

Istraživanje aminokiselina u nekim vrstama roda *Alyssum* (Brassicaceae) tankoslojnom kromatografijom

Maleš, Željani; Plazibat, Miško; Ujević Ivić, Anita

Source / Izvornik: **Farmaceutski glasnik, 2002, 58, 389 - 401**

Journal article, Published version

Rad u časopisu, Objavljena verzija rada (izdavačev PDF)

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:163:500051>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-26**



Repository / Repozitorij:

[Repository of Faculty of Pharmacy and Biochemistry University of Zagreb](#)



Istraživanje aminokiselina u nekim vrstama roda *Alyssum* (*Brassicaceae*) tankoslojnom kromatografijom

ŽELJAN MALEŠ¹, MIŠKO PLAZIBAT² i ANITA UJEVIĆ IVIĆ³

¹Zavod za farmaceutsku botaniku Farmaceutsko-biokemijskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, ²Botanički zavod Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb i ³»Pliva d.d.«, Zagreb

Thin-layer chromatographic analysis of amino acids in some species of the genus *Alyssum* (*Brassicaceae*)

S u m m a r y – *Alyssum* L. is well-defined, taxonomically difficult genus of at least 200 species primarily centered in SW Asia, with a rich representation in the Balkan peninsula and in the Caucasus and adjacent parts of the Middle East. *A. alyssoides* (L.) L. a widespread weed species of western, central and southern Europe, Russia, North Africa and Afghanistan eastward to India grows in ruderal and disturbed habitats, dry hillsides, in meadows, and along roadsides. *A. murale* Waldst. et Kit. a native of Europe and the Levant grows on dry calcareous and serpentine rocky slopes. This variable species is often cultivated as an ornamental garden plant. *A. simplex* Rudolphi is common species of Europe, NW Africa and SW Asia. It grows in waste land, cultivated fields and pastures, river valleys, forestry plantations, dry south-facing limestone slopes, disturbed and ruderal situations. *A. alyssoides* and *A. simplex* are distributed almost throughout Croatia while *A. murale* is frequent in the Mediterranean region.

Thin-layer chromatographic analysis of amino acids of the leaves, flowers and fruits of *A. alyssoides*, *A. murale* and *A. simplex* showed the presence of 11 amino acids: leucine, phenylalanine, valine, tryptophan, tyrosine, proline, alanine, threonine, serine, lysine and histidine. Comparing the intensity of coloration of separated amino acids a hypothesis is that the quantities are different among the species, with the most amount in *A. murale*. In addition, the chromatographic analysis indicated the differences in quantities among leaves, flowers and fruits within the same species.

(¹Department of Pharmaceutical Botany, Faculty of Pharmacy and Biochemistry, University of Zagreb, 10000 Zagreb, Croatia, ²Department of Botany, Faculty of Science, University of Zagreb, 10000 Zagreb, Croatia and ³»Pliva d.d.«, 10000 Zagreb, Croatia)

UVOD

Alyssum L. – gromotulja, biljni je rod iz porodice *Brassicaceae*, reda *Brassicales*, razreda *Magnoliatae* (1). U uporabi je i drugo validno ime porodice – *Cruciferae* u skladu s kojim je i hrvatski naziv krstašice. To je velika skupina biljaka s više od 3200 vrsta, koje su najčešće u umjerenim područjima sjeverne hemisfere, posebno u zemljama oko Sredozemnog mora, a u ma-

njem broju i u drugim dijelovima svijeta te su kozmopolitskog rasprostranjenja (2). Krstašicama pripadaju mnoge, za prehranu ljudi i životinja, značajne biljke te brojne korovne i ukrasne vrste (3–6).

Rod *Alyssum* je lako prepoznatljiv i dobro definiran iako s brojnim taksonskim problemima u vezi s velikim brojem polimorfnih vrsta koje su široko rasprostranjene i rastu u veoma različitim ekološkim uvjetima.

U ovom radu istraživane su sljedeće vrste: čaškasta (*A. alyssoides* (L.) L.), zidna (*A. murale* Waldst. et Kit.) i poljska gromotulja (*A. simplex* Rudolphi).

Čaškasta gromotulja – *Alyssum alyssoides* (L.) L. (= *Adyseton calycinum* (L.) Scop., *Alyssum calycinum* L., *A. conglobatum* Fil. et Jav., *A. ruderale* Jord., *Clypeola alyssoides* L., *C. campestris* L., *Psilonema calycinum* (L.) Meyer) jednogodišnja je zeljasta biljka sivopustenastog izgleda (Slika 1.). Stabljike su do 35 cm visoke, uspravne ili uzdignute, a nose na sebi više, najčešće gusto raspoređenih listova i više cvjetova, koji su skupljeni u jednostavni, terminalni, na početku zbijeni, a kasnije produženi grozd. Listovi stabljike su obrasli zvjezdastim dlakama, što ih čini prhutavim. Mogu biti obrnuto jajastog do lancetastog oblika, s tim da su donji listovi veći od gornjih. Cvjetovi su blijedožute boje. Lapovi su 2 do 2,5 mm dugi i ne otpadaju nakon cvatnje, pa su prisutni i u plodnom stanju. Latice su 3 do 4 mm duge i zaobljene na vrhu. U početku su blijedožute, a kasnije bijele boje. Plodni grozd je produžen. Na plodnim stapkama nalaze se komuščice okruglog oblika, koje su na vrhu izrubljene, zvjezdasto dlakave i nose po dvije sjemenke u svakom preincu (7–10).



Slika 1. *Alyssum alyssoides* (L.) L. – Čaškasta gromotulja

Čaškasta gromotulja rasprostranjena je u velikom dijelu Europe (Austrija, Češka, Slovačka, Njemačka, Poljska, Rusija), a posebno dobro u južnoj i jugoistočnoj Europi (Rumunjska, Bugarska, Grčka, Albanija, Makedonija, Srbija, Crna Gora, Bosna i Hercegovina, Hrvatska, Italija, Francuska, Španjolska, Portugal), dok na području sjeverne Europe raste dosta rijetko. Rasprostranjena je i u Sjevernoj Africi, a na istok se njezin areal proteže do Indije. Za čaškastu gromotulju karakterističan je rast na suhim, toplim, sunčanim i pjeskovitim mjestima nizinskog pojasa primorskih i kontinentalnih krajeva (7, 9, 11).

Zidna gromotulja – *Alyssum murale* Waldst. et Kit. (= *A. argenteum* auct. balcan.) busenasta je biljka, sivopustenastog izgleda. Stabljike su do 70 cm visoke, uspravne, u donjem dijelu odrvenjele s malobrojn timer, produženim sterilnim izdancima, a u gornjem dijelu metličasto razgranjene. Nose na sebi više izmjeničnih listova i više cvjetova skupljenih u grozdove, koji zajedno tvore gronjasti cvat (Slika 2.). Listovi stabljike su duguljasti, obrnuto jajoliki, odozgo zeleni, s rijetkim zvjezdastim dlakama, a odozdo sivopustenasti, gusto obrasli zvjezdastim dlakama. Cvjetovi su maleni, jasno žute boje. Lapovi su oko 2 mm dugi, zvjezdasto dlakavi i široko lancetasti. Latice su oko 3 mm duge, na vrhu zaobljene, a u donjem dijelu naglo sužene u klinac. Plodni cvat je pravilno metličasto-gronjast. Plodovi su komušice okruglastog oblika, na obje strane široko ušiljene ili na vrhu tupe, rijetko zvjezdasto dlakave. U svakom pretincu nalazi se po jedna okrugla, tamnosmeđa, okriljena sjemenka (7, 9, 10).



Slika 2. *Alyssum murale* Waldst. et Kit. – Zidna gromotulja

Zidna gromotulja rasprostranjena je uglavnom na područjima jugoistočne Europe (Hrvatska, Bosna i Hercegovina, Srbija, Crna Gora, Albanija, Makedonija, Grčka, Bugarska, Rumunjska) i Levanta. Za zidnu gromotulju karakterističan je rast u pukotinama stijena, po kamenjarskim pašnjacima, na karbonatnoj i silikatnoj podlozi, u okviru različitih biljnih zajednica (7, 9, 11).

Poljska gromotulja – *Alyssum simplex* Rudolphi (= *A. campestre* L. p.p., *A. colinum* Brot., *A. minus* (L.) Rothm., *A. micranthum* C.A. Mey., *A. micropetalum* DC., *A. nanum* Pomel., *A. parviflorum* M. Bieb.) rahlo je busenasta do zbijeno busenasta, sivozelena biljka (Slika 3.). Stabljike su do 40 cm visoke, uzdignute, s više gusto raspoređenih listova i s nerazgranjenim, terminalnim, u početku zbijenim, a kasnije produženim grozdom. Listovi stabljike su lopatasti ili lancetasti do široko eliptični, sivozelene boje i obrasli zvjezdastim dlakama, što im daje rutav izgled. Cvjetovi su maleni, jasno žute boje. Lapovi su 1,5 do 2,5 mm dugi i ubrzo otpadaju nakon cvatnje. Latice su 2,5 do 3,5 mm duge, na vrhu zaobljene ili izrubljene. Privjesci kraćih prašnika dosežu do polovine filamenata. Plodni grozd je produžen, a plodne stapke strše prema gore i nose komuščice, koje su okruglaste, gusto obrasle višekrakim zvjezdastim dlakama. U svakom pretincu nalaze se po dvije sjemenke široko okriljenog ruba (7–10).

Poljska gromotulja rasprostranjena je uglavnom na području južne i jugoistočne Europe (Rumunjska, Bugarska, Grčka, Albanija, Srbija, Crna Gora, Makedonija, Bosna i Hercegovina, Hrvatska, Italija, Francuska i Španjolska) te Sjeverne Afrike i jugozapadne Azije. Za ovu vrstu karakterističan je rast na suhim, toplim i sunčanim mjestima nizinskog pojasa primorskih i kontinentalnih krajeva, u okviru različitih oblika vegetacije (7, 9, 11).



Slika 3. *Alyssum simplex* Rudolphi – Poljska gromotulja

U dostupnoj literaturi malo je podataka o istraživanjima kemijskog sastava biljnih vrsta koje pripadaju rodu *Alyssum* L. (12, 13). Stoga je cilj rada bila kvalitativna analiza aminokiselina u listovima, cvjetovima i plodovima čaškaste, zidne i poljske gromotulje.

EKSPERIMENTALNI DIO

Biljni materijal

Kao materijal za istraživanje uporabljeni su listovi, cvjetovi i plodovi čaškaste (*A. alyssoides*), zidne (*A. murale*) i poljske gromotulje (*A. simplex*). Nalazište i datumi skupljanja biljnog materijala prikazani su u tablici 1.

Tablica 1.
Biljni materijal, nalazište i datum skupljanja

Biljna vrsta	Oznaka uzorka	Vrsta uzorka	Nalazište	Datum skupljanja
<i>Alyssum alyssoides</i>	1.a	list	Velebit	04.05.1994.
	1.b	cvijet	Velebit	04.05.1994.
	1.c	plod	Tijarica	20.07.1994.
<i>Alyssum murale</i>	2.a	list	Mosor	07.07.1990.
	2.b	cvijet	Mosor	07.07.1990.
	2.c	plod	Stobreč	03.08.1990.
<i>Alyssum simplex</i>	3.a	list	Seline	12.03.1994.
	3.b	cvijet	Seline	09.04.1994.
	3.c	plod	Seline	17.08.1994.

1. Identifikacija biljnog materijala

Biljni materijal identificiran je u Botaničkom zavodu Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu i potvrđen je ispitivanjem vanjske i unutarnje građe skupljenih uzoraka.

2. Istraživanje prisutnosti aminokiselina tankoslojnom kromatografijom

Istraživanju su podvrgnuti ekstrakti listova, cvjetova i plodova čaškaste, zidne i poljske gromotulje. Ekstrakti su pripremljeni tako da je 1 g praškasto usitnjenog biljnog materijala ekstrahirano s 10 ml vode 1 sat na vodenoj kupelji uz povratno hladilo. Bistri filtrat, nakon hlađenja, služio je kao otopina za kromatografsko ispitivanje. Kao poredbene supstancije uporabljene su 0,00001 %-tne vodene otopine leucina (Leu), fenilalanina (Phe), valina (Val), triptofana (Trp), tirozina (Tyr) prolina (Pro), alanina (Ala), treonina (Thr), serina (Ser), lizina (Lys) i histidina (Hys) (14).

Istraživanje prisutnosti aminokiselina provedeno je na dvjema nepokretnim fazama, i to na tankom sloju celuloze i 5%-tnog ionskog izmjenjivača Dowex 2-X8 (»Schleicher-Schüll«, Njemačka, Art. Nr. G 1440/A5), te na tankom sloju celuloze F (»Merck«, Njemačka, Art. Nr. 15036).

Kao pokretne faze primijenjene su dvije smjese otapala: n-butanol-ace-ton-ledena octena kiselina-voda (35:35:10:20 V/V/V/V) i n-butanol-ledena octena kiselina-voda (50:10:40 V/V/V/) (14).

Detekcija odijeljenih aminokiselina provedena je nakon prskanja kromatograma ninhidrin reagensom i grijanja 5–10 minuta na 100 °C (15, 16).

REZULTATI I RASPRAVA

Vodeni ekstrakti listova, cvjetova i plodova čaškaste, zidne i poljske gromotulje ispitani su na prisutnost aminokiselina tankoslojnom kromatografijom (*Slike 4.–11.*), a dobivene aminokiseline i pripadajuće im R_F vrijednosti dane su u tablicama 2. i 3.

Odjeljivanjem pokretnom fazom n-butanol-aceton-ledena octena kiselina-voda (35:35:10:20 V/V/V/V) na nepokretnoj fazi celuloze s ionskim izmjenjivačem Dowexom u ispitivanim ekstraktima listova cvjetova i plodova čaškaste, zidne i poljske gromotulje uočeno je 11 mrlja (*Slike 4.–6.*). Usporedbom R_F vrijednosti ljubičastih mrlja 1, 3, 7, 8 i 9 s poredbenim supstancijama utvrđeno je da odgovaraju leucinu (Leu), valinu (Val), alaninu (Ala), treoninu (Thr) i serinu (Ser). Plavoljubičasta mrlja 2 identificirana je kao fenilalanin (Phe), a sivoljubičaste mrlje 4 i 5 prema R_F vrijednostima odgovaraju triptofanu (Trp) i tirozinu (Tyr). Žuta mrlja 6 bojom i svojom R_F vrijednosti odgovara prolinu (Pro), a za ružičastoljubičastu mrlju 10 i smeđeljubičastu mrlju 11 utvrđeno je da pripadaju lizinu (Lys) i histidinu (His) (Tablica 2.).

Usporedbom intenziteta obojenja odijeljenih aminokiselina iz ekstrakata čaškaste, zidne i poljske gromotulje može se pretpostaviti da je količina aminokiselina među biljnim vrstama različita. Mrlje dobivene tankoslojnom kromatografijom ekstrakata zidne gromotulje intenzivnijeg su obojenja u odnosu na mrlje dobivene iz ekstrakata čaškaste i poljske gromotulje.

Analizom dobivenih mrlja unutar pojedine biljne vrste uočene su razlike u intenzitetu obojenja između ekstrakata listova, cvjetova i plodova. Tako su kod čaškaste gromotulje najintenzivnije obojene mrlje dobivene iz ekstrakta listova (1.a), slabijeg intenziteta su mrlje ekstrakta cvjetova (1.b), a najslabijeg su intenziteta mrlje ekstrakta plodova (1.c). Intenzitet mrlja kod zidne gromotulje opada u nizu: ekstrakt listova (2.a) > ekstrakt plodova (2.c) > ekstrakt cvjetova (2.b). Kod poljske gromotulje intenzitet opada redom: ekstrakt plodova (3.c) > ekstrakt cvjetova (3.b) > ekstrakt listova (3.a).

Slična kromatografska slika dobivena je i u drugoj pokretnoj fazi n-butanol-ledena octena kiselina-voda (50:10:40 V/V/V) (*Slike 7.–9.*). R_F vrijednosti dobivene u ovoj pokretnoj fazi nešto su više od prethodnih, ali je dobiveno lošije odjeljivanje (Tablica 2.).

Nepokretna faza celuloza F dala je gotovo identičnu sliku kao prethodno navedena nepokretna faza (celuloza s Dowexom), za obje pokretne faze, uz vrlo dobro odjeljivanje i nešto niže R_F vrijednosti od prethodno navedenih (*Slike 10. i 11.*) (Tablica 3.).

Tablica 2.
R_F vrijednosti odijeljenih aminokiselina na tankom sloju celuloze F i Dowexa

Nepokretna faza: celuloza + Dowex 2-X8			Pokretna faza	
Broj	Aminokiselina	kratica	I	II
1	Leucin	(Leu)	0,66	0,68
2	Fenilalanin	(Phe)	0,58	0,60
3	Valin	(Val)	0,49	0,50
4	Triptofan	(Trp)	0,43	0,46
5	Tirozin	(Tyr)	0,37	0,39
6	Prolin	(Pro)	0,31	0,32
7	Alanin	(Ala)	0,24	0,25
8	Treonin	(Thr)	0,22	0,24
9	Serin	(Ser)	0,16	0,18
10	Lizin	(Lys)	0,10	0,14
11	Histidin	(His)	0,08	0,12

I: n-butanol-aceton-ledena octena kiselina-voda
(35:35:10:20 V/V/V/V)

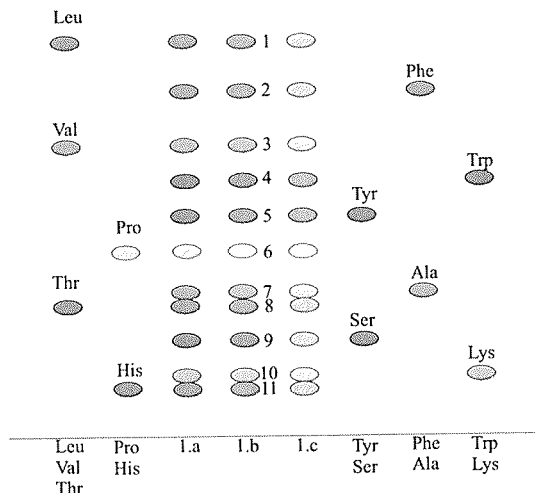
II: n-butanol-ledena octena kiselina-voda (50:10:40 V/V/V)

Tablica 3.
R_F vrijednosti odijeljenih aminokiselina na tankom sloju celuloze F

Nepokretna faza: celuloza F			Pokretna faza	
Broj	Aminokiselina	kratica	I	II
1	Leucin	(Leu)	0,60	0,63
2	Fenilalanin	(Phe)	0,54	0,56
3	Valin	(Val)	0,44	0,45
4	Triptofan	(Trp)	0,41	0,42
5	Tirozin	(Tyr)	0,34	0,38
6	Prolin	(Pro)	0,27	0,30
7	Alanin	(Ala)	0,23	0,24
8	Treonin	(Thr)	0,20	0,21
9	Serin	(Ser)	0,15	0,17
10	Lizin	(Lys)	0,10	0,13
11	Histidin	(His)	0,07	0,11

I: n-butanol-aceton-ledena octena kiselina-voda
(35:35:10:20 V/V/V/V)

II: n-butanol-ledena octena kiselina-voda (50:10:40 V/V/V)



Slika 4. Kromatogram aminokiselina listova, cvjetova i plodova čaškaste gromotulje

Nepokretna faza: celuloza + 5% Dowex 2-X8

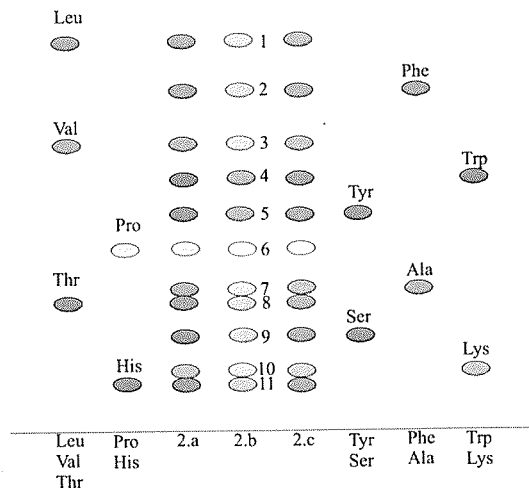
Pokretna faza: *n*-butanol-aceton-ledena octena kiselina-voda
(35:35:10:20 V/V/V/V)

Detekcija: Ninhidrin reagens

1.a = vodeni ekstrakt listova čaškaste gromotulje

1.b = vodeni ekstrakt cvjetova čaškaste gromotulje

1.c = vodeni ekstrakt plodova čaškaste gromotulje



Slika 5. Kromatogram aminokiselina listova, cvjetova i plodova zidne gromotulje

Nepokretna faza: celuloza + 5% Dowex 2-X8

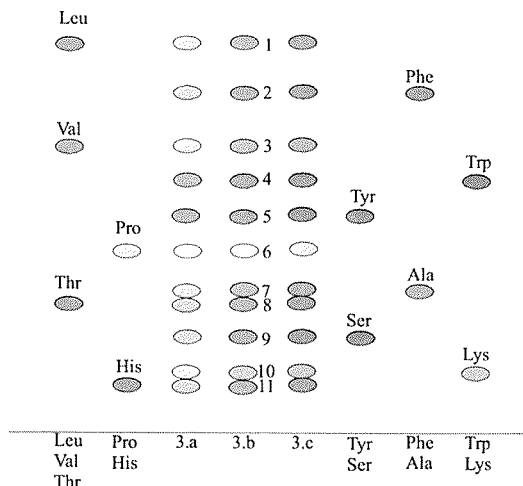
Pokretna faza: *n*-butanol-aceton-ledena octena kiselina-voda
(35:35:10:20 V/V/V/V)

Detekcija: Ninhidrin reagens

2.a = vodeni ekstrakt listova zidne gromotulje

2.b = vodeni ekstrakt cvjetova zidne gromotulje

2.c = vodeni ekstrakt plodova zidne gromotulje



Slika 6. Kromatogram aminokiselina listova, cvjetova i plodova poljske gromotulje

Nepokretna faza: celuloza + 5% Dowex 2-X8

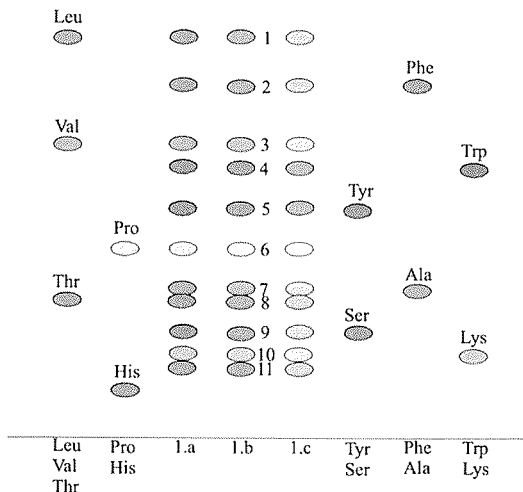
Pokretna faza: *n*-butanol-aceton-ledena octena kiselina-voda (35:35:10:20 V/V/V/V)

Detekcija: Ninhidrin reagens

3.a = vodeni ekstrakt listova poljske gromotulje

3.b = vodeni ekstrakt cvjetova poljske gromotulje

3.c = vodeni ekstrakt plodova poljske gromotulje



Slika 7. Kromatogram aminokiselina listova, cvjetova i plodova čaškaste gromotulje

Nepokretna faza: celuloza + 5% Dowex 2-X8

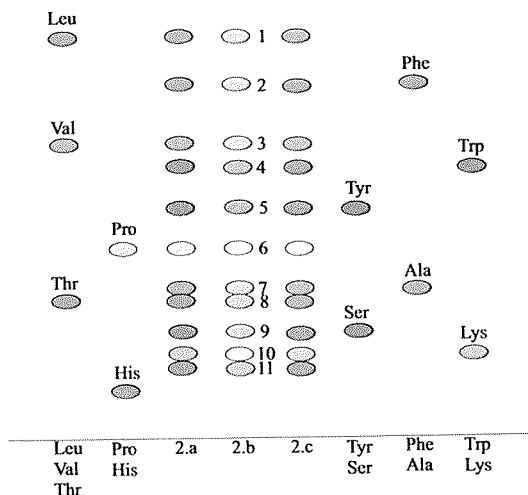
Pokretna faza: *n*-butanol-ledena octena kiselina-voda (50:10:40 V/V/V)

Detekcija: Ninhidrin reagens

1.a = vodeni ekstrakt listova čaškaste gromotulje

1.b = vodeni ekstrakt cvjetova čaškaste gromotulje

1.c = vodeni ekstrakt plodova čaškaste gromotulje



Slika 8. Kromatogram aminokiselina listova, cvjetova i plodova zidne gromotulje

Nepokretna faza: celuloza + 5% Dowex 2-X8

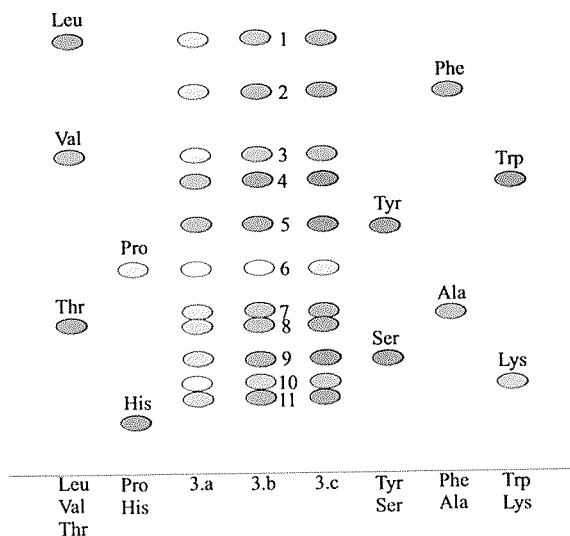
Pokretna faza: *n*-butanol-ledena octena kiselina-voda (50:10:40 V/V/V)

Detekcija: Ninhidrin reagens

2.a = vodeni ekstrakt listova zidne gromotulje

2.b = vodeni ekstrakt cvjetova zidne gromotulje

2.c = vodeni ekstrakt plodova zidne gromotulje



Slika 9. Kromatogram aminokiselina listova, cvjetova i plodova poljske gromotulje

Nepokretna faza: celuloza + 5% Dowex 2-X8

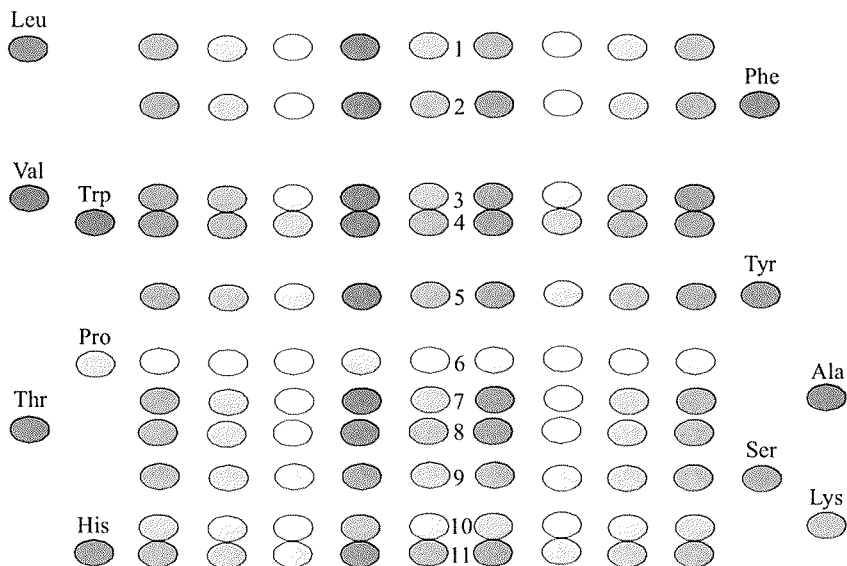
Pokretna faza: *n*-butanol-ledena octena kiselina-voda (50:10:40 V/V/V)

Detekcija: Ninhidrin reagens

3.a = vodeni ekstrakt listova poljske gromotulje

3.b = vodeni ekstrakt cvjetova poljske gromotulje

3.c = vodeni ekstrakt plodova poljske gromotulje



Leu	Trp	1.a	1.b	1.c	2.a	2.b	2.c	3.a	3.b	3.c	Phe	Ala
Val	Pro										Tyr	Lys
Thr	His										Ser	

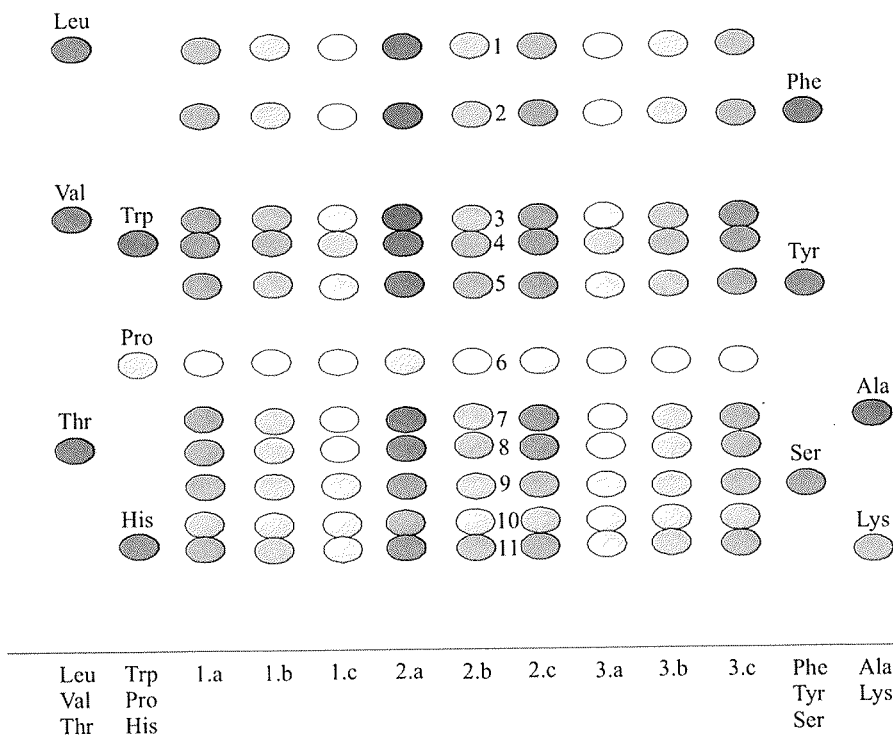
Slika 10. Kromatogram aminokiselina listova, cvjetova i plodova čaškaste, zidne i poljske gromotulje

Nepokretna faza: celuloza F

Pokretna faza: n-butanol-aceton-ledena octena kiselina-voda
(35:35:10:20 V/V/V/V)

Detekcija: Ninhidrin reagens

- 1.a = vodeni ekstrakt listova čaškaste gromotulje
- 1.b = vodeni ekstrakt cvjetova čaškaste gromotulje
- 1.c = vodeni ekstrakt plodova čaškaste gromotulje
- 2.a = vodeni ekstrakt listova zidne gromotulje
- 2.b = vodeni ekstrakt cvjetova zidne gromotulje
- 2.c = vodeni ekstrakt plodova zidne gromotulje
- 3.a = vodeni ekstrakt listova poljske gromotulje
- 3.b = vodeni ekstrakt cvjetova poljske gromotulje
- 3.c = vodeni ekstrakt plodova poljske gromotulje



Slika 11. Kromatogram aminokiselina listova, cvjetova i plodova čaškaste, zidne i poljske gromotulje

Nepokretna faza: celuloza F
 Pokretna faza: n-butanol-ledena octena kiselina-voda (50:10:40 V/V/V)
 Detekcija: Ninhidrin reagens

- 1.a = vodeni ekstrakt listova čaškaste gromotulje
- 1.b = vodeni ekstrakt cvjetova čaškaste gromotulje
- 1.c = vodeni ekstrakt plodova čaškaste gromotulje
- 2.a = vodeni ekstrakt listova zidne gromotulje
- 2.b = vodeni ekstrakt cvjetova zidne gromotulje
- 2.c = vodeni ekstrakt plodova zidne gromotulje
- 3.a = vodeni ekstrakt listova poljske gromotulje
- 3.b = vodeni ekstrakt cvjetova poljske gromotulje
- 3.c = vodeni ekstrakt plodova poljske gromotulje

ZAKLJUČAK

Metodom tankoslojne kromatografije dokazano je da listovi, cvjetovi i plodovi čaškaste, zidne i poljske gromotulje sadrže ove aminokiseline: leucin (Leu), fenilalanin (Phe), valin (Val), triptofan (Trp), tirozin (Tyr), prolin (Pro), alalin (Ala), treonin (Thr), serin (Ser), lizin (Lys) i histidin (His).

Usporedbom intenziteta obojenja odijeljenih aminokiselina može se postaviti da se količina aminokiselina u ispitanim biljnim vrstama međusobno razlikuje. Iz dobivenih rezultata vidljivo je da zidna gromotulja sadrži veću količinu aminokiselina u odnosu na čaškastu i poljsku gromotulju.

Rezultati analize pokazali su i razliku u količini aminokiselina među pojedinim biljnim organima, tj. između lista, cvijeta i ploda, unutar iste vrste.

Uspoređujući dobivene rezultate s rezultatima istraživanja aminokiselinskog sastava četiriju podvrsta brdske gromotulje (*Alyssum montanum* L.) uočava se velika sličnost (17).

Literatura – References

1. W. S. Judd, C. S. Campbell, E. A. Kellog, P. F. Stevens, Plant systematics, a phylogenetic approach, Sinauer Associates, Inc., Publishers Sunderland, Massachusetts 1999, 326.
2. O. E. Schulz, *Cruciferae*. In A. Engler et K. Prantl (Eds.), Die natürlichen Pflanzenfamilien, 2 Aufl., Verlag von Wilhelm Engelmann, Leipzig 1936, 17B, 227.
3. K. D. Dubravec, I. Dubravec, Kultivirane biljne vrste Hrvatske i susjednih područja, Školska knjiga, Zagreb 1998, 17.
4. N. Hulina, Korovi, Školska knjiga, Zagreb 1998, 84.
5. R. C. Rollins, Contr. Gray Herb. **210** (1980) 1.
6. J. Cullen, J. C. M. Alexander, A. Brady, C. D. Brickell, P. S. Green, V. H. Heywood, P.-M. Jørgensen, S. L. Jury, S. G. Knees, A. C. Leslie, V. A. Matthews, N. K. B. Robson, S. M. Walters, D. O. Wijnands, P. F. Yeo Eds., The European garden flora, Volume 4, Cambridge University Press, Cambridge 1995, 129.
7. W. Ball, T. R. Dudley, *Alyssum* L. In T. G. Tutin, N. A. Burges, A. O. Chater, J. R. Edmondson, V. H. Heywood, D. M. Moore, D. H. Valentine, S. M. Walters, D. A. Webb Eds., Flora Europaea, Volume 1, 2nd ed., Cambridge University Press, Cambridge 1993, 359.
8. M. Plazibat, Nat. Croat. **6**, Suppl. 1 (1997) 22.
9. I. Trinajstić, *Alyssum* L. In I. Trinajstić Ed., Analitička flora Jugoslavije 2 (3), Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Sveučilišna naklada Liber, Zagreb 1983, 287.
10. R. Domac, Flora Hrvatske, Školska knjiga, Zagreb 1994, 123.
11. G. Hegi, Illustrierte Flora von Mitteleuropa, Band IV/1, Verlag Paul Parey, Berlin et Hamburg 1986, 277.
12. A. Kjaer, R. Gmelin, Acta Chem. Scand. **10** (1956) 1100.
13. P. Supavarvan, F. W. Knapp, R. Sigafus, Mosq. News. **36** (1976) 177.
14. H. Wagner, S. Bladt, E. M. Zgainski, Drogenanalyse, Springer Verlag, Berlin 1983, 288.
15. H. K. Berry, C. Leonard, H. Peters, M. Granger, N. Chunekahira, Clin. Chem. **14** (1968) 1033.
16. Ž. Maleš, M. Plazibat, K. Hazler Pilepić, V. Bilušić, Farm. Glas. **58** (2002) 155.
17. Ž. Maleš, M. Plazibat, V. Suban, Farm. Glas. **58** (2002) 287.

Primljeno 26. VIII. 2002.