86	5,23	15,00	84	22	8,0	7,0	20
17	171	2	6,42	4,00	15,73	52	13	8,5	6,0	20
17	172	3	4,70	2,69	10,49	28	11	9,0	7,0	20
17	173	4	4,42	3,23	10,15	33	9	9,0	7,0	20
17	174	5	5,62	3,33	13,12	40	13	8,0	7,0	20
17	175	6	4,05	1,83	8,22	56	14	9,5	7,5	20
17	176	7	3,82	2,41	6,22	58	16	10,0	8,0	20
17	177	8	5,11	3,75	11,88	38	11	8,0	5,5	20
17	178	9	6,01	4,02	11,82	40	10	8,0	7,0	20
17	179	10	8,17	5,23	13,22	76	23	9,0	7,5	20
17	180	11	5,70	2,93	12,12	60	15	10,0	8,0	20
17	181	12	7,00	5,38	15,83	83	24	7,0	6,5	20
17	182	13	6,23	4,68	8,31	114	40	8,5	7,0	20
18	183	1	6,22	4,67	15,28	58	15	7,5	7,0	15
18	184	2	6,37	3,40	15,32	54	13	7,0	6,0	15
18	185	3	6,78	4,08	14,20	58	18	8,0	5,5	15
18	186	4	5,60	3,23	18,35	59	13	8,5	4,0	15
18	187	5	6,19	4,31	12,30	37	10	7,5	6,0	15
18	188	6	6,80	4,00	16,55	60	14	7,5	3,5	15
18	189	7	6,82	4,09	15,73	53	11	8,0	4,0	15
18	190	8	6,78	3,87	14,23	62	13	7,5	5,5	15

18	191	9	7,00	4,19	13,32	65	15	8,5	7,0	15
18	192	10	5,23	2,92	16,22	52	22	8,5	4,5	15
18	193	11	6,19	3,50	16,70	59	12	7,5	6,5	15
19	194	1	4,70	3,21	7,26	26	7	6,0	3,0	27
19	195	2	8,60	5,95	12,70	75	21	7,0	4,0	27
19	196	3	6,03	4,00	13,12	44	12	7,0	4,0	27
19	197	4	4,68	4,00	8,50	38	10	8,5	3,0	27
19	198	5	6,23	4,30	12,02	41	10	7,0	4,0	27
19	199	6	6,39	4,62	14,15	51	14	8,5	5,0	27
19	200	7	5,77	4,37	10,50	46	10	7,5	4,0	27
19	201	8	5,00	3,92	9,23	47	16	7,5	4,5	27
19	202	9	7,00	5,63	13,99	69	18	7,5	3,5	27
19	203	10	5,05	2,50	11,16	27	9	9,0	5,0	27
19	204	11	6,40	5,08	12,82	54	18	7,0	5,5	27
19	205	12	5,48	3,56	15,89	36	9	8,0	4,0	27
19	206	13	4,98	3,72	12,00	41	12	7,5	6,0	27
19	207	14	6,12	4,34	13,50	60	17	7,5	5,5	27
19	208	15	8,72	6,83	12,92	63	18	7,5	6,5	27
19	209	16	6,43	4,53	15,32	51	17	7,5	6,5	27
19	210	17	5,23	3,46	10,21	33	11	7,5	5,0	27
19	211	18	5,70	13,71	16,27	41	11	8,0	5,5	27
19	212	19	6,20	4,61	10,00	47	15	7,5	4,5	27
19	213	20	5,71	3,52	13,21	33	9	7,0	6,0	27
20	214	1	11,65	6,31	19,70	63	13	7,5	5,5	15
20	215	2	7,90	3,81	15,46	78	19	6,5	5,5	15
20	216	3	9,25	5,77	17,36	58	15	7,5	4,5	15
20	217	4	9,35	5,18	14,93	66	15	8,5	5,5	15
20	218	5	7,98	4,56	11,73	49	12	7,5	4,5	15
20	219	6	9,44	5,60	18,56	64	21	7,5	4,5	15
20	220	7	11,48	5,91	16,23	69	13	8,5	5,5	15
20	221	8	10,56	6,02	16,77	73	19	7,5	4,5	15
20	222	9	7,00	4,29	8,57	61	13	8,0	5,5	15
20	223	10	7,08	3,72	7,00	73	18	8,5	6,5	15
21	224	1	10,11	5,93	15,24	119	32	7,5	4,5	11
21	225	2	6,78	4,11	14,23	129	36	8,5	6,5	11
21	226	3	8,36	5,23	16,56	112	42	8,5	6,5	11
21	227	4	8,28	5,00	17,33	119	26	8,5	7,0	11
21	228	5	5,56	3,72	16,38	63	18	8,5	5,5	11
21	229	6	7,52	4,67	15,22	146	31	8,5	6,5	11
21	230	7	8,72	4,43	17,13	98	21	9,5	5,5	11
21	231	8	10,14	5,28	18,89	112	25	8,0	7,0	11
22	232	1	5,50	2,88	17,35	66	17	8,5	7,5	17
22	233	2	6,12	3,31	10,78	44	13	8,5	5,5	17
22	234	3	8,13	5,17	11,39	117	29	7,5	6,5	17
22	235	4	5,59	3,73	11,42	47	12	8,5	6,5	17
22	236	5	6,53	3,20	13,76	56	14	7,5	6,5	17
22	237	6	11,15	6,15	8,70	98	24	8,5	4,5	17
22	238	7	5,06	3,37	11,65	61	14	9,5	7,5	17
22	239	8	8,32	5,72	11,50	96	24	8,5	5,5	17
22	240	9	5,89	4,26	14,70	54	13	7,5	4,5	17
22	241	10	10,45	4,59	11,17	103	27	8,5	6,0	17

22	242	11	9,81	5,43	10,44	135	34	8,5	5,5	17
22	243	12	9,10	4,55	8,16	94	23	8,5	6,5	17
23	244	1	4,56	3,20	8,73	20	4	7,0	3,5	28
23	245	2	4,15	2,82	10,41	35	9	8,0	6,0	28
23	246	3	3,80	2,37	11,23	37	11	9,0	6,5	28
23	247	4	3,50	1,95	6,33	32	10	9,5	7,5	28
23	248	5	4,69	3,25	12,63	44	13	8,5	6,5	28
23	249	6	4,50	2,83	11,69	41	12	9,5	7,0	28
23	250	7	4,20	2,98	7,76	34	11	7,5	6,5	28
23	251	8	4,38	2,52	8,73	41	11	6,5	6,5	28
23	252	9	4,10	2,90	12,33	37	12	8,5	6,5	28
23	253	10	3,30	2,41	8,05	35	9	9,5	7,5	28
23	254	11	4,70	3,81	9,51	43	14	8,0	6,5	28
23	255	12	3,71	3,21	9,96	37	11	8,0	7,0	28
23	256	13	4,50	3,50	9,12	46	12	8,5	7,0	28
23	257	14	4,32	3,21	9,13	37	13	9,0	7,5	28
23	258	15	5,56	3,62	7,20	39	12	7,5	5,5	28
23	259	16	4,49	3,50	9,21	36	12	8,5	7,0	28
24	260	1	9,73	6,71	12,15	66	20	7,5	5,5	21
24	261	2	10,72	5,71	16,58	71	15	7,5	5,5	21
24	262	3	8,70	5,52	14,00	56	12	7,5	5,5	21
24	263	4	4,85	3,51	10,52	32	7	8,0	6,5	21
24	264	5	5,07	3,12	11,20	31	9	8,5	7,0	21
24	265	6	6,01	1,09	10,26	40	13	8,5	6,5	21
24	266	7	4,50	2,50	7,83	36	10	7,5	6,5	21
24	267	8	4,05	2,81	10,41	33	8	8,5	7,5	21
24	268	9	6,45	3,12	9,47	71	21	9,0	7,0	21
24	269	10	4,68	2,31	7,48	36	8	8,5	7,0	21
24	270	11	4,00	1,73	7,53	37	15	9,0	7,0	21
25	271	1	10,36	6,72	16,00	60	12	7,5	5,5	19
25	272	2	4,00	2,01	8,72	32	13	8,5	6,5	19
25	273	3	4,69	2,91	10,77	38	10	8,0	5,5	19
25	274	4	5,06	3,11	9,43	34	10	7,0	5,5	19
25	275	5	8,80	5,55	12,81	80	20	7,5	5,5	19
25	276	6	4,62	2,30	8,22	37	16	8,5	7,5	19
25	277	7	8,76	6,00	17,16	63	17	8,5	6,5	19
25	278	8	7,56	5,53	14,00	79	22	8,5	6,5	19
25	279	9	4,56	2,73	11,12	37	9	9,0	6,5	19
25	280	10	7,83	5,56	11,26	66	18	7,5	5,5	19
25	281	11	4,87	3,73	12,27	30	7	8,0	5,5	19
25	282	12	9,91	6,53	14,83	66	17	7,5	5,5	19
26	283	1	5,32	4,00	6,86	40	11	8,0	6,5	13
26	284	2	3,41	2,34	14,35	35	9	9,5	7,5	13
26	285	3	5,71	5,09	10,66	60	18	8,0	6,5	13
26	286	4	3,70	2,31	8,82	27	6	7,5	5,5	13
26	287	5	7,12	5,15	13,11	69	26	8,5	6,5	13
26	288	6	4,89	5,18	11,96	56	20	9,5	6,5	13
26	289	7	6,50	5,10	12,63	57	16	9,0	7,0	13
27	290	1	7,59	9,91	11,18	54	16	9,0	6,5	8
27	291	2	9,02	6,13	16,63	51	17	7,0	3,5	8
27	292	3	6,00	3,58	14,15	44	14	9,5	7,5	8

27	293	4	7,71	4,13	12,36	49	16	9,0	6,5	8
27	294	5	7,38	5,86	13,60	64	18	8,5	2,5	8
27	295	6	7,31	5,51	17,27	47	16	8,5	3,5	8
27	296	7	8,62	5,65	15,16	44	16	8,5	4,5	8
28	297	1	9,32	4,58	17,00	106	21	7,5	4,5	12
28	298	2	7,53	4,65	13,62	81	21	8,5	4,5	12
28	299	3	10,60	6,67	16,03	90	20	8,0	5,5	12
28	300	4	8,88	5,02	18,32	98	25	9,5	7,0	12
28	301	5	8,70	4,92	13,77	92	17	8,5	6,5	12
28	302	6	9,52	5,56	18,81	100	22	8,5	6,0	12
28	303	7	9,97	6,12	17,34	106	27	6,5	3,5	12
28	304	8	10,08	6,41	12,27	93	22	6,5	3,5	12
28	305	9	8,97	5,00	12,22	105	26	8,5	5,5	12
29	306	1	6,43	5,47	10,21	46	13	6,5	4,5	12
29	307	2	5,18	3,00	11,32	55	15	8,0	5,5	12
29	308	3	6,21	4,74	9,74	56	14	7,5	5,5	12
29	309	4	5,23	4,32	14,63	43	12	7,5	4,5	12
29	310	5	4,38	3,23	10,31	38	12	7,5	4,5	12
29	311	6	3,60	2,39	10,91	58	15	9,5	8,5	12
29	312	7	6,18	4,22	12,32	52	13	7,0	4,5	12
29	313	8	5,20	3,21	12,21	54	12	7,0	4,5	12
30	314	1	8,19	5,41	18,91	75	20	7,5	5,5	23
30	315	2	6,11	3,28	15,00	68	19	8,5	5,5	23
30	316	3	7,60	5,13	13,32	80	23	7,5	4,5	23
30	317	4	7,50	2,82	10,82	51	14	7,5	4,5	23
30	318	5	5,67	3,68	19,50	40	10	7,5	4,0	23
30	319	6	7,82	4,61	24,20	56	16	8,0	4,0	23
30	320	7	4,50	3,26	17,22	88	28	10,0	8,0	23
30	321	8	5,63	3,23	10,27	41	10	8,0	4,5	23
30	322	9	9,58	6,68	18,23	83	22	7,5	5,5	23
30	323	10	8,89	4,45	10,32	57	16	7,5	3,5	23
30	324	11	6,72	5,52	17,93	80	21	7,5	5,5	23
30	325	12	6,52	4,16	19,80	84	21	8,5	6,5	23
30	326	13	6,80	5,12	19,88	42	12	6,5	5,5	23
31	327	1	6,13	4,10	18,23	52	17	9,0	7,0	7
31	328	2	5,13	3,21	12,35	57	15	8,5	6,5	7
31	329	3	5,74	3,54	7,61	39	9	7,5	4,5	7
31	330	4	7,82	5,00	18,70	80	23	7,5	4,5	7
31	331	5	8,40	4,82	18,56	58	16	7,5	3,5	7
31	332	6	5,59	3,97	13,35	69	20	9,5	5,0	7
32	333	1	6,39	3,75	20,61	67	21	7,5	3,5	8
32	334	2	8,04	4,48	18,37	64	15	7,5	4,5	8
32	335	3	6,36	3,80	20,61	69	19	7,5	4,5	8
32	336	4	5,72	3,40	13,61	76	23	7,5	5,5	8
32	337	5	6,30	4,13	14,56	50	16	7,5	3,5	8
33	338	1	7,51	5,11	30,13	56	18	7,5	6,5	6
33	339	2	7,87	4,16	16,25	61	19	6,5	5,5	6
33	340	3	9,23	5,51	20,22	39	10	7,5	5,5	6
33	341	4	7,70	4,41	25,23	53	16	7,5	6,5	6
33	342	5	10,32	6,20	35,40	63	27	8,5	6,0	6

34	343	1	8,83	5,73	34,53	70	16	7,5	5,5	7
34	344	2	6,43	3,35	15,67	81	17	8,5	7,0	7
34	345	3	10,60	4,67	19,87	48	18	7,5	6,0	7
34	346	4	8,13	4,64	16,73	50	16	7,5	4,5	7
34	347	5	10,23	5,85	23,20	80	22	8,0	5,5	7
34	348	6	8,25	5,57	28,30	60	15	7,5	5,5	7
35	349	1	3,67	1,56	18,68	48	8	8,0	6,5	7
35	350	2	5,75	3,21	16,00	40	11	8,5	7,5	7
35	351	3	5,79	4,03	16,88	47	13	8,5	7,5	7
35	352	4	7,68	4,40	27,10	48	11	8,5	5,5	7
36	353	1	5,75	4,21	14,05	45	16	7,5	5,5	6
36	354	2	4,80	2,91	13,82	35	9	6,0	5,5	6
36	355	3	6,51	3,90	18,45	61	17	7,5	5,5	6
36	356	4	5,58	3,30	10,25	42	10	7,5	4,5	6
36	357	5	6,22	3,76	15,03	43	10	6,5	4,5	6
37	358	1	4,67	2,63	12,51	35	7	8,5	7,0	9
37	359	2	8,83	4,29	22,50	56	15	8,0	7,0	9
37	360	3	6,24	3,51	6,75	40	12	8,5	7,0	9
37	361	4	6,88	3,70	14,46	54	13	8,0	6,5	9
37	362	5	8,56	5,56	22,20	48	14	7,5	7,0	9
37	363	6	6,07	3,66	5,90	34	10	6,5	4,5	9
37	364	7	7,22	4,00	18,78	44	12	9,0	6,5	9
38	365	1	8,60	4,87	23,35	56	18	6,5	5,5	8
38	366	2	6,82	4,71	21,57	51	14	6,5	6,0	8
38	367	3	7,00	2,82	24,75	65	15	7,5	6,5	8
38	368	4	6,34	4,45	26,74	49	13	8,5	5,5	8
38	369	5	6,65	4,56	22,37	36	11	6,5	3,5	8
38	370	6	4,53	2,31	19,47	53	10	8,5	5,5	8
38	371	7	8,51	5,70	26,51	57	14	8,0	5,5	8
39	372	1	8,72	3,88	26,85	66	14	8,5	4,5	8
39	373	2	6,61	3,61	16,17	77	16	8,0	5,5	8
39	374	3	6,32	4,52	28,67	42	11	8,0	5,5	8
39	375	4	9,37	4,78	24,71	66	16	8,0	5,5	8
39	376	5	6,69	3,71	21,91	70	20	8,0	4,5	8
39	377	6	5,95	3,78	13,61	58	16	8,5	7,0	8
40	378	1	5,93	3,01	13,00	55	18	8,5	5,5	7
40	379	2	5,99	3,50	15,91	78	20	8,5	6,5	7
40	380	3	6,60	4,13	15,51	65	15	8,0	5,5	7
40	381	4	6,81	4,47	17,23	58	19	7,5	5,0	7
40	382	5	5,10	2,78	5,81	58	16	7,5	6,5	7
41	383	1	9,73	5,51	28,42	35	8	7,0	6,0	4
41	384	2	5,91	3,45	24,51	49	16	8,5	6,5	4
41	385	3	6,11	3,49	13,42	47	14	8,5	5,0	4
42	386	1	5,42	3,13	12,25	46	11	9,5	7,5	7
42	387	2	7,73	4,84	15,74	46	11	8,0	5,5	7
42	388	3	6,32	3,60	15,35	43	10	9,0	6,5	7
42	389	4	7,03	3,97	20,07	56	11	8,0	6,5	7
42	390	5	7,52	4,00	13,30	42	10	8,0	6,0	7
42	391	6	7,12	3,68	19,18	46	12	9,0	6,0	7
43	392	1	7,57	4,45	21,57	57	14	8,0	5,5	7

43	393	2	9,01	4,51	28,51	55	15	8,0	6,5	7
43	394	3	6,70	3,91	22,10	78	16	9,0	6,0	7
43	395	4	6,81	3,80	18,57	66	19	8,0	6,0	7
43	396	5	9,48	5,35	21,32	45	11	7,5	5,5	7
44	397	1	7,49	3,80	15,12	65	20	8,5	6,0	10
44	398	2	6,75	4,09	14,15	60	16	6,5	5,0	10
44	399	3	7,24	8,82	15,82	68	16	8,5	6,5	10
44	400	4	7,71	4,65	17,06	91	23	7,5	6,0	10
44	401	5	7,10	4,05	14,58	42	12	7,5	5,5	10
44	402	6	8,52	4,61	14,21	77	22	8,0	6,0	10
45	403	1	5,02	3,10	12,48	52	15	9,0	7,5	8
45	404	2	9,05	4,73	23,76	73	19	7,5	5,0	8
45	405	3	7,25	3,72	14,23	50	13	7,5	5,0	8
45	406	4	7,80	4,31	18,13	86	23	7,0	5,0	8
45	407	5	5,79	3,50	11,18	43	11	7,5	6,0	8
45	408	6	7,07	3,22	12,89	83	20	9,5	6,0	8
45	409	7	7,00	3,43	13,15	67	16	7,0	5,5	8
46	410	1	9,00	5,21	33,75	46	15	6,5	4,0	4
46	411	2	10,22	4,72	33,58	53	12	7,5	4,0	4
46	412	3	8,07	4,97	21,37	34	8	6,5	4,0	4
47	413	1	5,31	3,20	15,12	46	14	8,0	5,0	7
47	414	2	5,18	3,51	20,71	66	13	7,0	5,0	7
47	415	3	8,08	3,85	19,44	90	23	7,0	4,5	7
47	416	4	7,08	3,70	20,57	71	23	8,5	5,0	7
47	417	5	6,66	3,78	18,45	66	16	9,0	5,5	7
48	418	1	8,97	5,83	22,85	45	13	8,0	6,5	5
49	419	1	8,83	5,32	34,50	42	11	7,5	4,0	9
49	420	2	8,66	4,41	27,50	58	15	7,5	4,5	9
49	421	3	7,22	4,47	29,67	46	13	8,0	5,5	9
49	422	4	9,56	5,43	28,75	45	16	8,0	5,5	9
49	423	5	6,07	4,12	26,12	43	14	8,0	5,5	9
49	424	6	8,49	4,62	31,05	47	12	7,0	4,5	9
50	425	1	7,12	4,47	16,17	74	16	6,0	3,5	6
50	426	2	7,15	4,47	10,83	46	10	6,0	3,0	6
50	427	3	7,84	5,21	16,00	52	16	6,5	3,5	6
50	428	4	8,90	5,23	13,40	42	11	7,0	4,5	6
51	429	1	6,00	3,56	20,08	44	11	7,5	5,0	8
51	430	2	5,90	3,38	14,55	56	16	7,5	4,5	8
51	431	3	5,83	3,30	22,34	47	16	7,0	4,5	8
51	432	4	6,12	3,06	22,16	48	16	9,0	6,5	8
51	433	5	5,78	3,12	23,25	38	17	7,0	4,5	8
52	434	1	8,00	4,21	12,36	58	12	8,0	7,0	7
52	435	2	8,54	5,28	15,93	62	23	7,0	5,5	7
52	436	3	6,91	4,22	9,63	46	10	7,0	4,5	7
52	437	4	7,73	3,80	9,11	38	10	7,0	5,0	7
52	438	5	8,52	3,77	17,45	69	16	6,5	4,0	7
52	439	6	10,19	5,63	23,12	52	12	7,0	5,5	7
53	440	1	5,27	3,14	13,70	82	25	7,5	5,5	7
53	441	2	6,13	3,60	19,13	74	16	8,0	6,0	7
53	442	3	5,77	3,32	12,60	78	22	7,5	5,0	7

53	443	4	5,61	3,49	10,28	50	15	7,5	5,5	7
53	444	5	6,91	4,10	16,35	76	22	7,5	5,0	7
54	445	1	6,52	4,45	23,31	77	20	8,0	6,5	8
54	446	2	6,33	4,80	18,65	82	21	8,0	6,0	8
54	447	3	7,98	5,08	19,83	77	23	6,0	3,5	8
54	448	4	7,00	4,55	15,83	102	28	7,0	5,5	8
54	449	5	6,13	3,85	17,80	81	22	9,0	6,5	8
55	450	1	8,03	4,45	16,33	42	10	7,5	5,0	4
55	451	2	7,68	5,02	14,53	30	8	8,0	5,5	4
55	452	3	7,48	4,81	20,83	47	14	8,5	6,0	4
56	453	1	5,61	3,57	18,77	42	12	6,5	3,5	7
56	454	2	4,86	3,30	13,88	43	14	7,5	4,5	7
56	455	3	6,19	3,57	18,67	48	16	8,0	5,5	7
56	456	4	5,62	3,70	17,00	37	11	8,0	3,5	7
56	457	5	6,43	4,84	16,66	56	16	6,0	4,5	7
57	458	1	6,10	3,31	16,53	49	15	7,0	5,0	9
57	459	2	6,53	4,22	18,57	62	16	6,5	4,5	9
57	460	3	6,70	3,91	20,24	67	20	7,0	4,5	9
57	461	4	6,18	3,69	19,13	52	14	7,0	5,0	9
57	462	5	6,27	3,18	21,88	80	25	6,5	3,5	9
58	463	1	8,00	4,56	18,36	65	20	7,5	4,5	11
58	464	2	6,15	3,59	13,44	55	15	6,0	5,5	11
58	465	3	10,67	5,40	23,36	75	18	7,5	5,0	11
58	466	4	6,27	3,88	12,00	55	16	8,0	6,5	11
58	467	5	8,89	4,64	23,46	101	25	7,5	5,0	11
58	468	6	6,56	3,50	10,68	39	9	7,5	5,5	11
58	469	7	8,04	4,63	12,87	46	13	7,0	5,0	11
58	470	8	8,21	4,23	13,22	85	25	8,0	6,5	11
58	471	9	7,38	4,53	18,52	85	22	8,0	5,5	11
59	472	1	7,09	3,81	19,73	50	15	8,0	6,5	5
59	473	2	7,85	4,18	17,35	54	15	7,0	5,0	5
59	474	3	9,40	4,92	27,73	58	19	7,5	6,5	5
60	475	1	7,83	5,10	24,88	38	13	6,5	5,5	5
60	476	2	8,63	5,27	30,57	49	16	6,0	4,5	5
60	477	3	7,62	4,70	27,11	49	18	7,5	6,0	5
60	478	4	5,42	3,41	25,56	44	13	7,5	6,5	5