

Ispitivanje primjene odabranog biljnog materijala roda Rosa kao kiselo-baznog indikatora

Krznarić, Marija

Undergraduate thesis / Završni rad

2022

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Department of Chemistry / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Odjel za kemiju**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:182:226650>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-09-01**

Repository / Repozitorij:

[Repository of the Department of Chemistry, Osijek](#)



Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Odjel za kemiju
Preddiplomski studij kemije

Marija Krznarić

**Ispitivanje primjene odabranog biljnog materijala roda Rosa
kao kiselobaznog indikatora**

Završni rad

Mentor: doc.dr.sc. Ana Amić

Osijek, 2022. godina

Sažetak

Rod Rosa, ruže, jedan je od najznačajnijih rodova porodice Rosaceae, ružovki, koji je široko rasprostranjen i lako dostupan za korištenje u brojne svrhe. Obzirom na visoku cijenu i štetan učinak sintetskih kiselo-baznih indikatora, sve se više počinju ispitivati biljni materijali koji u svome sastavu sadrže pigmente koji mijenjaju boju medija ovisno o pH. Antocijanini primjer su takvih pigmenata. Radi se o spojevima koji su široko zastupljeni u biljnom svijetu, pa se mogu naći i u cvijetu ruže. Ovi spojevi pridonose obojenju cvijeta i ploda, a njihova velika rasprostranjenost navela je znanstvenike da ispituju mogu li se ruže koristiti kao alternativni, odnosno prirodni, kiselo-bazni indikator. Cilj ovog rada bio je ispitati potencijal primjene odabranog biljnog materijala roda Rosa kao kiselo-baznog indikatora. U tu svrhu korištene su suhe latice različitih vrsta ruža u kombinaciji s odabranim otapalima (voda, etanol, metanol i aceton). Rezultati istraživanja pokazali su da se većina ispitanih ruža može koristiti kao prirodni kiselo-bazni indikator koji je, za razliku od sintetskih, niže cijene, pristupačniji te nije štetan za okoliš i ljude. Od ispitanog biljnog materijala, među vizualno najistaknutijima pokazale su se roza i crvena ruža, dok narančasta i bijela ruža nisu pokazale vizualno dojmljive rezultate, ali i one imaju potencijal primjene kao prirodni kiselo-bazni indikatori.

Ključne riječi: ruže, prirodni kiselo-bazni indikatori, etanol, metanol, aceton, voda

Abstract

The genus *Rosa*, the rose, is one of the most important genera in the Rosaceae family and is widely distributed and easily accessible for a number of purposes. Given the high price and harmful effect of synthetic acid-base indicators, more research deals with natural materials containing plant pigments which change colour of the medium depending on the pH. Anthocyanines are an example of such pigments. They are widely distributed in the plant kingdom and can be found in the rose flower. These compounds contribute to the colouring of the flower and the fruit, leading scientists to examine whether roses can be used as an alternative, i.e. as a natural, acid-base indicator. The aim of this work was to examine the potential of the application of selected plant material of genus *Rosa* as an acid-base indicator. For this purpose, dry petals of different types of roses in combination with selected solvents (water, ethanol, methanol and acetone) were used. The results of this work showed that most of examined roses can be used as a natural acid-base indicator, which, unlike synthetic, has a lower price, is easily available and is not harmful to the environment and to people. Among used plant material, pink and red roses were visually the most prominent, while the orange and white roses did not show visually impressive results, but they also have the potential to be used as natural acid-base indicators.

Key words: roses, natural acid-base indicators, ethanol, methanol, acetone, water

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. LITERATURNI PREGLED	2
2.1. Rod Rosa, ruže	2
2.2. Kiselo-bazni indikatori	5
3. EKSPERIMENTALNI DIO	9
3.1. Korišteni biljni materijal	9
3.2. Korištene kemikalije i pribor	9
3.3. Priprema otopina	10
3.4. Plan rada i postupak	10
4. REZULTATI I RASPRAVA	12
4.1. Ljubičasta ruža	12
4.2. Roza ruža	14
4.3. Roza-bijela ruža	16
4.4. Svijetlo roza ruža	18
4.5. Crvena ruža	20
4.6. Narančasta ruža	23
4.7. Bijela ruža	25
4.8. Roza-cigla ruža	27
4.9. Tamno roza ruža – mali cvijet	30
4.10. Tamno roza ruža – veliki cvijet	32
4.11. Ljubičasto-bijela ruža – mali cvijet	34
4.12. Ljubičasto-bijela ruža – veliki cvijet	36
4.13. <i>Baby pink</i> ruža	39
5. ZAKLJUČAK	42
6. LITERATurna VRELA	43

1. UVOD

Rod ruža je jedan od najpoznatijih i najvažnijih cvjetnih rodova, a ružu se često naziva i kraljicom cvijeća. Diljem svijeta ruža simbolizira ljubav i ljepotu, u starom Rimu bila je poznata kao simbol raskoši i bogatstva, dok u kršćanstvu ruža predstavlja rajsku ljepotu i vječni cvijet. Tijekom povijesti, ruže su se koristile u brojne svrhe, od cvijeća koje je krasilo vrtove pa sve do medicinske upotrebe. U antici, gdje su umjetnici tražili nadahnuće ponajprije u prirodi, ruže su često bile inspiracija u nastajanju brojnih djela. Također, postoje brojni mitovi i legende o njihovom postanku i značaju. Jedna od legendi kaže da je ruža cvijet koji je u početku rastao u rajskim vrtovima, ali bez trnja. Trnje je nastalo kao posljedica ljudskog grijeha nakon njihova protjerivanja iz raja. Osim u antici, plodovi divlje ruže, koja je ujedno i jedna od najrasprostranjenijih ruža, koristili su se u prehrambene svrhe. Za vrijeme drugog svjetskog rata i ekonomske krize koja je pogodila svijet, plodovi divlje ruže bili su bogat izvor vitamina C i minerala, a smatra se da je sirup od ovih plodova pomogao u liječenju bolesne djece [1, 2].

Obzirom na široku rasprostranjenost i laku dostupnost ruža, provedena su istraživanja koja su, između ostalog, ispitala njihovu učinkovitost kao kiselo-bazni indikator. Alternativni kiselo-bazni indikatori prirodnog su podrijetla i sadrže biljne pigmente koji mijenjaju boju ovisno o pH sredine u kojoj se nalaze. Osim ruža, i drugi cvjetovi se mogu koristiti kao pokazatelji pH vrijednosti, kao na primjer cvijet hortenzije. Uz cvijeće, mnoge druge biljke, kao što su crveni kupus, kurkuma i cikla, mogu se također koristiti kao kiselo-bazni indikatori jer sadrže antocijanine, spojeve koji su osjetljivi na promjenu pH. Indikatori mirisa također mogu poslužiti kao prirodni kiselo-bazni indikatori budući da mijenjaju miris ovisno o pH sredine u kojoj se nalaze, a neki od njih su luk, ekstrakt vanilije i ulje klinčića [3, 4].

U prvom dijelu rada navedene su značajke roda *Rosa*, najvažniji spojevi te primjena ruža. Također su navedeni i najpoznatiji kiselo-bazni indikatori, sintetski i prirodni, njihova svojstva i područje pH vrijednosti u kojima dolazi do promjene boje. U drugom dijelu rada opisan je korišten materijal i metode te su prikazani rezultati istraživanja u kojemu je ispitan potencijal primjene odabranog biljnog materijala roda *Rosa* kao kiselo-baznog indikatora. Indikatori su pripremljeni od suhih latica ruža i odabranih otapala (voda, etanol, metanol i aceton). Dobiveni rezultati prikazani su slikama te su opisane i prodiskutirane uočene promjene boja pri različitim pH vrijednostima. Najizraženije promjene boja vidljive su u slučaju vode, metanola i etanola, dok su slabije promjene boja uočene kod acetona.

2. LITERATURNI PREGLED

2.1. Rod Rosa, ruže

Rod Rosa (ruže) pripada porodici Rosaceae (ružovke), a to je jedna od brojnih porodica razreda Magnoliopsida ili dvosupnica (Tablica 1.). Sistematikom ruža bavili su se drevni Grci i Rimljani, a ključna značajka u podjeli nalazila se u fenotipu cvijeta. Danas još uvijek ne postoji jedinstveni kriterij po kojemu bi se ruže sistematizirale, a podjela se uglavnom temelji na fenotipskim svojstvima kao što su struktura cvijeta, boja i miris cvijeta, oblik ploda i sl. Osnovne kriterije u podjeli, uz fenotipska svojstva biljke, također čine genetska srodnost i geografsko porijeklo [5, 6].

Tablica 1. Sistematska klasifikacija ruža [7].

Carstvo	Plantae
Podcarstvo	Tracheobionta
Odjeljak	Magnoliophyta (Spermatophyta)
Pododjeljak	Magnoliophytina (Angiospermae)
Razred	Magnoliopsida (Dycotyledonae)
Podrazred	Rosidae
Red	Rosales
Porodica	Rosaceae
Potporodica	Rosoideae
Rod	Rosa

Porodica Rosaceae široko je rasprostranjena te je ujedno i jedna od najbogatijih po broju vrsta i najzastupljenijih. Obzirom na veliki opseg, porodica broji oko 115 rodova te preko 3000 vrsta. Također, dijeli se i na više potporodica, a to su Rosoideae, Spiraeoideae, Amygdaloideae i Maloideae. Najznačajnija potporodica, gledano iz gospodarske perspektive, je potporodica Rosoideae unutar koje se, između ostalih, ubrajaju rodovi Rubus, Potentilla, Fragaria i Rosa. Razni autori navode različiti broj vrsta roda Rosa, pa tako Beckett tvrdi da rod Rosa broji između 100 i 250 različitih vrsta, dok Beales navodi oko 140 vrsta, od kojih više od polovice potječe s područja Azije, a nešto manji broj iz Europe, Sjeverne

Amerike i sjeverozapadne Afrike. Do teškoća u raspoznavanju vrsta dolazi zbog različitih čimbenika kao što su varijabilnost unutar vrste, međuvrsna hibridizacija i poliploidija [8-10].

Obzirom da rod Rosa obuhvaća velik broj vrsta, različiti kultivari mogu se formirati u oblike kao što su grm, stablo, penjačica ili pokrivačica tla. Visina kultivara može dosezati od 20 centimetara do 8 metara, što je vrlo širok raspon koji omogućava razne načine pri uređenju vrtova i parkova. Koru ruže čini drvenasta stabljika prekrivena emercama čija je zadaća zaštita, ponajviše od životinja. Vegetativni organi, listovi, mogu se svrstati u tri glavne kategorije koju čine sjajni listovi, djelomično sjajni listovi i listovi bez sjaja, a uglavnom su zelene boje (Slika 1.) [11].



Slika 1. List ruže [12].

Generativne organe, dvospolne cvjetove, čine dugi i nazubljeni čaškini lapovi. Mogu biti različitih boja, od crvene, bijele, žute pa sve do kombinacije boja. Ovisno o broju latica, razlikujemo jednostruke (do 7 latica), djelomično ispunjene (do 14 latica), dvostruke (do 30 latica) i posve ispunjene cvjetove (30 i više latica) (Slika 2.). Ružin plod, šipak, stvara se iz cvjetišta zrele ruže, crvene je boje i čini ga mesnato cvjetišće [13].



Slika 2. Cvijet ruže [14].

Biljke roda *Rosa* imaju široku primjenu u medicini zbog svog kemijskog sastava i bioaktivnosti ovih spojeva. Glavni kemijski spojevi zaslužni za učinak pripravaka od ruža izolirani su iz nekoliko vrsta biljaka roda *Rosa* i uključuju flavonoide, tanine, fenolne kiseline, polisaharide, masne kiseline, organske kiseline, karotenoide i vitamine. Bogat kemijski sastav utječe na biološku aktivnost, pa tako pripravci od određene vrste roda *Rosa* djeluju antioksidacijski i protuupalno te štite organizam od razvoja kardiovaskularnih bolesti [2].

Čaj od ploda divlje ruže, šipka (Slika 3.), pomaže kod različitih tegoba kao što su prehlada i povišena tjelesna temperatura. Široku primjenu ruža također pronalazimo i u kozmetici u sastavu brojnih krema, gelova, losiona te se mogu pronaći i u brojnim parfemima i mirisnim vodicama, dajući osvježavajući cvjetni miris.



Slika 3. Plodovi divlje ruže [15].

2.2. Kiselo-bazni indikatori

pH vrijednost vrlo je važan parametar o kojemu ovise brojni procesi koji se odvijaju bilo u vodi ili tlu, ima velik utjecaj na topljivost spojeva, biodostupnost nutrijenata te je pokazatelj aktivnosti enzima i metabolizma stanica [16-18]. Pri određivanju pH vrijednosti otopina u kemiji koriste se kiselo-bazni indikatori, tj. pH indikatori. Većina kiselo-baznih indikatora koji su danas u upotrebi su slabe organske kiseline ili slabe organske baze koje mijenjanju boju kao posljedicu ionizacijskog stanja. pH vrijednost određuje se pomoću pH skale čija je najmanja vrijednost 0, a najveća 14. Ukoliko je pH vrijednost jednaka 7, znači da se radi o neutralnoj otopini gdje je množinska koncentracija H_3O^+ iona jednaka množinskoj koncentraciji OH^- iona u otopini. Ako je pH vrijednost otopine manja od 7, radi se o kiseloj otopini u kojoj je koncentracije H_3O^+ iona veća od koncentracije OH^- iona. S druge strane, vrijednost veća od pH 7 ukazuje na veću koncentraciju OH^- iona u odnosu na H_3O^+ ione i u tom slučaju se radi o bazičnoj otopini [19].

Kiselo-bazni indikatori koji se najčešće koriste su lakmus papir, metiloranž, fenolftalein, brotmimol plavo i dr. Lakmus papir jedan je od najpoznatijih kiselo-baznih indikatora koji dolazi u tri verzije, crvenoj, plavoj i neutralnoj. Prekriven je bojom koja potječe od lišajeva i pri kontaktu s kiselinom ili bazom dolazi do njezine promjene. Prilikom ispitivanja pH vrijednosti veće od 7, koristi se crveni lakmus papir jer on mijenja boju u plavu ukoliko dođe u dodir s bazičnom otopinom. Plavi lakmus papir koristi se za ispitivanje pH vrijednosti manje od 7, budući da daje crveno obojenje kada dođe do kontakta s kiselom otopinom. Neutralni lakmus papir ljubičaste je boje i promjena boje u crvenu ili plavu ovisi o tome je li ispitivana otopina kiselina ili bazična [20].

Metiloranž također je jedan od najzastupljenijih kiselo-baznih indikatora empirijske formule $\text{C}_{14}\text{H}_{14}\text{N}_3\text{NaO}_3\text{S}$ i molarne mase 327,33 g/mol [21]. Prah je narančaste boje, topljiv u etanolu, hladnoj vodi i pirimidinu, dok je u eteru i alkoholu netopljiv. Dodatkom metiloranža u bazičnu otopinu dolazi do promjene obojenja iz narančaste u žutu, dok u kiselj sredini dolazi do promjene boje u crvenu (Slika 4.) [22].



Slika 4. Promjene boje otopine metiloranža u kiseljoj (desno) i bazičnoj (lijevo) sredini [23].

Fenolftalein je prah bijele boje, bez okusa i mirisa. Za razliku od metiloranža, topljiv u alkoholu i eteru, a slabo je topljiv u vodi [24]. Dodatkom fenolftaleina u otopine čija je pH vrijednost manja od 8,5, ne dolazi do promjene boje tj. bezbojan je, dok u otopinama čija je pH vrijednost veća od 9,0 indikator daje ružičastu do ljubičastu boju [25].

Bromtimol plavo je krutina čija molarna masa iznosi 624,384 g/mol, a empirijska formula $C_{27}H_{28}Br_2O_5S$. Kiselo-bazni je indikator koji u kiseljoj sredini poprima žutu boju, u neutralnim uvjetima poprima zelenu boju, a u bazičnoj sredini dolazi do plavog obojenja (Slika 3.) [26].



Slika 5. Boja otopine bromtimol plavog u kiseljoj, neutralnoj i bazičnoj sredini [27].

Osim konvencionalnih kiseljo-baznih indikatora, koriste se i alternativni kiseljo-bazni indikator. Alternativni ili prirodni indikator pripremaju se najčešće od biljaka, zbog čega su lako dostupni, niske cijene i nemaju štetan učinak na zdravlje i okoliš. U prirodi, gdje vlada šarenilo boja, može se lako pronaći mnoštvo tvari koje mijenjaju boju ovisno o

kiselosti ili bazičnosti. Kada govorimo o biljnim pigmentima, posebno je važno naglasiti klorofil *a* i *b*, koji su zaslužni za zelenu boju biljaka, zatim ksantofil koji biljkama daje žutu boju, narančasta boja dolazi od karotenoida, dok su flavonoidi zaslužni za nijanse crvene, ljubičaste i plave boje u biljaka [3, 28, 29].

Antocijanini su sekundarni biljni metaboliti koji kao flavonoidni pigmenti pridonose obojenju cvijeta biljke. Osjetljivi su na promjenu pH vrijednosti, odnosno kada se promijeni kiselost, mijenja se i boja, pa se cvjetovi (i plodovi) koji sadrže ove spojeve mogu koristiti kao kiselobazni indikatori. Antocijanini su prisutni u cvijetu ruže te je boja cvijeta najčešće rezultat prisutnih cijanida, pelargonina ili peonodina, ili mješavine tih pigmenta [30].

Komercijalni indikatori su pH indikatori koji se najčešće koriste, no zbog njihove cijene i toksičnosti, raste interes za pronalaženje alternativnih indikatora. Tako se došlo do ideje da se kao prirodni kiselobazni indikator ispita cvijet ruže. Razlog odabira ruže je taj što je ruže lako pronaći u vrtovima i na tradicionalnim tržištima po pristupačnoj cijeni, a kako cvijet ruže sadrži pigmente pretpostavlja se da se mogu koristiti kao indikatori.

Paristiowati i sur. (2019) proveli su istraživanje u kojemu su ispitivali ekstrakte cvijeta crvene ruže (*Rosa sp.*) i hibiskusa (*Hibiscus sabdariffa* L.) kao prirodne kiselobazne indikatore. Indikatori su pripremljeni ekstrakcijom (96 % etanol) u kiseloj sredini (pH = 3-4). Ekstrakt je testiran u otopinama pH = 1-12 gdje je pokazao promjene boja pri različitim pH vrijednostima. Pri pH = 1 zamijećena je ružičasta boja koja s promjenom pH blijedi sve do pH = 8. Pri pH = 9-12 dolazi do pojave zeleno-plave boje, a pri pH = 13 i pH = 14 nastaje smeđe-žuta boja [31].

Okoduwa i sur. (2015) su ispitivali prerijsku ružu penjačicu (*Rosa setigera* Michx.), ali i druge biljke (zlatnu trubu, *Allamanda cathartica* L., i hibiskus, *Hibiscus rosa-sinensis* L.), kao prirodne kiselobazne indikatore. Pigmente iz cvjetova su ekstrahirali hladnom ekstrakcijom (voda i metanol) i Soxhlet ekstrakcijom, koja se ujedno pokazala i kao bolja metoda. Rezultati istraživanja pokazali su da svi ispitani ekstrakti cvijeta ruže jasno pokazuju razliku boja između kiselog i bazičnog medija, tj. da u kiseloj sredini dolazi do promjene iz crvene u roza boju, dok se u bazičnoj sredini boja mijenja iz crvene u žutu boju [32].

Cilj ovog rada bio je ispitati primjenu odabranog biljnog materijala roda *Rosa* kao kiselobaznog indikatora. Odnosno, u radu se ispitalo mogu li se laticice suhih ruža u kombinaciji s različitim otapalima koristiti kao prirodni kiselobazni indikatori i koje od odabranih otapala je najbolje za pripremu istih. Ispitalo se hoće li se stajanjem indikatora 24 sata na sobnoj temperaturi dobiti bolji rezultati (budući da se ekstrakcija pigmenta odvija u dužem periodu nego u slučaju ispitivanja indikatorskog potencijala odmah po pripremi

indikatora), kao i utjecaj temperature (u slučaju vode, ispitana je hladna i vruća voda kako bi vidjeli hoće li zagrijavanje vode dati bolje rezultate).

3. EKSPERIMENTALNI DIO

3.1. Korišteni biljni materijal

Za potrebe ovog rada korišteni biljni materijal bile su suhe latice 13 kultivara ruža. U tu svrhu korištene su suhe latice ljubičaste, roza, roza-bijele, svijetlo roza, crvene, narančaste, bijele, roza-cigla, tamno roza, ljubičasto-bijele i *baby pink* ruže.

3.2. Korištene kemikalije i pribor

Kemikalije koje su korištene pri izvođenju ovog rada su analitičke čistoće, a za pripremu otopina određenih pH vrijednosti i pripremu uzoraka, korištena je deionizirana i demineralizirana voda.

Popis korištenih kemikalija:

Klorovodična kiselina, HCl ($M=36,46$ g/mol, Kemika)

Natrijev hidroksid, NaOH ($M=39,99$ g/mol, Kemika)

Ultračista voda

Etanol, C₂H₅OH ($M=46,07$ g/mol, Kemika)

Aceton, C₃H₆O ($M= 58,08$ g/mol, Kemika)

Metanol, CH₃OH ($M= 32,04$ g/mol, Kemika)

Pribor koji je korišten u radu: jažice, keramički tarionik s tučkom, odmjerne tikvice, kapalice, epruvete, stalak za epruvete, satno staklo, staklene bočice sa čepom, automatska pipeta.

Uređaji koji su korišteni u radu: analitička vaga, vortex miješalica, pH metar (808 Titrand, Metrohm), uređaj za ultračistu vodu (TKA, WASSERAUFBEREITUNGSSYSTEME).

3.3. Priprema otopina

Za pripremu otopina određenih pH vrijednosti korištene su koncentrirana HCl i kruti NaOH. Za otopinu čija pH vrijednost iznosi 7 upotrijebljena je ultračista voda, a pH je izmjeren pomoću pH metra.

Kiseli mediji, pH = 1 i pH = 2 priređeni su na način da se prvo izračuna volumen potrebne HCl koji se zatim pomoću pipete prenese u odmjernu tikvicu, koja se nadopuni ultračistom vodom do oznake. Otopine pH = 3-6 pripremaju se razrjeđivanjem iz otopine pH = 1 pomoću relacije $c_1V_1=c_2V_2$. Nakon pripreme svih otopina, njihova pH vrijednost određena je pH metrom koji je prethodno kalibriran. Prihvatljiva razlika u pH vrijednosti iznosila je $\pm 0,1$.

Kako bi se priredio bazični medij, potrebno je otopiti kruti NaOH u ultračistoj vodi. Otopina pH = 14 pripremljena je na način da se odvagana masa potrebnog krutog NaOH prenese u odmjernu tikvicu te se nadopuni ultračistom vodom prema pravilima za priređivanje otopina u odmjernom posuđu. Otopine pH = 11-13 priređuju se na isti način, dok su preostale otopine pripremljene razrjeđivanjem otopine pH = 12 korištenjem relacije $c_1V_1=c_2V_2$. pH vrijednost pripremljenih otopina određena je pomoću pH metra koji se po potrebi kalibrira. Prihvatljiva razlika u odstupanju pH vrijednosti iznosila je $\pm 0,1$.

3.4. Plan rada i postupak

Prvi korak u ispitivanju latica ruža kao potencijalnog kiselo-baznih indikatora je priprema samog biljnog materijala. Prikupljene svježe latice ruža sušene su na Suncu i zraku nekoliko mjeseci. Nakon sušenja, latice su usitnjene u tarioniku i izvagane na analitičkoj vagi.

Usitnjene i odvagane suhe latice (do 500 mg) su prenesene u epruvete i u svaku od epruveta je dodano 5 mL odabranog otapala. Otapala korištena u radu bila su – hladna voda, vruća voda, etanol, metanol i aceton. Nakon dodatka otapala, epruvete su zatvorene parafilmom i ostavljene na sobnoj temperaturi 24 sata (Tablica 3.).

Tablica 3. Plan rada.

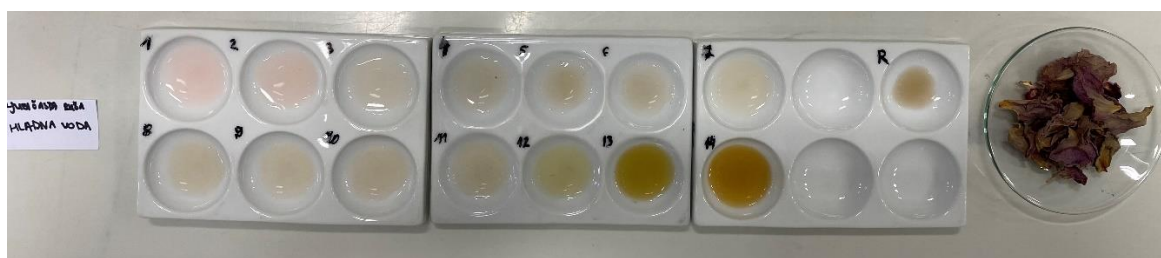
Biljni materijal	Otapalo				
<i>Ljubičasta ruža</i>	hladna voda	vruća voda	etanol	metanol	aceton
<i>Roza ruža</i>	hladna voda	vruća voda	etanol	metanol	aceton
<i>Roza -bijela ruža</i>	hladna voda	vruća voda	etanol	metanol	aceton
<i>Svijetlo roza ruža</i>	hladna voda	vruća voda	etanol	metanol	aceton
<i>Crvena ruža</i>	hladna voda	vruća voda	etanol	metanol	aceton
<i>Narančasta ruža</i>	hladna voda	vruća voda	etanol	metanol	aceton
<i>Bijela ruža</i>	hladna voda	vruća voda	etanol	metanol	aceton
<i>Roza -cigla ruža</i>	hladna voda	vruća voda	etanol	metanol	aceton
<i>Tamno roza ruža – mali cvijet</i>	hladna voda	vruća voda	etanol	metanol	aceton
<i>Tamno roza ruža – veliki cvijet</i>	hladna voda	vruća voda	etanol	metanol	aceton
<i>Ljubičasto-bijela ruža – mali cvijet</i>	hladna voda	vruća voda	etanol	metanol	aceton
<i>Ljubičasto-bijela ruža – veliki cvijet</i>	hladna voda	vruća voda	etanol	metanol	aceton
<i>Baby pink ruža</i>	hladna voda	vruća voda	etanol	metanol	aceton

U nekoliko navrata tijekom 24 sata, i neposredno prije samog ispitivanja, epruvete su kratko vorteksirane. Nakon 24 sata ispitan je potencijal primjene ovako pripremljenih indikatora kao kiselo-baznih indikatora.

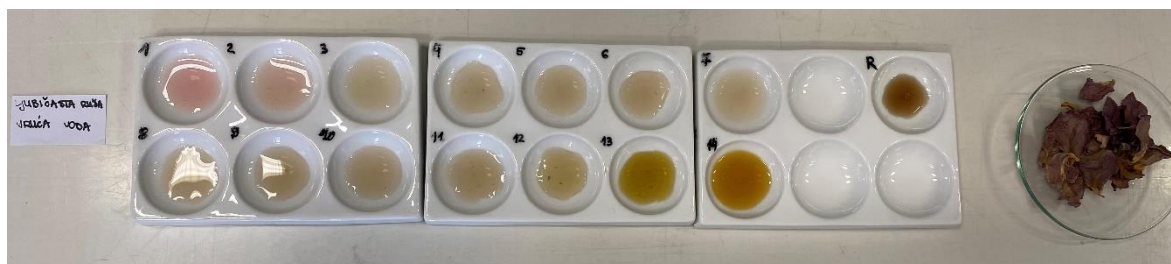
4. REZULTATI I RASPRAVA

4.1. Ljubičasta ruža

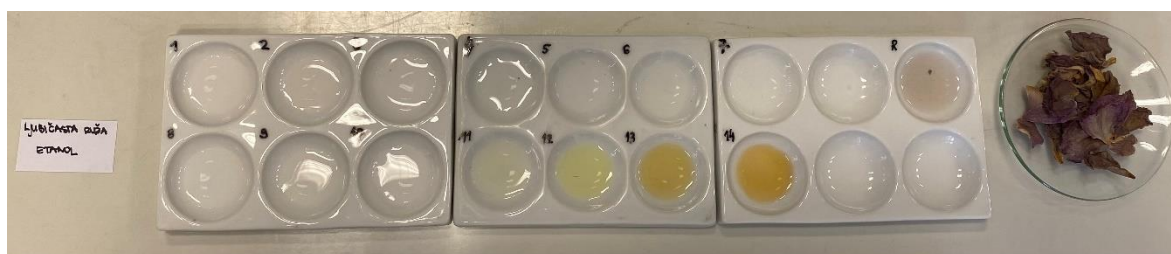
Rezultati istraživanja koji se odnose na ispitivanje mogućnosti primjene suhih latica ljubičaste ruže i odabranih otapala kao kiselo-baznog indikatora prikazani su na Slikama 6.-10.



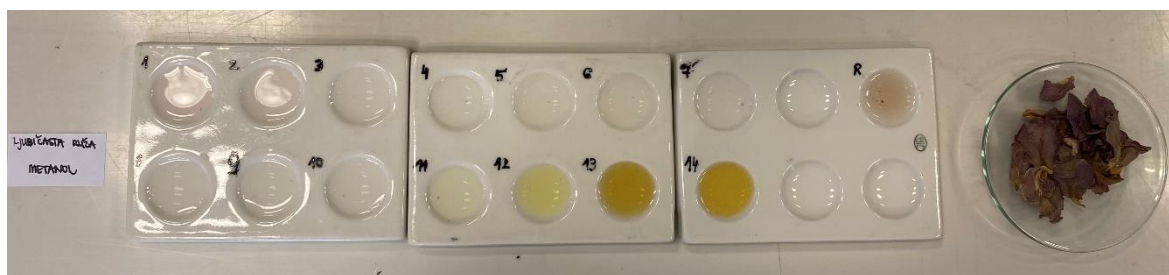
Slika 6. Suhe latice ljubičaste ruže u hladnoj vodi.



Slika 7. Suhe latice ljubičaste ruže u vrućoj vodi.



Slika 8. Suhe latice ljubičaste ruže u etanolu.



Slika 9. Suhe laticice ljubičaste ruže u metanolu.



Slika 10. Suhe laticice ljubičaste ruže u acetonu.

Indikator pripremljen od suhih latica ljubičastih ruža u različitim otapalima pokazuje promjene boja pri određenim pH vrijednostima. U hladnoj vodi, pri pH = 1 i pH = 2 dolazi do svijetlo roza obojenja, pri pH = 3-11 boja je svijetlo narančaste boje. Kod pH = 12 dolazi do pojave žućkaste boje, pri pH = 13 boja postaje intenzivno žuta i pri pH = 14 dolazi do intenzivno narančastog obojenja (Slika 6.).

Indikator pripremljen s vrućom vodom pri pH = 1 roza je boje, pH = 2-12 boja postaje narančasto-smeđa, pri pH = 13 boja postaje intenzivno žuta, dok je kod pH = 14 intenzivno narančasta (Slika 7.). Boja latica suhe ljubičaste ruže u etanolu, pri pH = 1-3 jedva je vidljiva, svijetlo roza, pri pH = 4-10 boja postaje još svjetlija, gotovo bezbojna, dok kod pH = 11 dolazi do vidljive promjene u svijetlo žutu boju koja pri pH = 12 prelazi u intenzivnije žutu, a kod pH = 13 i pH = 14 dolazi do pojave narančastog obojenja (Slika 8.).

Indikator pripremljen s metanolom kao otapalom, pri pH = 1 i pH = 2 roza je boje, dok kod pH = 3-10 boja postaje sve slabija. Svijetlo žuta boja pojavljuje se pri pH = 11, a tamnija žuta pri pH = 12. Do pojave intenzivne žuto-narančaste boje dolazi pri pH = 13-14 (Slika 9.).

U slučaju acetona nisu zamijećene promjene boja sve do pH = 11, gdje dolazi do pojave žućkastog obojenja, dok kod pH = 13 i pH = 14 dolazi do izraženije narančaste boje (Slika 10.).

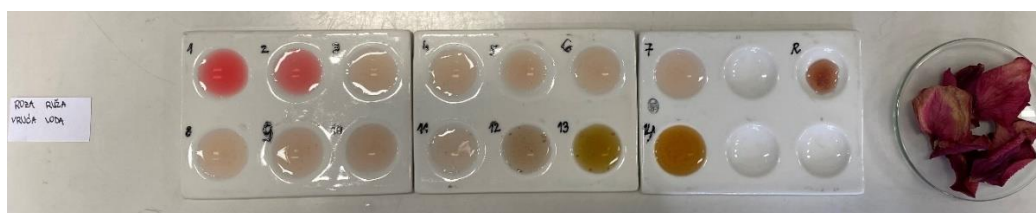
Na temelju provedenog ispitivanja, voda se pokazala kao najbolje otapalo u pripremi kiselo-baznog indikatora od suhih latica ljubičaste ruže. Kod indikatora pripremljenog s acetonom zamijećene su najblaže promjene boja. Slična (ali malo bolja situacija) uočena je u slučaju upotrebe etanola i metanola. Razlog tomu je moguća velika količina otapala u odnosu na masu biljnog otapala, prekratko vrijeme ekstrakcije te korištenje čistih otapala. Obzirom na rezultate dobivene korištenjem vode, vjerojatno bi se dobili bolji rezultati u slučaju miješanja vode i ovih otapala (npr. upotrebom 25, 50 ili 75 %-tnih otapala).

4.2. Roza ruža

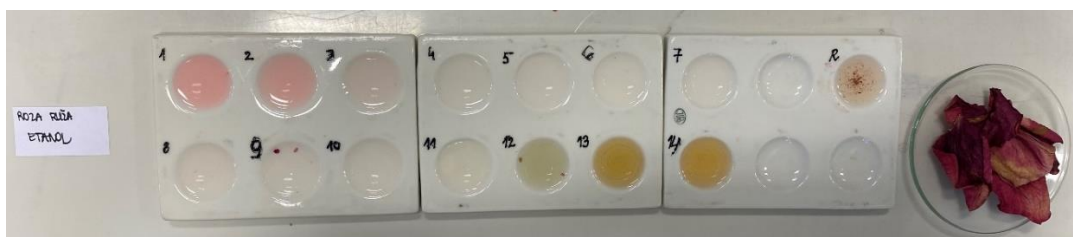
Rezultati istraživanja koji se odnose na ispitivanje mogućnosti primjene suhih latica roza ruže i odabranih otapala kao kiselo-baznog indikatora prikazani su na Slikama 11.-15.



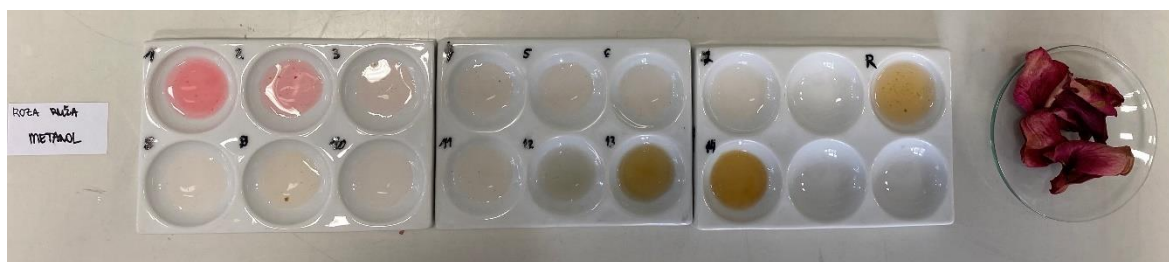
Slika 11. Suhe latice roza ruže u hladnoj vodi.



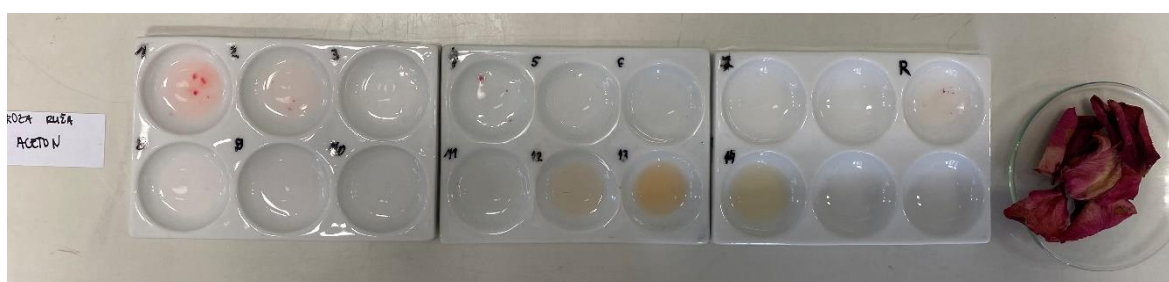
Slika 12. Suhe latice roza ruže u vrućoj vodi.



Slika 13. Suhe latice roza ruže u etanolu.



Slika 14. Suhe latice roza ruže u metanolu.



Slika 15. Suhe latice roza ruže u acetonu.

Indikator pripremljen od suhih latica roza ruže i hladne vode, pri pH = 1 daje crveno-roza boju, kod pH = 2 boja je nešto svjetlije nijanse od pH = 1. Od pH = 3-11 dolazi do pojave svjetlo narančaste boje, dok kod pH = 12 boja postaje nešto izraženija, tamnija narančasta. Pri pH = 13 boja postaje intenzivno žuta, a kod pH = 14 dolazi do intenzivno narančastog obojenja (Slika 11.). Promjena boja indikatora u vrućoj vodi gotovo je ista kao i u hladnoj vodi, samo što su kod vruće vode promjene boja malo istaknutije, tj. za nijansu tamnije (Slika 12.).

U etanolu kao otapalu, indikator pripremljen od suhih latica roza ruže pri pH = 1 i pH = 2 svjetlo roza je boje, dok pri pH = 4-7 boja nije zamjetna. Kod pH = 8-10 dolazi do pojave jedva primjetne svjetlo roza boje, a kod pH = 11 boja postaje svjetlo žuta. Pri pH = 12 boja je žućkasto-zelena, pri pH = 13 je intenzivno žuta, dok pri pH = 14 dolazi do promjene u narančastu boju (Slika 13.).

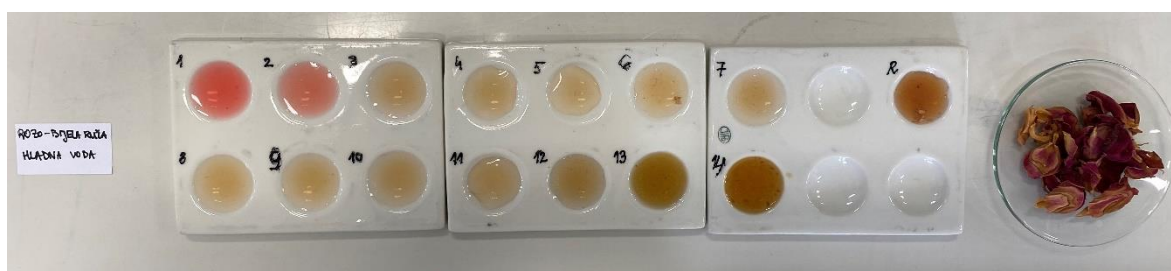
Promjena boje indikatora od suhih latica roza ruže i metanola slična je promjenama boja u slučaju etanola. Pri pH = 1 i pH = 2 dolazi do pojave roza boje. Kod pH = 3-10 boja blijedi i indikator daje teško vidljive svjetlo roza nijanse. Pri pH = 11 i pH = 12 javlja se žuto-zelena obojenje, dok pri pH = 13 i pH = 14 indikator daje intenzivno narančastu boju (Slika 14.).

Indikator od suhih latica i acetona, pri pH = 1 i pH = 2 roza je boje, vjerojatno zbog zahvaćenih komadića latica, dok boja nije zamjetna do pH = 11. Pri pH = 11 dolazi do promjene u svjetlo žutu boju, pri pH = 12 uočena je svjetlo narančasta boja, dok kod pH = 13 boja postaje tamnije narančasta. Pri pH = 14 boja je također narančasta, no nešto svijetlije nijanse nego kod pH = 13 (Slika 15.).

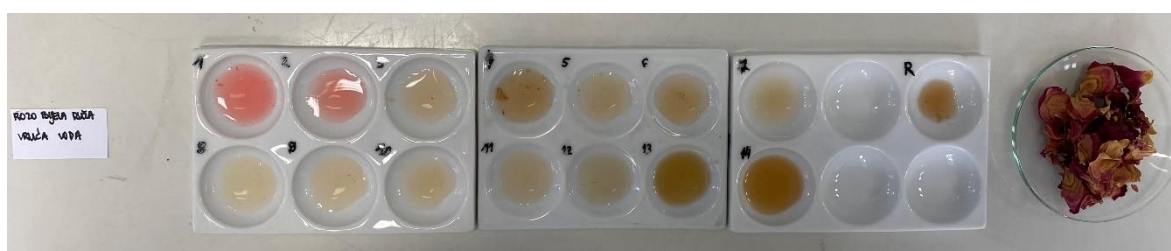
Slično kao i kod ljubičaste ruže, u slučaju vode kao otapala zamijećene su najveće promjene u boji, dok su kod acetona promjene vrlo slabe i boja je blijeda. Metanol i etanol dali su jače izražene boje u odnosu na ljubičastu ružu.

4.3. Roza-bijela ruža

Rezultati istraživanja koji se odnose na ispitivanje mogućnosti primjene suhih latica roza-bijelih ruža i odabranih otapala kao kiselo-baznog indikatora prikazani su na Slikama 16.-20.



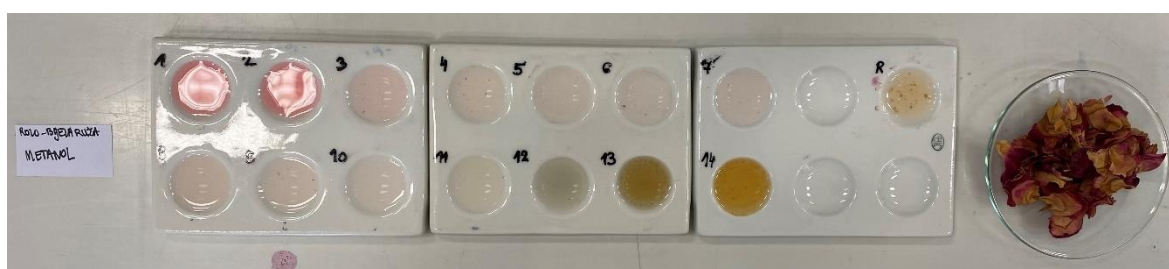
Slika 16. Suhe latice roza-bijele ruže u hladnoj vodi.



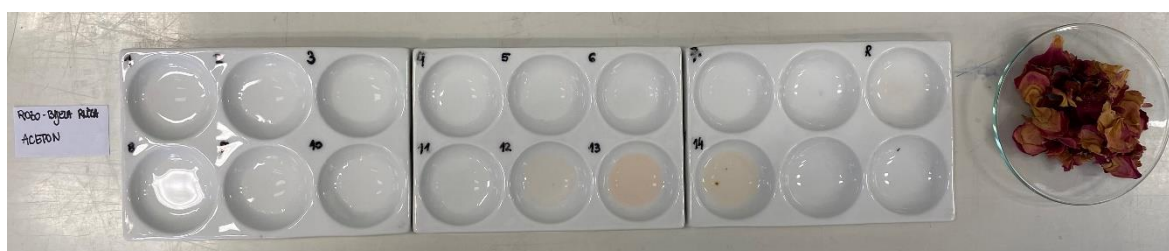
Slika 17. Suhe latice roza-bijele ruže u vrućoj vodi.



Slika 18. Suhe latice roza-bijele ruže u etanolu.



Slika 19. Suhe latice roza-bijele ruže u metanolu.



Slika 20. Suhe latice roza-bijele ruže u acetonu.

Indikator pripremljen od suhih latica roza-bijele ruže i hladne vode pri $\text{pH} = 1-2$ pokazuju crveno-roza obojenje. Kod $\text{pH} = 3-11$ boja blijedi te postaje narančasto-smeđa, dok kod $\text{pH} = 12$ dolazi do promjene u tamniju nijansu. Promjena u intenzivno smeđu boju javlja se pri $\text{pH} = 13$ i $\text{pH} = 14$ (Slika 16.). U vrućoj vodi, indikator pri $\text{pH} = 1$ i $\text{pH} = 2$ daje svjetlije roza-crvene nijanse. Boja postaje svjetlija, narančasto-žuta pri $\text{pH} = 3-12$, dok kod $\text{pH} = 13$ i $\text{pH} = 14$ dolazi do pojave tamno narančastog obojenja (Slika 17.)

Indikator od suhih latica roza-bijele ruže i etanola pri različitim pH vrijednostima slabo ukazuje na promjene boje. Pri $\text{pH} = 1$ i $\text{pH} = 2$ dolazi do pojave jedva vidljivog roza obojenja, dok pri $\text{pH} = 3-11$ boja blijedi te promjena nije zamjetna. Kod $\text{pH} = 12$ boja postaje

svijetlo žuta, a kod pH = 13 i pH = 14 dolazi do vidljive promjene u svijetlo narančastu boju (Slika 18.).

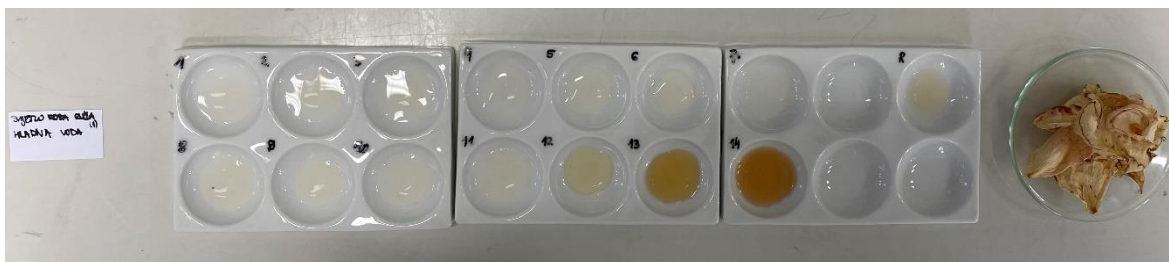
U metanolu kao otapalu, indikator od suhih latica pri pH = 1 i pH = 2 roza je boje, kod pH = 3-10 boja postaje svijetlo roza, dok kod pH = 11 dolazi do svijetlo žutog obojenja. Pri pH = 12 boja postaje svijetlo narančasta koja vrlo brzo prelazi u sivu. Kod pH = 13-14 dolazi do pojave intenzivne narančasto-smeđe boje (Slika 19.).

Indikator pripremljen od suhih latica roza-bijele ruže i acetona gotovo ne ukazuje na promjenu boje. Od pH = 1-11 nije primijećena nikakva boja, dok kod pH = 12 dolazi do pojave svijetlo narančastog obojenja. Pri pH = 13 boja postaje narančasta, koja je pri pH = 14 nešto svijetlije nijanse (Slika 20.).

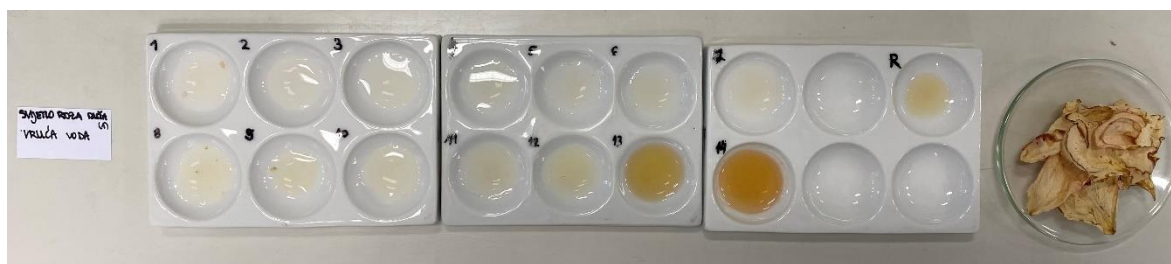
Metanol se pokazao kao najbolje otapalo pri pripremi prirodnog kiselo-baznog indikatora pomoću suhih latica roza-bijele ruže. Kod acetona su zamijećene najslabije boje, a razlog tomu može biti velika količina otapala u odnosu na masu biljnog materijala. Ukoliko bi se koristila manja količina otapala i ukoliko bi vrijeme ekstrakcije bilo duže od 24 h možda bi promjene boja pri različitim pH vrijednostima bile izraženije.

4.4. Svijetlo roza ruža

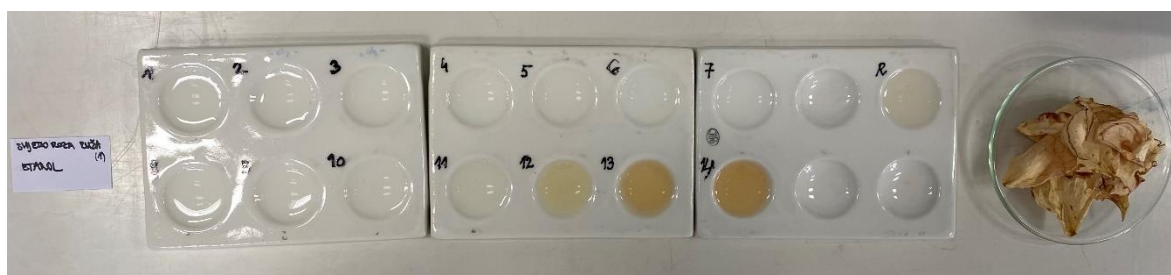
Rezultati istraživanja koji se odnose na ispitivanje mogućnosti primjene suhih latica svijetlo roza ruže i odabranih otapala kao kiselo-baznog indikatora prikazani su na Slikama 21.-25.



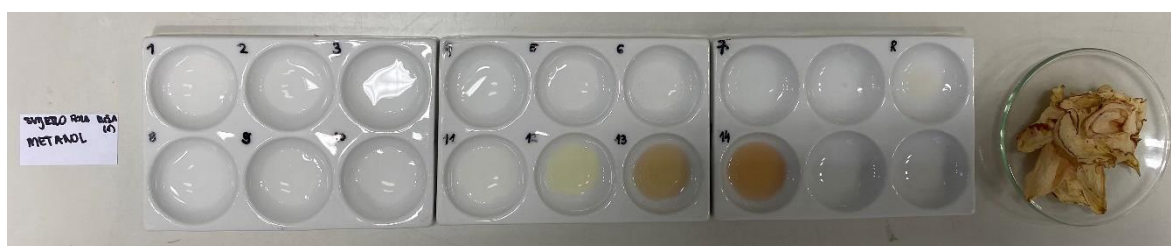
Slika 21. Suhe latice svijetlo roza ruže u hladnoj vodi.



Slika 22. Suhe latice svijetlo roza ruže u vrućoj vodi.



Slika 23. Suhe latice svijetlo roza ruže u etanolu.



Slika 24. Suhe latice svijetlo roza ruže u metanolu.



Slika 25. Suhe latice svijetlo roza ruže u acetonu.

Indikatori pripremljeni od suhих latica svijetlo roza ruže u različitim otapalima ne pokazuju velike razlike u boji pri određenom pH, tj. uočene promjene boje su vrlo slične neovisno o korištenom otapalu. U hladnoj vodi, pri pH = 1-11 dolazi do pojave slabo vidljive žute boje. Kod pH = 12 žuta boja postaje malo više izraženija, pri pH = 13 boja je intenzivno žuta, dok je pri pH = 14 vidljivo tamno narančasto obojenje (Slika 21.). Promjena boja indikatora pripremljenih od suhих latica svijetlo roza ruže i vruće vode slična je promjenama boje indikatora u hladnoj vodi, razlika je samo u nijansi. Pri pH = 1-11 vidljive su naznake žute boje, koja pri pH = 12 postaje izraženija. Pri pH = 13 boja je tamnije žuta, a pri pH = 14 narančasta (Slika 22.).

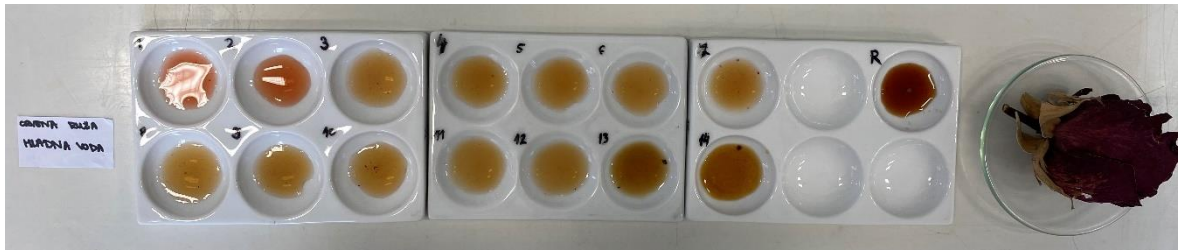
Indikator pripremljen od odabranog biljnog materijala i etanola pri pH = 1-10 je bezbojan, dok kod pH = 11 dolazi do pojave svijetlo žute boje koja postaje intenzivnija pri pH = 12. Kod pH = 13 i pH = 14 dolazi do narančastog obojenja (Slika 23.). Upotrebom metanola kao otapala dobiveni su gotovo identični rezultati kao i u etanolu (Slika 24.).

Sličan rezultat kao i kod ostalih otapala, dobiven je i u slučaju acetona. Pri pH = 1-10 uočena je vrlo slabo vidljiva promjena boje, gotovo da je i nema. Pri pH = 11 javlja se svijetlo žuto obojenje, a kod pH = 12 blago narančasto. U području pH = 13 i pH = 14 boja je narančasta, s tim da je pri pH = 13 nešto tamnija u odnosu na pH = 14 (Slika 25.).

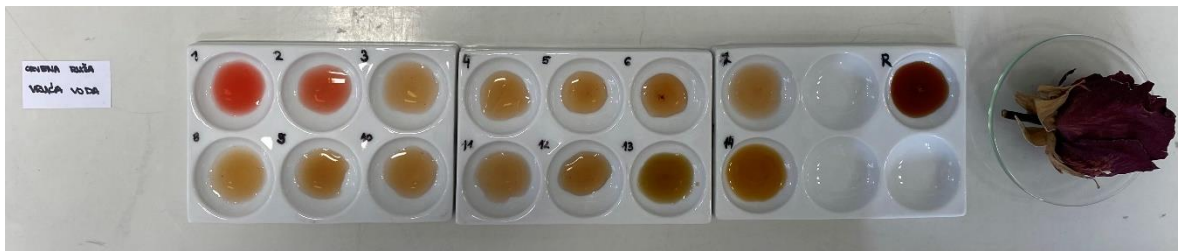
Rezultati istraživanja pokazali su da se suhe latice svijetlo-roza ruže mogu koristiti kao prirodni indikatori. Međutim, obzirom da pri različitim pH vrijednostima indikator daje jako bijede boje, smanjenjem količine otapala i/ili dužim vremenom ekstrakcije, postoji mogućnost da boje budu tamnije i izraženije u odnosu na dobivene u ovom radu.

4.5. Crvena ruža

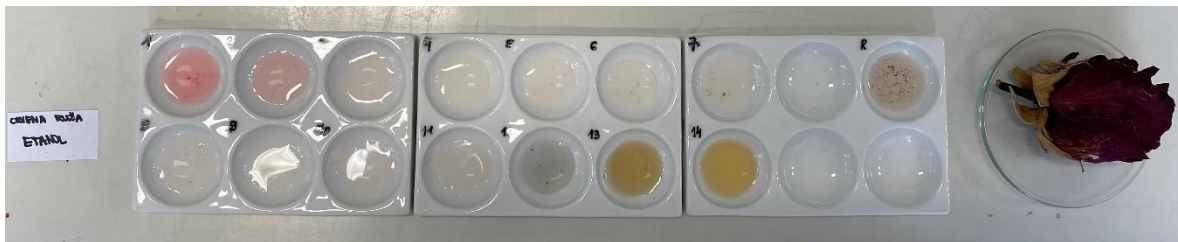
Rezultati istraživanja koji se odnose na ispitivanje mogućnosti primjene suhих latica crvene ruže i odabranih otapala kao kiselo-baznog indikatora prikazani su na Slikama 26.-30.



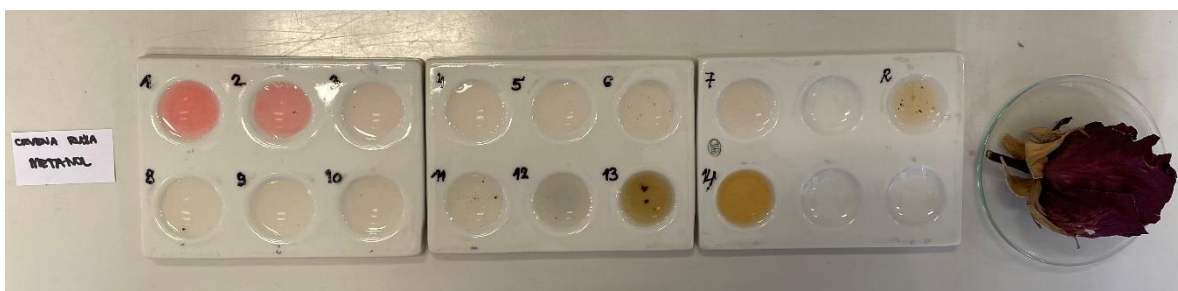
Slika 26. Suhe latice crvene ruže u hladnoj vodi.



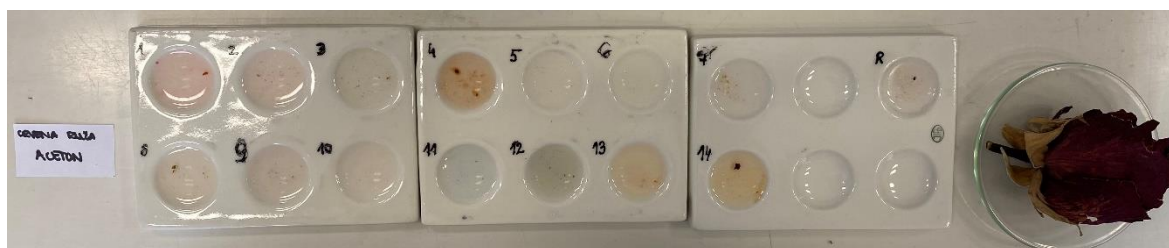
Slika 27. Suhe latice crvene ruže u vrućoj vodi.



Slika 28. Suhe latice crvene ruže u etanolu.



Slika 29. Suhe latice crvene ruže u metanolu.



Slika 30. Suhe latice crvene ruže u acetonu.

Indikator pripremljen od latica suhих crvenih ruža i hladne vode pri $\text{pH} = 1$ i $\text{pH} = 2$ poprima narančastu boju, dok kod $\text{pH} = 3-12$ boja postaje svjetlija, žuto-smeđa. U jako bazičnom mediju, pri $\text{pH} = 13$ i $\text{pH} = 14$, uočena je smeđa boja (Slika 26.). Promjene boja indikatora od suhих latica i vruće vode pri različitim pH vrijednostima slične su promjenama boja indikatora u hladnoj vodi. Pri $\text{pH} = 1$ i $\text{pH} = 2$ javlja se crveno obojenje koje je nešto više izraženije kod $\text{pH} = 1$ nego kod $\text{pH} = 2$. U području $\text{pH} = 3-11$ indikator poprima smeđe-narančastu boju, dok je pri $\text{pH} = 12$ boja više smeđa. Kod $\text{pH} = 13$ dolazi do pojave intenzivno smeđeg obojenja. Pri $\text{pH} = 14$ također dolazi do pojave smeđeg obojenja, ali je ono svjetlije nego u području $\text{pH} = 13$ (Slika 27.).

Indikator pripremljen od odabranog biljnog materijala i etanola, pri $\text{pH} = 1$ i $\text{pH} = 2$ pokazuje roza obojenje. Boja blijedi u području $\text{pH} = 3-7$, postaje jedva vidljiva, svijetlo roza, dok pri $\text{pH} = 8-11$ dolazi do pojave svijetlo žutog obojenja. Kod $\text{pH} = 12$ vidljiva je promjena u plavo-zelenu boju, dok pri visokom pH , $\text{pH} = 13$ i $\text{pH} = 14$, indikator daje žutu boju. Žuta boja tamnijih je nijansi pri $\text{pH} = 13$ u odnosu na $\text{pH} = 14$ (Slika 28.). U istraživanju Paristiowati i sur. (2019) također je ispitan ekstrakt crvene ruže kao potencijalni kiselo-bazni indikator. Kao otapalo za pripremu indikatora korišten je etanol, a dobiveni rezultati su slični ovima.

U slučaju korištenja metanola, indikator pri različitim pH vrijednostima ukazuje na iste promjene boja kao i kod etanola, ali su one nešto tamnije tj. izraženije. U jako kiselom mediju, pri $\text{pH} = 1$ i $\text{pH} = 2$, boja indikatora je roza. U područjima $\text{pH} = 3-7$ boja postaje svjetlija, ali je i dalje prisutna roza u tragovima. Kod $\text{pH} = 8-11$ dolazi do pojave blago žuto obojenja, dok se pri $\text{pH} = 12$ javlja plavo-zeleno obojenje. Žuta boja primijećena je pri $\text{pH} = 13$ i $\text{pH} = 14$, samo što je pri $\text{pH} = 14$ svjetlijih nijansi nego u području $\text{pH} = 13$ (Slika 29.).

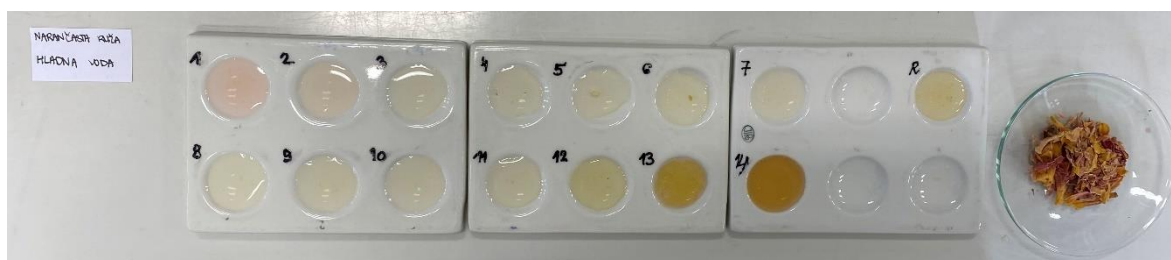
Indikator od suhих latica i acetona ukazuje na promjenu boje pri različitim pH vrijednostima, ali su te promjene slabije izražene u odnosu na ostala otapala. Pri $\text{pH} = 1-2$

javlja se jedva primjetna roza boja, dok kod $\text{pH} = 3$ dolazi do pojave žućkastog obojenja. Pojava smeđeg obojenja javlja se pri $\text{pH} = 4$, dok u područjima $\text{pH} = 5-7$ boje gotovo da ni nema. Kod $\text{pH} = 8-10$ vidljiva je prisutnost žuto-narančaste boje u tragovima, a kod $\text{pH} = 11$ javlja se plavkasto obojenje. Pri $\text{pH} = 12$ indikator daje zelenkastu boju, pri $\text{pH} = 13$ narančastu, dok je pri $\text{pH} = 14$ vidljiva promjena u žutu boju (Slika 30.).

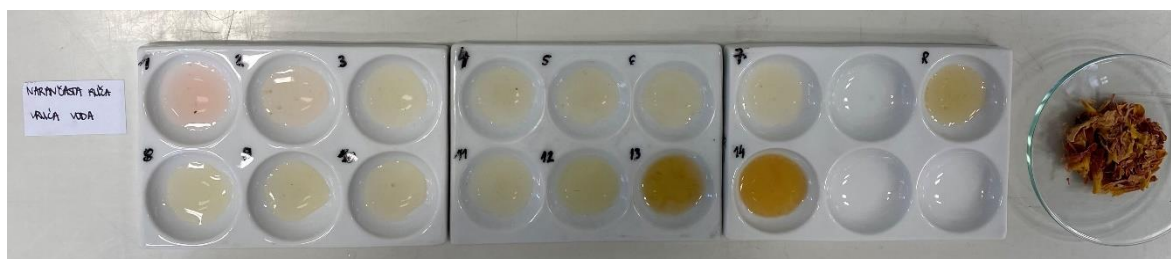
Na temelju dobivenih rezultata, suhe laticе crvene ruže s odabranim otapalima mogu se učinkovito koristiti kao prirodni kiselo-bazni indikatori. Metanol se pokazao kao najbolje otapalo s najvećim promjenama boja pri različitom pH , no i ostala otapala pokazala su se vrlo dobrima.

4.6. Narančasta ruža

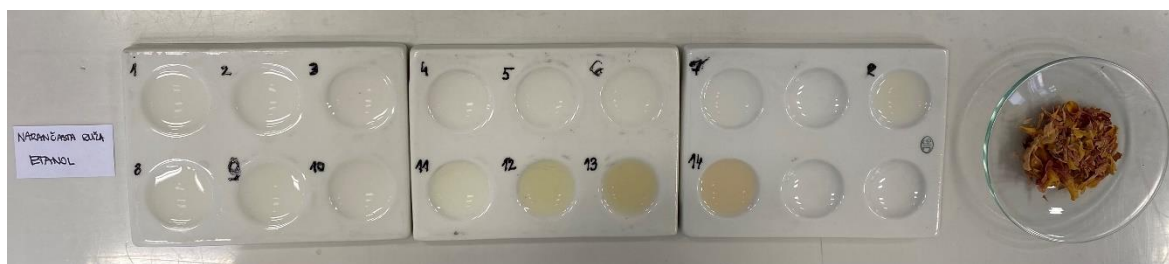
Rezultati istraživanja koji se odnose na ispitivanje mogućnosti primjene suhих laticа narančaste ruže i odabranih otapala kao kiselo-baznog indikatora prikazani su na Slikama 31.-35.



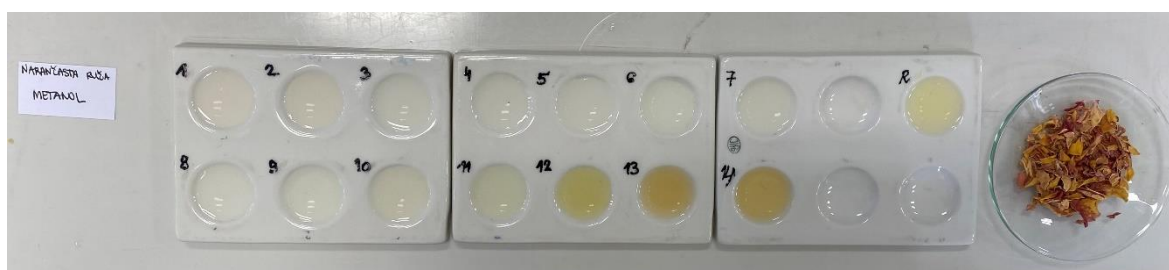
Slika 31. Suhe laticе narančaste ruže u hladnoj vodi.



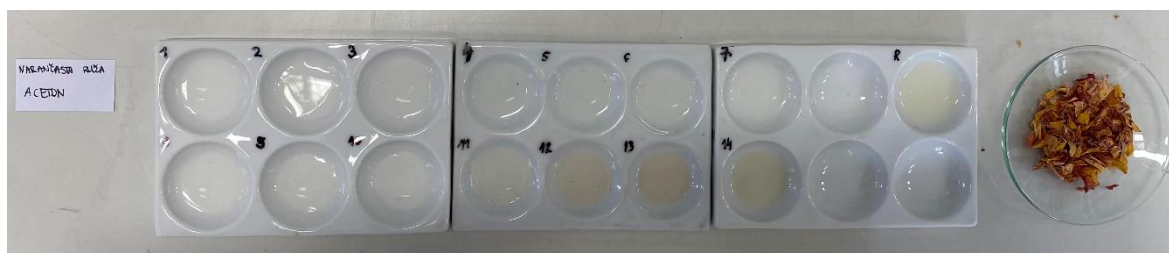
Slika 32. Suhe laticе narančaste ruže u vrućoj vodi.



Slika 33. Suhe latice narančaste ruže u etanolu.



Slika 34. Suhe latice narančaste ruže u metanolu.



Slika 35. Suhe latice narančaste ruže u acetonu.

Indikator pripremljen od suhih latica narančaste ruže i odabranih otapala pokazuje blage promjene boja pri različitim pH vrijednostima. U hladnoj vodi, pri pH = 1 dolazi do pojave svijetlo roza obojenja, dok pri pH = 2 boja svijetlo narančasta. Pri pH = 3-11 boja blijedi, postaje svijetlo žuta, dok pri pH = 12 postaje tamnija. Pri pH = 13 i pH = 14 javlja se izraženija promjena boje u intenzivnu žutu, koja je tamnija pri pH = 14 (Slika 31.).

U vrućoj vodi, pri pH = 1 javlja se svijetlo roza obojenje, dok pri pH = 2 boja postaje blaža i slabije vidljiva. Kod pH = 3-11 dolazi do promjene boje u svijetlo narančastu, a pri pH = 12 žuta postaje istaknutija. Tamnije nijanse žute vidljive su u pH = 13 i pH = 14 (Slika 32.).

Promjene boje indikatora pripremljenog od odabranog biljnog materijala i etanola pri različitim pH vrijednostima slabo su vidljive. U području pH = 1-10 boja nije zamjetna, dok je promjena boje u svijetlo žutu vidljiva pri pH = 11. Pri pH = 12 žuta boja je nešto više izraženija, dok pri pH = 13 i pH = 14 boja postaje blago narančasta (Slika 33.).

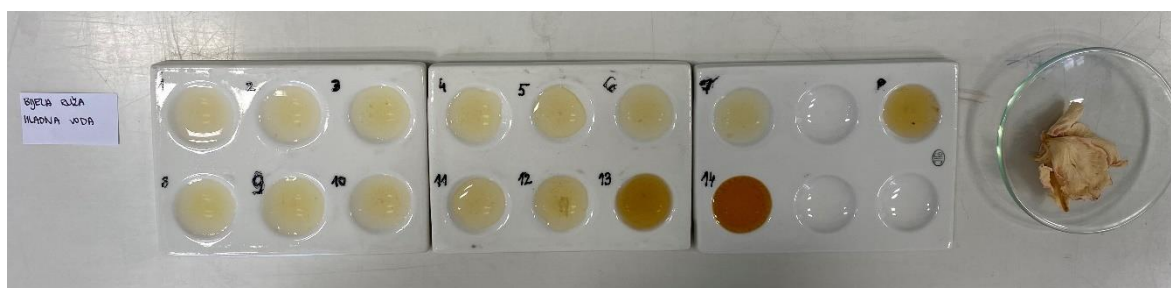
Indikator pripremljen s metanolom kao otapalom suhih latica narančaste ruže, pri niskom pH (pH = 1 i pH = 2) ukazuje na pojavu svijetlo narančastog obojenja. U pH = 3-10 dolazi do pojave svijetlo žute boje u tragovima, koja pri pH = 11 postaje vidljivija. Promjena u intenzivniju žutu vidljiva je pri pH = 12, dok pri pH = 13 i pH = 14 dolazi do promjene boje u narančastu (Slika 34.).

U područjima pH = 1-10 indikator pripremljen s acetonom gotovo je bezbojan. Pri pH = 11 vidljive su naznake žute boje, dok je pri pH = 12 boja narančasto-žuta. U slučaju pH = 13 dolazi do pojave blago narančastog obojenja, a kod pH = 14 do pojave svijetlo žutih tonova (Slika 35.).

Hladna voda se pokazala kao najbolje otapalo za pripremu indikatora sa suhim laticama narančaste ruže. Iz navedenih rezultata može se uočiti da su najizraženije promjene boja upravo kod hladne vode kao otapala, dok su kod acetona boje izrazito blijede. Kao u slučaju ostalih do sada opisanih rezultata, metanol i etanol daju slične rezultate acetonu, samo intenzivnije. Budući da se voda pokazala najboljom, moguće da bi se razrjeđivanjem ostalih otapala dobili bolji rezultati.

4.7. Bijela ruža

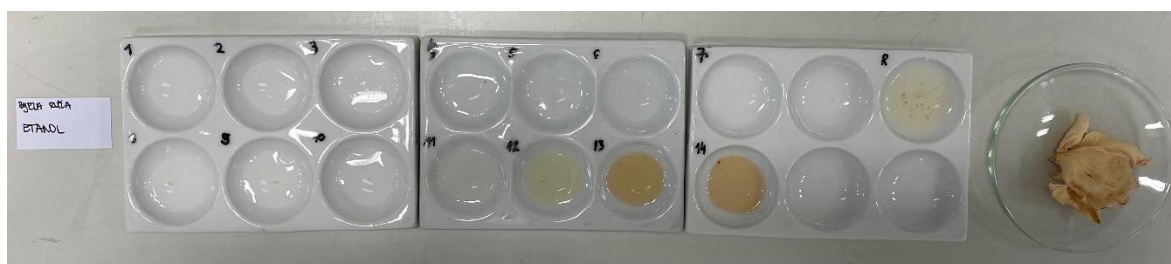
Rezultati istraživanja koji se odnose na ispitivanje mogućnosti primjene suhih latica bijele ruže i odabranih otapala kao kiselo-baznog indikatora prikazani su na Slikama 36.-40.



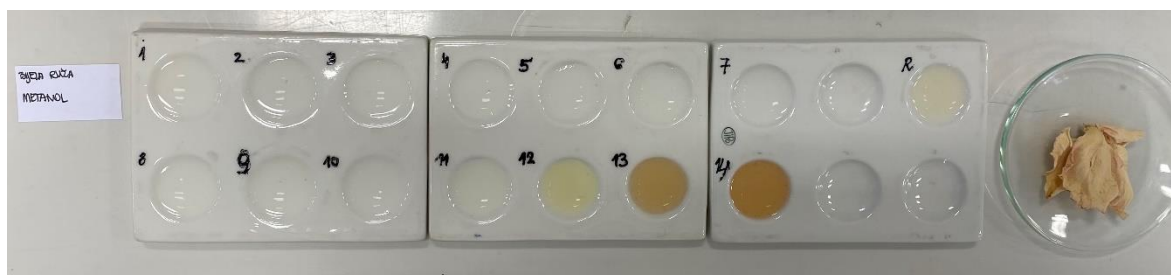
Slika 36. Suhe laticе bijele ruže u hladnoj vodi.



Slika 37. Suhe latice bijele ruže u vrućoj vodi.



Slika 38. Suhe latice bijele ruže u etanolu.



Slika 39. Suhe latice bijele ruže u metanolu.



Slika 40. Suhe latice bijele ruže u acetonu.

Suhe laticice bijele ruže kao potencijalni prirodni pH indikatori u kombinaciji s različitim otapalima pokazuju blage promjene boje pri određenim pH vrijednostima. U hladnoj vodi, pri pH = 1-12 indikator je svijetlo žuto-narančaste boje, dok do intenzivnije i tamnije boje, žuto-smeđe, dolazi pri pH = 13. U jakim bazama, pri pH = 14, dolazi do pojave tamno smeđeg obojenja (Slika 36.). U vrućoj vodi, promjene boja slične su promjenama u hladnoj vodi, ali su nešto svjetlijih nijansi. U području pH = 1-12 javlja se blago žuto-narančasto obojenje, a pri pH = 13 prelazi u intenzivnu žutu boju. Pri pH = 14 boja iz žućkasto-smeđe prelazi u intenzivno smeđu boju (Slika 37).

U slučaju etanola, indikator je pri pH = 1-10 gotovo bezbojan, dok je pri pH = 11 vidljiva naznaka svijetlo žute boje. Pri pH = 12 dolazi do promjene u svijetlo narančastu boju, pri pH = 13 boja postaje tamnije narančasta, dok je pri pH = 14 boja također narančasta, ali svjetlije nijanse u odnosu na pH = 13 (Slika 38.).

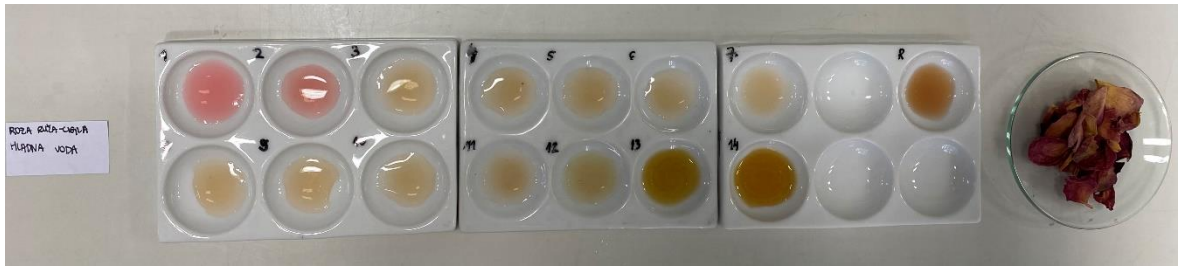
U metanolu, kao i u etanolu, indikator je pri pH = 1-10 bezbojan, a promjena boje u svijetlo žutu primijećena je pri pH = 11. Intenzivnija žuta javlja se pri pH = 12, pri pH = 13 i pH = 14 dolazi do pojave narančaste boje (Slika 39.).

U slučaju acetona, u području pH = 1-10 nema jasno vidljivih i izraženih promjena boja. Promjena boje u svijetlo žutu vidljiva je pri pH = 11, dok pri pH = 12 dolazi do promjene u svijetlo narančastu boju. Narančasta boja intenzivnija je i izraženija pri pH = 13, dok pri pH = 14 boja prelazi u narančasto-smeđu (Slika 40.).

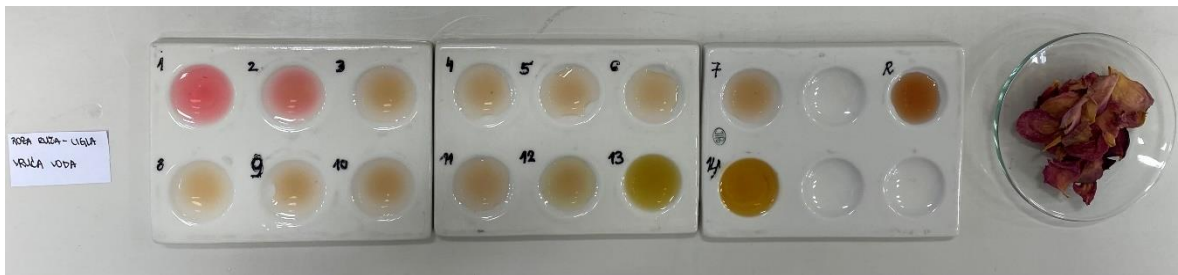
Kao najbolje otapalo pri pripremi prirodnog indikatora pomoću suhih latica bijele ruže pokazala se voda. Kod ostalih otapala (etanola, metanola i acetona) promjene boja pri različitim pH vrijednostima znatno su slabijeg intenziteta. I u ovom bi slučaju razrjeđivanje otapala moglo dati bolje rezultate.

4.8. Roza-cigla ruža

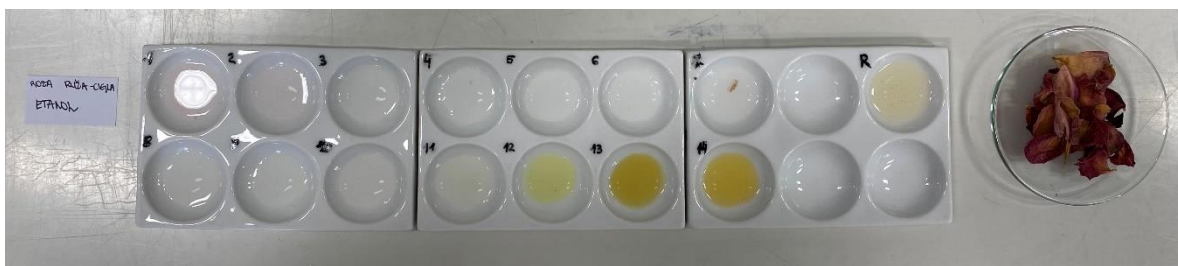
Rezultati istraživanja koji se odnose na ispitivanje mogućnosti primjene suhih latica roza-cigla ruže i odabranih otapala kao kiselo-baznog indikatora prikazani su na Slikama 41.-45.



Slika 41. Suhe latice roza-cigla ruže u hladnoj vodi.



Slika 42. Suhe latice roza-cigla ruže u vrućoj vodi.



Slika 43. Suhe latice roza-cigla ruže u etanolu.



Slika 44. Suhe latice roza-cigla ruže u metanolu.



Slika 45. Suhe latice roza-cigla ruže u acetonu.

Indikator pripremljen od suhih latica roza-cigla ruže i hladne vode pri $\text{pH} = 1-2$ pokazuje promjenu boje u roza-crvenu koja je u području $\text{pH} = 1$ tamnija nego u $\text{pH} = 2$. Boja blijedi i postaje narančasto-smeđa pri $\text{pH} = 3-11$. Kod $\text{pH} = 12$ dolazi do pojave tamnijeg obojenja u odnosu na prethodne otopine. Pri $\text{pH} = 13$ javlja se promjena u smeđe-žutu boju, a intenzivno smeđa boja vidljiva je pri $\text{pH} = 14$ (Slika 41.). Indikator pripremljen s vrućom vodom, pri niskom pH poprima ružičastu boju. U području $\text{pH} = 3-11$ zamijećena je promjena boje u svijetlo smeđu, dok je pri $\text{pH} = 12$ boja svijetlo žuto-smeđa. Pri $\text{pH} = 13$ boja postaje naglašenija i tamnija, žuto-smeđa, dok je pri $\text{pH} = 14$ izrazito smeđa (Slika 42.).

Indikator pripremljen s etanolom, pri $\text{pH} = 1$ i $\text{pH} = 2$ jedva je vidljive svijetlo roza boje, dok je u području $\text{pH} = 3-10$ otopina bezbojna. Naznake žute boje mogu se uočiti već pri $\text{pH} = 11$, a pri $\text{pH} = 12$ žuta boja dolazi do većeg izražaja. Pri $\text{pH} = 13$ i $\text{pH} = 14$ dolazi do pojave intenzivne žute boje koja je pri $\text{pH} = 14$ nešto svjetlija u odnosu na $\text{pH} = 13$ (Slika 43.).

U slučaju metanola, pri $\text{pH} = 1$ i $\text{pH} = 2$, biljni indikator daje svijetlo roza obojenje. Zatim, u području $\text{pH} = 3-11$ boja blijedi te dolazi do pojave blago žuto-narančaste boje koja postaje izraženija pri $\text{pH} = 12$. Do promjene u tamno žutu boju dolazi pri $\text{pH} = 13$, dok je pri $\text{pH} = 14$ boja nešto slabija (Slika 44.).

Promjene boja indikatora pripremljenog od suhih latica roza-cigla ruže i acetona slabo su vidljive. Pri $\text{pH} = 1$ javlja se jako slabo, svijetlo roza obojenje, dok je u području $\text{pH} = 2-10$ otopina bezbojna. Pri $\text{pH} = 11$ vidljiva je žuta boja u tragovima, dok pri $\text{pH} = 12$ ona postaje naglašenija. Promjena u narančastu boju uočena je pri $\text{pH} = 13$ i $\text{pH} = 14$, čiji je intenzitet malo jači pri $\text{pH} = 13$ u odnosu na $\text{pH} = 14$ (Slika 45.).

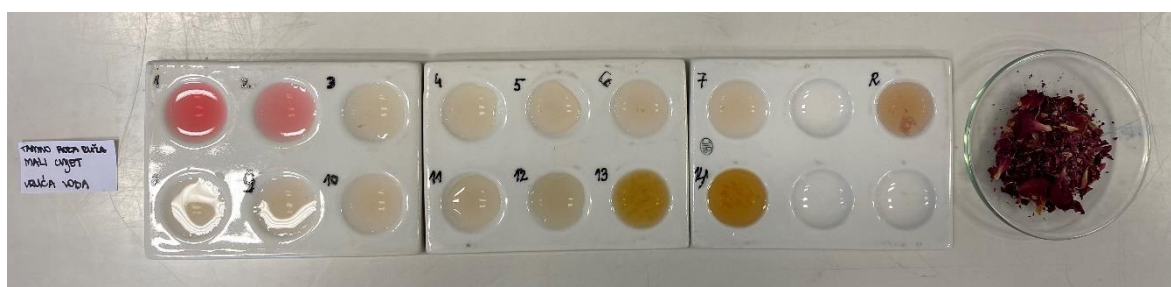
Na temelju dobivenih rezultata, voda i metanol su se pokazali kao dobra otapala u pripremi prirodnog indikatora od suhih latica roza-cigla ruže. Kod otapala kao što su etanol i aceton, promjene u boji pri različitim pH vrijednostima vrlo su blage i slabog intenziteta.

4.9. Tamno roza ruža – mali cvijet

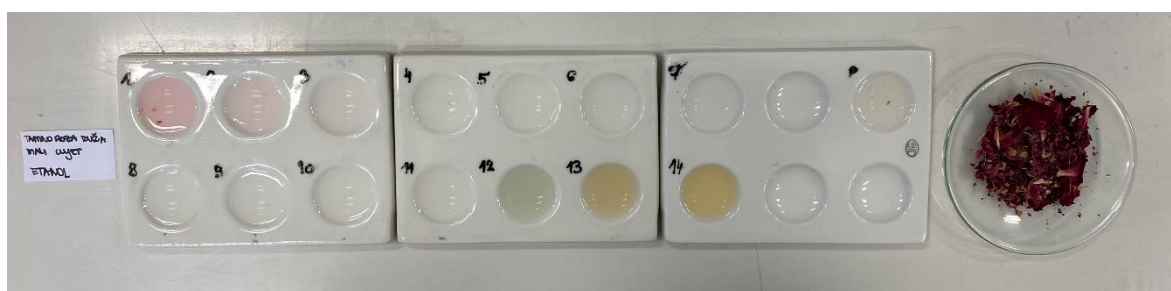
Rezultati istraživanja koji se odnose na ispitivanje mogućnosti primjene suhih latica tamno roza ruže malog cvijeta i odabranih otapala kao kiselo-baznog indikatora prikazani su na Slikama 46.-50.



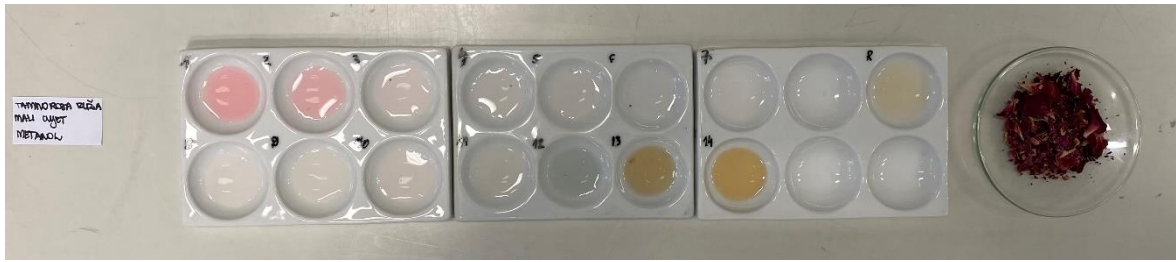
Slika 46. Suhe laticice tamno roza ruže malog cvijeta u hladnoj vodi.



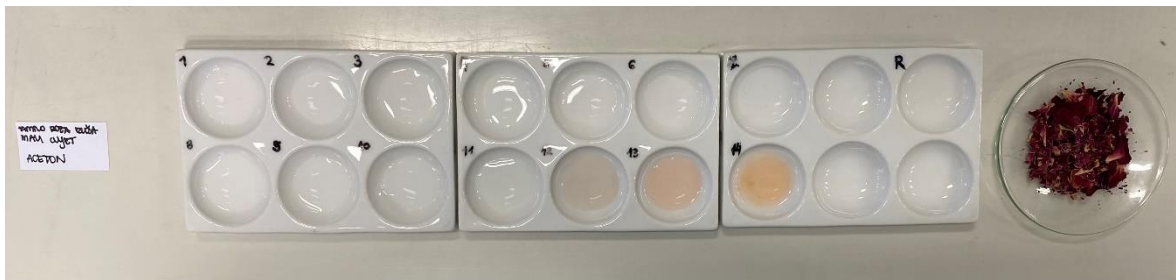
Slika 47. Suhe laticice tamno roza ruže malog cvijeta u vrućoj vodi.



Slika 48. Suhe laticice tamno roza ruže malog cvijeta u etanolu.



Slika 49. Suhe latice tamno roza ruže malog cvijeta u metanolu.



Slika 50. Suhe latice tamno roza ruže malog cvijeta u acetonu.

Biljni indikator pripremljen od sušenih latica tamno roza ruže malog cvijeta i hladne vode, u pH području = 1-2 pokazuje bijedo roza obojenje, a pri pH = 3-11 javlja se svijetlo narančasta boja. Do pojave tamnije nijanse narančaste boje dolazi pri pH = 12, dok već pri pH = 13 dolazi do promjene boje u intenzivnu, tamnu narančastu. Kod pH = 14 vidljiva je promjena u smeđu boju (Slika 46.).

U slučaju vruće vode, zamijećene su iste boje kao i kod indikatora pripremljenog s hladnom vodom, samo što su izraženije. Pri niskom pH, pH = 1 i pH = 2, dolazi do ružičastog obojenja koje je pri pH = 1 intenzivnije u odnosu na pH = 2. U području pH = 3-11 može se primijetiti svijetlo narančasto obojenje, dok u pH = 12 ono postaje tamnije. Pri pH = 13 boja je tamno narančasta, dok je pri pH = 14 narančasto-smeđa (Slika 47.).

Indikator pripremljen s etanolom ne pokazuje velike promjene boja pri različitim pH vrijednostima. Pri pH = 1-3 boja je izrazito svijetlo roza, dok se u području pH = 4-11 boja potpuno gubi. Do pojave zeleno-plavog obojenja dolazi pri pH = 12, dok se pri pH = 13-14 javlja promjena u narančastu boju. Narančasta boja je tamnija pri pH = 13 (Slika 48.).

U metanolu pri niskom pH (kao i slučaju etanola) javlja se roza obojenje. Boja u području pH = 4-11 blijedi, postaje jedva vidljiva, svijetlo narančasta u tragovima, dok pri

pH = 12 dolazi do promjene u zeleno-plavu boju. U jakim bazama, pri pH = 13 i pH = 14, indikator pripremljen s metanolom poprima narančastu boju (Slika 49).

U slučaju acetona, ne dolazi do promjena boje sve do pH = 12. Pri pH = 12 javlja se svijetlo narančasto obojenje. Veće promjene vidljive su pri pH = 13 i pH = 14 gdje dolazi do pojave narančaste boje, tamnije nego pri pH = 12 (Slika 50.).

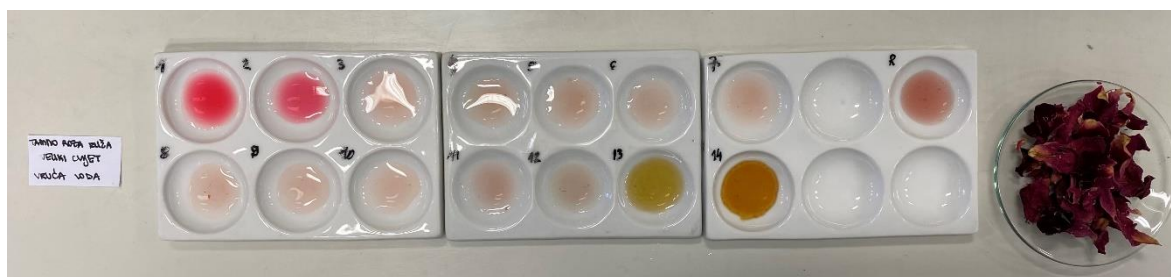
Metanol se pokazao kao najbolje otapalo pri pripremi indikatora sa suhim laticama tamno roza ruže. Pri različitim pH vrijednostima indikator daje jasnu boju, dok je boja kod acetona kao otapala jedva vidljiva i izrazito svijetla.

4.10. Tamno roza ruža – veliki cvijet

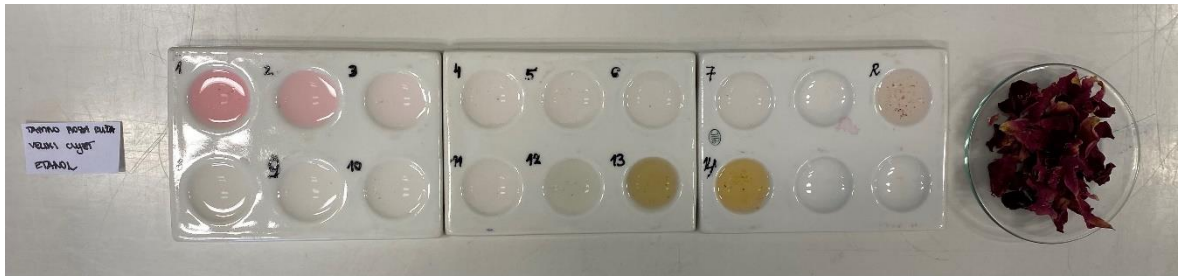
Rezultati istraživanja koji se odnose na ispitivanje mogućnosti primjene suhih latica tamno roza ruže velikog cvijeta i odabranih otapala kao kiselo-baznog indikatora prikazani su na Slikama 51.-55.



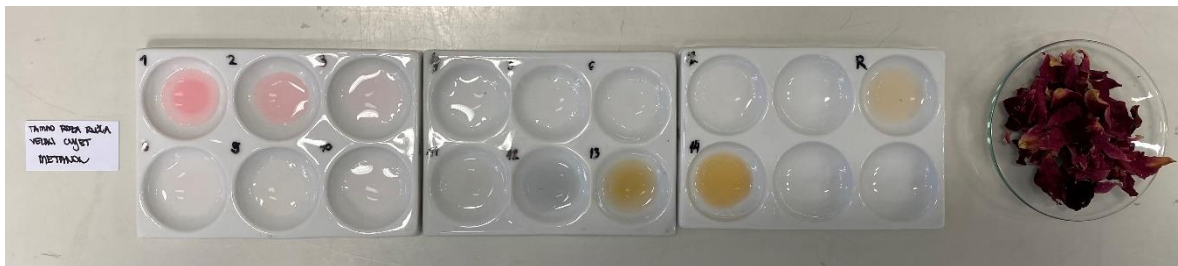
Slika 51. Suhe latice tamno roza ruže velikog cvijeta u hladnoj vodi.



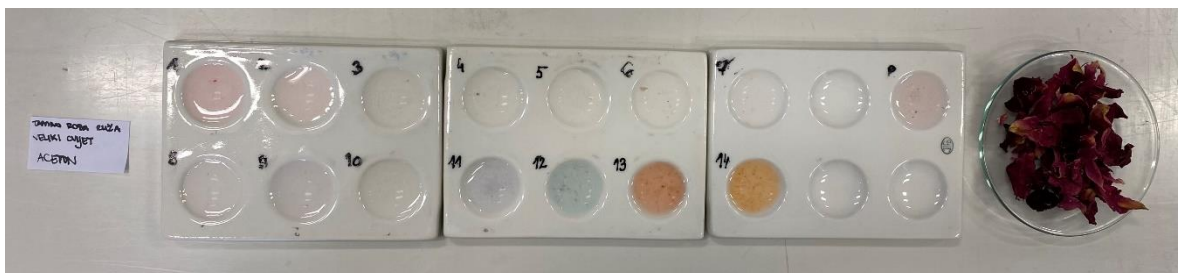
Slika 52. Suhe latice tamno roza ruže velikog cvijeta u vrućoj vodi.



Slika 53. Suhe latice tamno roza ruže velikog cvijeta u etanolu.



Slika 54. Suhe latice tamno roza ruže velikog cvijeta u metanolu.



Slika 55. Suhe latice tamno roza ruže velikog cvijeta u acetonu.

Indikator pripremljen od suhih latica tamno roza ruže velikog cvijeta i hladne vode, pri $\text{pH} = 1$ i $\text{pH} = 2$ pokazuju promjenu boje u ružičastu. Boja se gubi pri $\text{pH} = 3-11$, postaje roza-narančasta, dok pri $\text{pH} = 12$ dolazi do pojave svijetlo plave boje. Pri $\text{pH} = 13$ javlja se intenzivna boja, žuto-narančasta, dok je pri $\text{pH} = 14$ zamijećeno narančasto-smeđe obojenje (Slika 51.). U vrućoj vodi, pri niskim pH vrijednostima ($\text{pH} = 1$ i $\text{pH} = 2$), također dolazi do pojave ružičaste boje, a u području $\text{pH} = 3-11$ boja postaje svjetlija. Kod $\text{pH} = 12$ javlja se promjena u svijetlo plavu boju, pri $\text{pH} = 13$ vidljiva je promjena u žutu, dok su suhe latice u vrućoj vodi pri $\text{pH} = 14$ narančaste boje (Slika 52.).

U području jako kiselog medija (pH = 1-3), biljni indikator s etanolom pokazuje svijetlo roza obojenje koje je najistaknutije pri pH = 1. U rasponu pH = 4-11 nije uočena promjena boje, a promjena u plavo-zelenu boju vidljiva je tek pri pH = 12. Pri pH = 13 javlja se tamno žuto, a pri pH = 14 narančasto obojenje (Slika 53.).

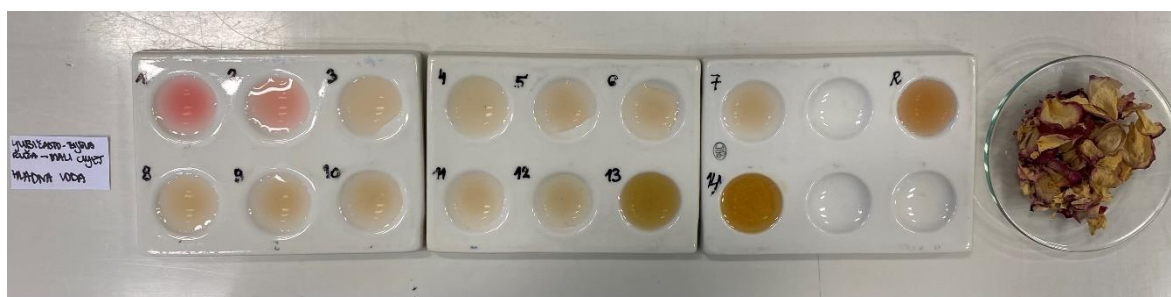
U slučaju metanola, u području pH = 1 i pH = 2 dolazi do pojave svijetlo roza obojenja, pri pH = 3 također prisutno roza obojenje, ali vrlo slabo. Pri pH = 4-11 boja otopine je bezbojna, dok je pri pH = 12 uočena promjena u plavu boju. Žuto-narančasto obojenje vidljivo je pri pH = 13, a narančasto pri pH = 14 (Slika 54.).

Indikator pripremljen od suhih latica i acetona pokazuje slične promjene boja. Tako se pri pH = 1 i pH = 2 javlja se svijetlo roza boja, dok se pri pH = 3-10 boja gubi. Kod pH = 11 uočeno je svijetlo plavo obojenje, a kod pH = 12 zeleno-plavo. Tamno narančasta boja koja pomalo vuče na crvenu vidljiva je pri pH = 13, dok je pri pH = 14 boja također narančasta, ali nešto svjetlije nijanse u odnosu na pH = 13 (Slika 55.).

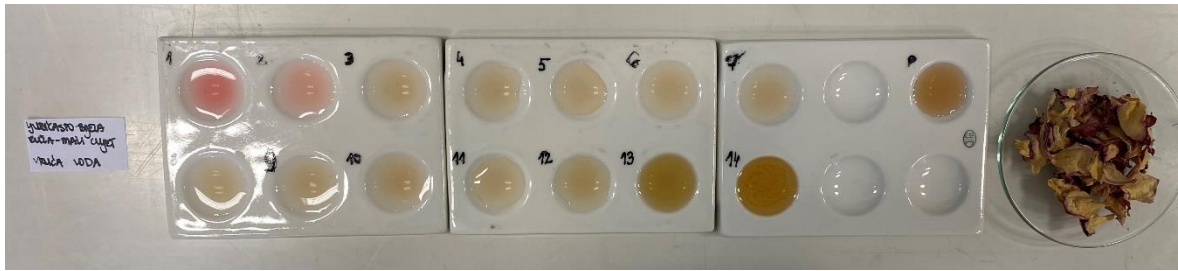
Rezultati istraživanja pokazali su da se suhe latice tamno roza ruže velikog cvijeta, učinkovito mogu koristiti kao prirodni indikatori u kombinaciji s odabranim otapalima. Indikator pripremljen s acetonom daje najdojmljivije promjene boja pri različitim pH vrijednostima i samim time se pokazao kao najbolje otapalo za pripremu indikatora od suhih latica tamno roza ruže velikog cvijeta.

4.11. Ljubičasto-bijela ruža – mali cvijet

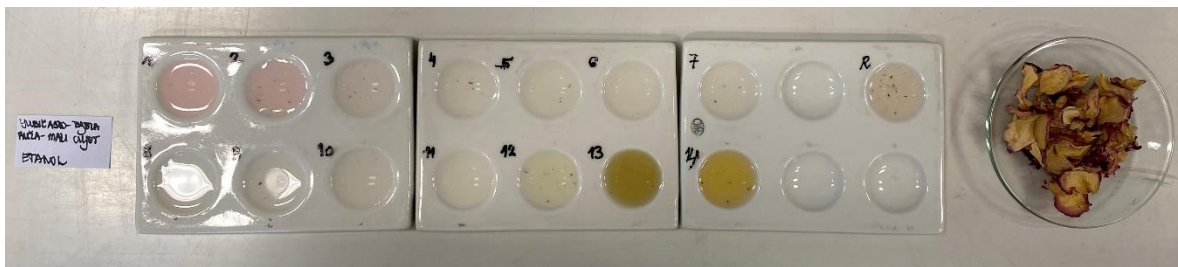
Rezultati istraživanja koji se odnose na ispitivanje mogućnosti primjene suhih latica ljubičasto-bijele ruže malog cvijeta i odabranih otapala kao kiselo-baznog indikatora prikazani su na slikama 56.-60.



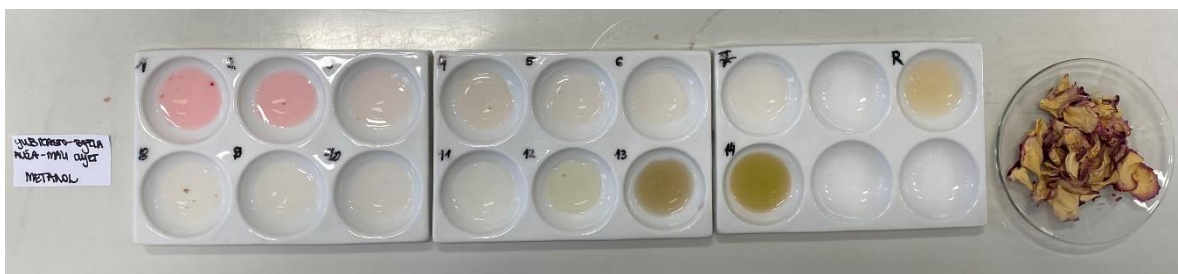
Slika 56. Suhe latice ljubičasto-bijele ruže malog cvijeta u hladnoj vodi.



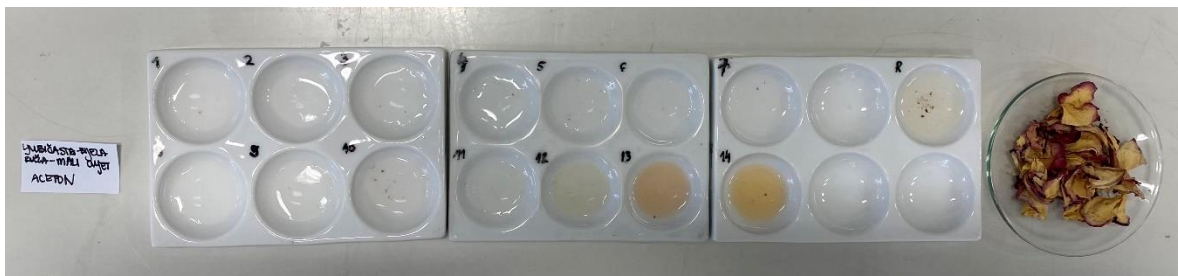
Slika 57. Suhe latice ljubičasto-bijele ruže malog cvijeta u vrućoj vodi.



Slika 58. Suhe latice ljubičasto-bijele ruže malog cvijeta u etanolu.



Slika 59. Suhe latice ljubičasto-bijele ruže malog cvijeta u metanolu.



Slika 60. Suhe latice ljubičasto-bijele ruže malog cvijeta u acetonu.

Indikator pripremljen od ljubičasto-bijele ruže malog cvijeta u kombinaciji s hladnom vodom, pri pH = 1 pokazuje roza obojenje, dok pri pH = 2 dolazi do pojave crvenkasto-roza obojenja. U rasponu pH = 3-12 boja blijedi i postaje smeđe-narančasta sve do pH = 13 gdje je vidljiva promjena u žuto-smeđu boju. Pri pH = 14 indikator daje intenzivno narančasto-smeđu boju (Slika 56.). U vrućoj vodi, u području pH = 1 i pH = 2 dolazi do svijetlo roza obojenja koje je naglašenije pri pH = 1 u odnosu na pH = 2. Promjena u svijetlo narančasto-smeđu boju vidljiva je u rasponu pH = 3-12, dok je pri pH = 13-14 vidljiva promjena u intenzivnije boje. Pri pH = 13 dolazi do pojave žuto smeđe boje, a pri pH = 14 do pojave narančasto-smeđe boje (Slika 57.).

Sušene latice i etanol, u jako kiselom mediju (pH = 1-3) daju jedva vidljivo, svijetlo roza obojenja, dok kod pH = 4-10 boja blijedi i postaje svijetlo narančasta u tragovima. Pri pH = 11 vidljive su naznake svijetlo žutog obojenja koje je izraženije pri pH = 12. Promjena boje u žuto-zelenu zamijećena je pri pH = 13, dok pri pH = 14 dolazi do narančasto-žutog obojenja (Slika 58.).

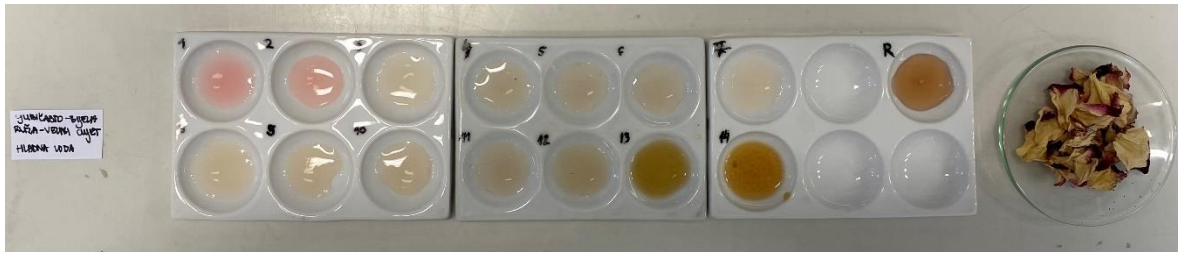
Indikator pripremljen s metanolom, pri pH = 1 i pH = 2 daje svijetlo roza boju, tamnije nijanse u odnosu na suhe latice u etanolu. Boja se gubi, postaje blaža, blago roza pri pH = 3-10, dok pri pH = 11 dolazi do pojave svijetlo žute boje. Promjena u naglašeniju žutu vidljiva je pri pH = 12, pri pH = 13 javlja se smeđe-žuto obojenje, dok je pri pH = 14 zabilježena promjena u žuto-zelenu boju (Slika 59.).

U slučaju acetona, nije uočena nikakva boja sve do pH = 11, gdje su vidljive naznake žute boje. Pri pH = 12 javlja se malo tamnije žuto obojenje, dok pri pH = 13-14 dolazi do promjene u narančastu boju. Narančasta boja u jako bazičnom mediju tamnija je pri pH = 13 u odnosu na pH = 14 (Slika 60.).

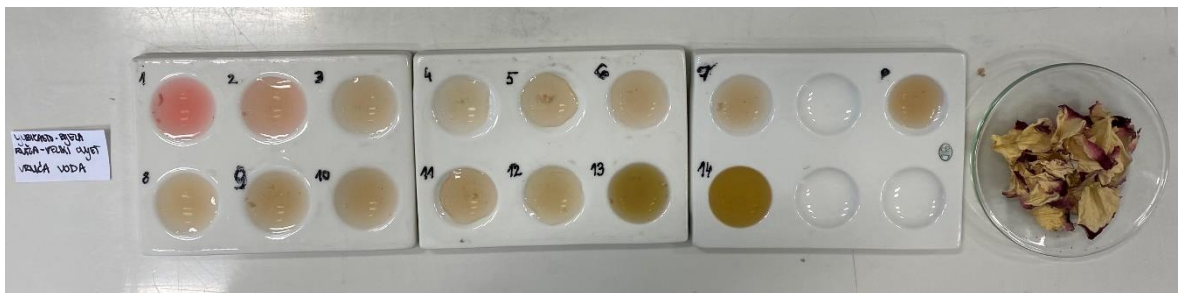
Najjasnije promjene u boji pri različitom pH daje indikator pripremljen s vodom kao otapalom odabranog biljnog materijala. Kod pojedinih otapala, kao što je aceton, boje su izrazito blijede. Međutim, metanol i etanol dali su dobro izražene promjene boje u jako kiselom i u jako bazičnom mediju.

4.12. Ljubičasto-bijela ruža – veliki cvijet

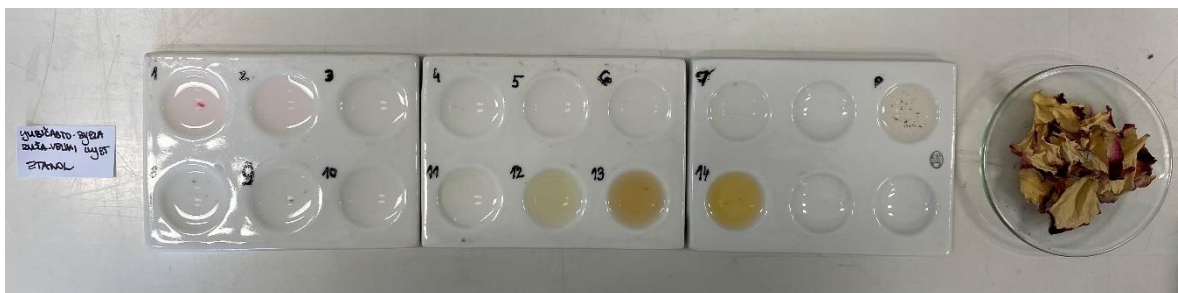
Rezultati istraživanja koji se odnose na ispitivanje mogućnosti primjene suhih latica ljubičasto-bijele ruže velikog cvijeta i odabranih otapala kao kiselobaznog indikatora prikazani su na Slikama 61.-65.



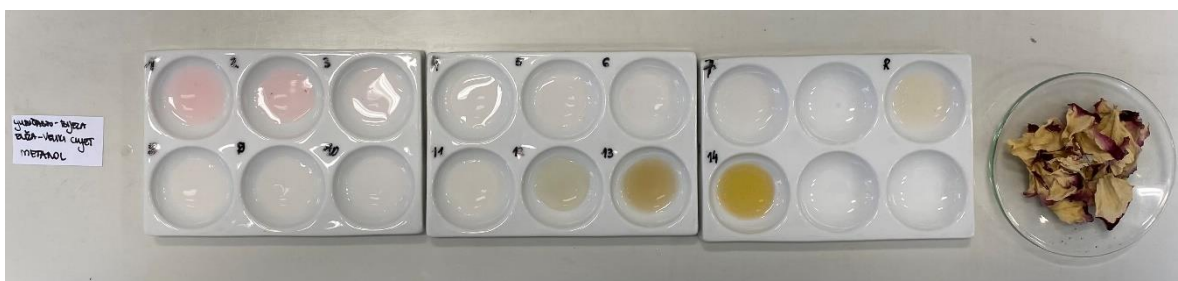
Slika 61. Suhe latice ljubičasto-bijele ruže velikog cvijeta u hladnoj vodi.



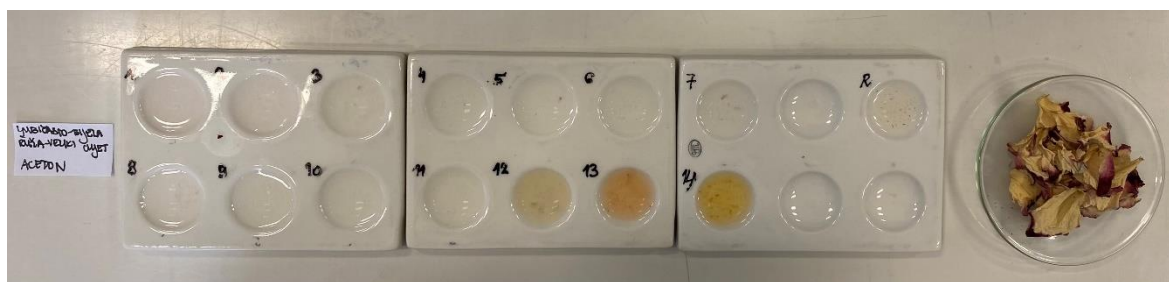
Slika 62. Suhe latice ljubičasto-bijele ruže velikog cvijeta u vrućoj vodi.



Slika 63. Suhe latice ljubičasto-bijele ruže velikog cvijeta u etanolu.



Slika 64. Suhe latice ljubičasto-bijele ruže velikog cvijeta u metanolu.



Slika 65. Suhe latice ljubičasto-bijele ruže velikog cvijeta u acetonu.

Indikator pripremljen s hladnom vodom, pri pH = 1 i pH = 2 svijetlo roza-crvenog je obojenja, dok u rasponu pH = 3-11 boja blijedi te postaje blago smeđe-narančasta. Nadalje, pri pH = 12 boja je također narančasto-smeđa, ali nešto tamnije nijanse. Do veće promjene dolazi u jako bazičnom mediju, pri pH = 13 vidljivo je žuto-smeđe obojenje, a pri pH = 14 boja je narančasto-smeđa (Slika 61.). U vrućoj vodi, promjene boje indikatora su uočljivije. Pri pH = 1 i pH = 2 boja je roza-crvena, ali tamnija u odnosu na indikator pripremljen s hladnom vodom. U području pH = 3-11 prevladava smeđe-narančasto obojenje, dok je pri pH = 12 smeđa boja više izraženija. Pri pH = 13 dolazi do promjene u zeleno-smeđu boju, a pri pH = 14 boja postaje intenzivno narančasto-smeđa (Slika 62.).

Sušene latice u etanolu pri niskom pH pokazuju svijetlo roza obojenje, pri pH = 3-10 boja gotovo nestaje. Naznake svijetlo žute boje vidljive su pri pH = 11, a tamnije nijanse mogu se primijetiti pri pH = 12. U području visokih pH vrijednosti (pH = 13 i pH = 14) dolazi do promjene u narančastu boju. Pri pH = 13 boja je isključivo narančasta, dok je pri pH = 14 indikator narančasto-žute boje (Slika 63.).

U slučaju metanola, pri pH = 1-3 javlja se svijetlo roza obojenje. Boja blijedi te indikator u rasponu pH = 4-10 u potpunosti gubi boju. Pri pH = 11 dolazi do pojave žućkastog obojenja, dok je pri pH = 12 žuta u kombinaciji sa zelenom. Kod otopina pH = 13 i pH = 14 promjene boja su intenzivnije. Pri pH = 13 uočeno je žuto smeđe obojenje, a pri pH = 14 narančasto-žuto (Slika 64.).

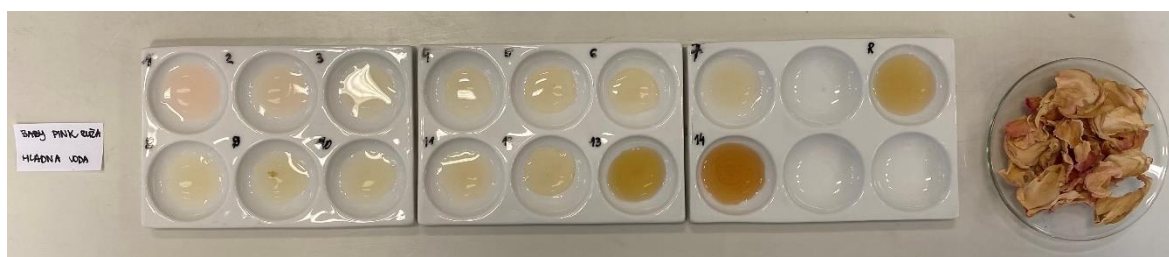
Indikator pripremljen s acetonom sve do pH = 12 je bezbojan. Pri pH = 12 dolazi do promjene u svijetlo narančastu boju koja je naglašenija pri pH = 13, dok je pri pH = 14 boja žuto-smeđa (Slika 65.).

Voda se pokazala kao najbolje otapalo u pripremi prirodnog kiselo-baznog indikatora sa suhim laticama ljubičasto-bijele ruže velikog cvijeta. Pri različitim pH vrijednostima indikator pripremljen s vodom daje intenzivne boje, dok indikator pripremljen s acetonom

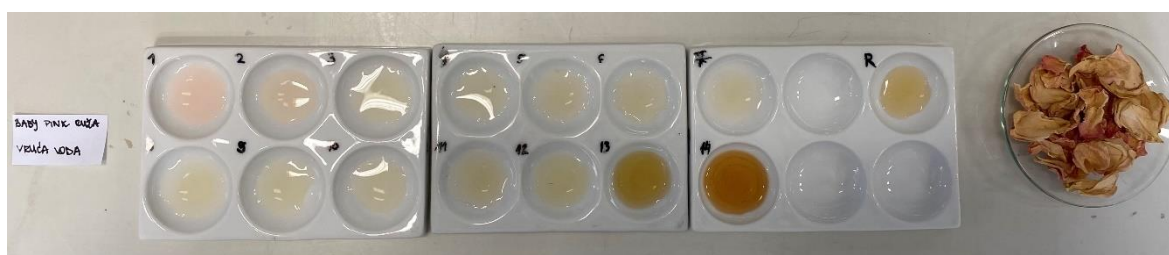
daje izrazito slabe boje. Ipak, metanol i etanol također su se pokazali kao dobra otapala, s jasnom izraženom bojom u jako kiselom i u jako bazičnom mediju.

4.13. *Baby pink* ruža

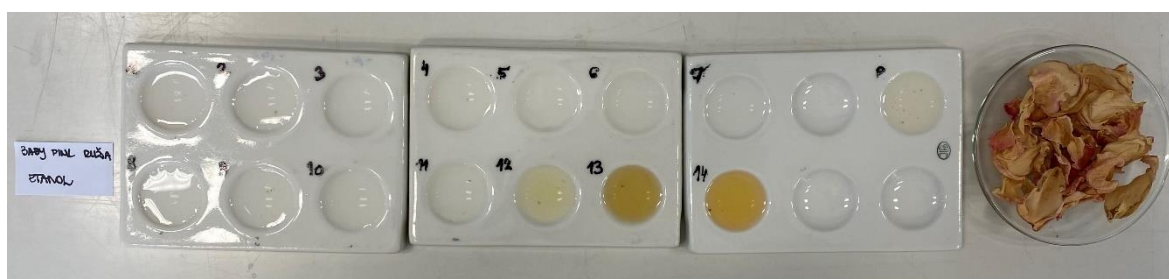
Rezultati istraživanja koji se odnose na ispitivanje mogućnosti primjene suhih latica *baby pink* ruže i odabranih otapala kao kiselo-baznog indikatora prikazani su na Slikama 66.-70.



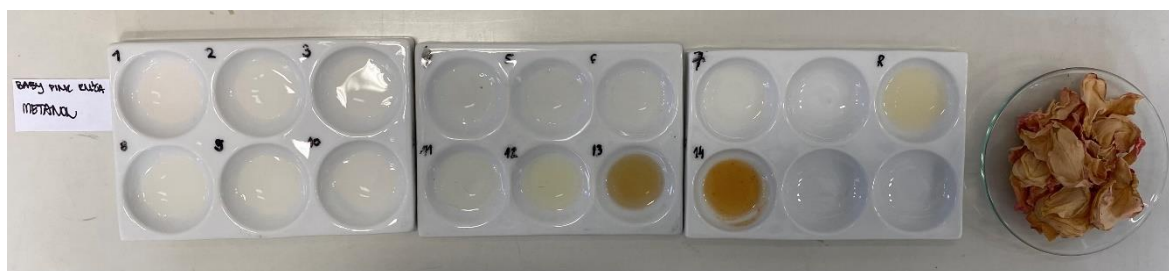
Slika 66. Suhe latice *baby pink* ruže u hladnoj vodi.



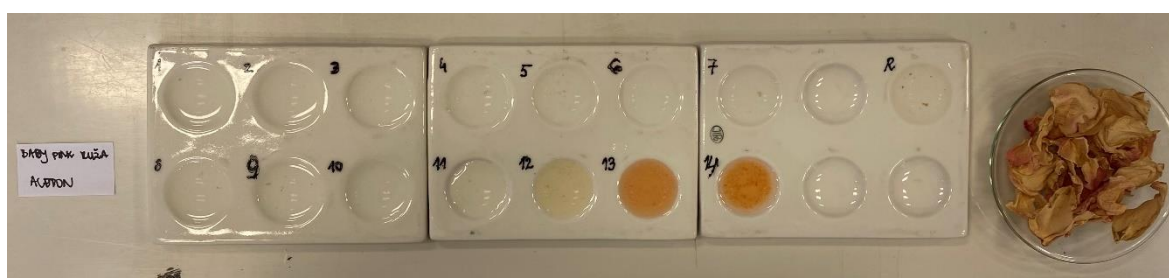
Slika 67. Suhe latice *baby pink* ruže u vrućoj vodi.



Slika 68. Suhe latice *baby pink* ruže u etanolu.



Slika 69. Suhe latice *baby pink* ruže u metanolu.



Slika 70. Suhe latice *baby pink* ruže u acetonu.

Indikator pripremljen od osušenih latica *baby pink* ruže i hladne vode pri pH = 1-2 daje blago roza-narančasto obojenje. Porastom pH vrijednosti boja blijedi te pri pH = 3-11 boja postaje narančasto-žuta. Veća promjena boje vidljiva je pri pH = 12 gdje dolazi do pojave intenzivno žuto-narančastog obojenja, dok se pri pH = 14 javlja intenzivno narančasto-smeđe obojenje (Slika 66.). U vrućoj vodi promjene boje indikatora gotovo su iste kao i u hladnoj vodi. Pri niskom pH (pH = 1 i pH = 2) vidljiva je blago roza-narančasta boja, a pri pH = 3-12 narančasto-žuta. Kod pH = 13 uočena je promjena boje u intenzivno žuto-narančastu, dok je pri pH = 14 boja narančasto-smeđa (Slika 67.).

Indikator pripremljen s etanolom, u području pH = 1-11 ne daje jasnu promjenu boje, već otopine ostaju bezbojne. Pojava žute boje zamijećena je pri pH = 12, pri pH = 13 javlja se narančasto-žuto obojenje, a pri pH = 14 dolazi do promjene u intenzivno narančastu boju (Slika 68.).

U slučaju metanola, promjene boja pri različitim pH vrijednostima slične su promjenama uočanima u slučaju etanola, samo su nešto tamnije. Pri pH = 1-11 boje gotovo da ni nema, u tragovima je prisutna žuta boja. Pri pH = 12 žuta boja dolazi do većeg izražaja u odnosu na niže pH vrijednosti. Žuto-smeđe obojenje javlja se pri pH = 13, dok je pri pH = 14 vidljivo intenzivno narančasto obojenje (Slika 69.).

Promjena boje indikatora pripremljenog s acetonom nije zamjetna sve do $\text{pH} = 11$ gdje dolazi do pojave blago žutog obojenja. Žuto-narančasta boja vidljiva je pri $\text{pH} = 12$, pri $\text{pH} = 13$ dolazi do promjene boje u intenzivno narančastu, a pri $\text{pH} = 14$ u žuto-narančastu, tamniju i izraženiju u odnosu na $\text{pH} = 12$ (Slika 70.).

Na temelju dobivenih rezultata istraživanja, suhe latice *baby pink* ruže mogu se učinkovito koristiti za pripremu prirodnog indikatora. Voda se pokazala kao najbolje otapalo u pripremi indikatora dajući najintenzivnije boje. Ostala otapala pokazala su se također dobrima, no promjene boje pri različitim pH vrijednostima nisu bile toliko naglašene kao kod indikatora pripremljenog s vodom.

5. ZAKLJUČAK

U ovome radu ispitna je primjena suhих latica cvjetova roda *Rosa* kao prirodnog kiselobaznog indikatora. Istraživanje je provedeno na 13 vrsta ruža različitih boja i oblika cvijeta, a indikatori su pripremljeni upotrebom 4 otapala – voda, etanol, metanol, aceton. Na jednostavan način pripremljeni su prirodni indikatori, čija je mogućnost primijene ispitana nakon 24 sata stajanja na sobnoj temperaturi. Rezultati istraživanja ukazuju na određeni potencijal primjene ovako pripremljenih prirodnih indikatora.

Gotovo sve vrste ispitivanih ruža pokazale su se kao dobar kiselobazni indikator, za što su ponajviše zaslužni antocijanini. Kod tamnijih ruža, kao što su ljubičasta i roza ruža, najveće promjene boja uočene su u jako bazičnom mediju, $\text{pH} = 13$ i $\text{pH} = 14$, iz čega možemo zaključiti da se radi o dobrim indikatorima bazičnog medija. Do vidljive promjene dolazi i u jako kiselom mediju ($\text{pH} = 1-2$), pa u slučaju roza ruže možemo reći da može poslužiti kao indikator i za jako kiseli medij. Slično, kod ljubičasto-bijele i roza-bijele ruže najizraženije promjene uočljive su u jako kiselom i/ili jako bazičnom mediju što ovisi o korištenom otapalu. Stoga ove vrste ruža u kombinaciji s određenim otapalima mogu biti dobri indikatori bazičnog i/ili kiselog medija.

Određene vrste kao što su narančasta i bijela ruža, iako su pokazale promjene u boji pri različitim pH vrijednostima, one nisu toliko intenzivne i naglašene kao kod ostalih ruža, a razlog tomu vjerojatno je tip pigmenta u laticama ovih ruža i njihova koncentracija. Bolji rezultati bi se mogli dobiti pri većoj koncentraciji indikatora ili nakon duže ekstrakcije. Na rezultate utječe i odabir otapala te bi se miješanjem vode i otapala mogli dobiti drugačiji (bolji) rezultati. Osim toga, upotreba druge metode ekstrakcije mogla bi dati bolje rezultate.

Osim boje cvijeta ruže, veliku ulogu u učinkovitosti indikatora imaju i otapala. Indikatori pripremljeni s acetonom dali su vizualno najmanje dojmive rezultate, ali ima i iznimaka (tamno roza ruža velikog cvijeta). Općenito su indikatori pripremljeni s vodom, etanolom i metanolom dali vizualno dojmivije rezultate.

Rezultati rada ukazuju na mogućnost korištenja sveg ispitanog biljnog materijala kao alternativnog kiselobaznog indikatora. Ovdje korišten biljni materijal lako je dostupan, niske cijene, široko rasprostranjen, a ovako pripremljeni indikatori mogu se pripremiti u malim količinama i nisu štetni za okoliš i zdravlje što je velika prednost u odnosu na sintetske indikatore.

6. LITERATURNI VRELA

- [1] J. Rogin, *Ruža kraljica cijeća*, Stvarnost, Zagreb, 1989.
- [2] Y. Wang, Y. Zhao, X. Liu, J. Li, J. Zhang, D. Liu, *Chin. Herb. Med.* **14** (2022), 187-209.
- [3] <https://www.toppr.com/guides/science/acids-bases-and-salts/natural-indicators-around-us/> (19. 7. 2022.)
- [4] <https://www.thoughtco.com/home-and-garden-ph-indicators-601971> (19. 7. 2022.)
- [5] D. P. de Vries, L. A. M. Dubois, *Acta Hort.* **424** (1996), 241-248.
- [6] A. Ivančič, *Hibridizacija pomembnejših rastlinskih vrst.*, Agronomski fakultet, Maribor, 2002.
- [7] Z. Šindrak, T. Jemrić, K. Grđan, L. Baričević, *Divlje ruže – Važnost, uporaba i uzgoj*, Hrvatska sveučilišna naklada, Zagreb, 2013.
- [8] K. A. Beckett, *The Concise Encyclopedia of Garden Plants*, Harpercollins, London, 1984.
- [9] P. Beales, *Botanica's Roses: The Encyclopedia of Roses*, Konemann, 2005.
- [10] N. Tomljenović, T. Jemrić, S. Šimon, M. Žulj Mihaljević, F. Gaši, I. Pejić, *J. Cent. Eur. Agric.* **20** (2019), 609-625.
- [11] D. G. Hessayon, *Ruže*, Mozaik knjiga, Zagreb, 1999.
- [12] <https://www.plantea.com.hr/divlja-ruza/> (19. 7. 2022.)
- [13] N. Paradžiković, *Osnove cvjećarstva*, Interna skripta, Poljoprivredni fakultet, Osijek, 2012.
- [14] <https://www.plantea.com.hr/ruza/> (19. 7. 2022.)
- [15] <https://britishlocalfood.com/rose/> (19. 7. 2022.)
- [16] S. Bargrizan, R. J. Smernik, L. M. Mosley, *Eur. J. Soil Sci.* **70** (2019), 411-420.
- [17] D. King, D. R. Kester, *Mar. Chem.* **26** (1989), 5-20.
- [18] S. K. Parks, J. Chiche, J. Pouysségur, *Nat. Rev. Cancer* **13** (2013), 611-623.
- [19] <https://sciencing.com/common-acid-base-indicators-8375206.html> (19. 7. 2022.)
- [20] <https://sciencing.com/function-litmus-paper-5072700.html> (19. 7. 2022.)
- [21] <https://www.sigmaaldrich.com/HR/en/substance/methylorange32733547580> (19. 7. 2022.)
- [22] <https://www.chemguide.co.uk/physical/acidbaseeqia/indicators.html> (19. 7. 2022.)
- [23] D. Dabić, D. Petrin, *Kem. ind.* **69** (2020), 183-194.
- [24] <https://hr.thpanorama.com/articles/qumica/fenolftalena-c20h14o4-estructura-qumica-propiedades.html> (19. 7. 2022.)

- [25] <https://www.britannica.com/science/phenolphthalein> (19. 7. 2022.)
- [26] <https://study.com/academy/lesson/bromothymol-blue-definition-uses-formula.html> (19. 7. 2022.)
- [27] https://www.wikiwand.com/sh/Bromotimol_plavo (19.7.2022.)
- [28] https://globallab.org/en/project/cover/rastitelnye_indikatoriy.en.html#.Yw35NXZBy3A (19. 7. 2022.)
- [29] https://www.profil-klett.hr/system/files/repozitorij/pdf/biljke_kao_kiselo_bazni_indikatoriy.pdf (19. 7. 2022.)
- [30] <https://silo.tips/download/rose-anthocyanins-as-acid-base-indicators#modals> (26. 8. 2022.)
- [31] M. Paristiowati, M. Moersilah, M. M. Stephanie, Z. Zulmanelis, R. Idroes, R. A. Puspita, *J. Phy. Conf. Ser.* **1402** (2019), 055041.
- [32] S. I. R. Okoduwa, L. O. Mbora, M. E. Adu, A. A. Adeyi, *Biochem. Res. Int.* **2015** (2015), 381721.