

Utjecaj sorte, stupnja zrelosti plodova masline i temperature čuvanja djevičanskog maslinovog ulja na sastav i koncentracije sterola te alifatskih i triterpenskih alkohola

Lukić, Marina

Supplement / Prilog

Publication year / Godina izdavanja: **2022**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:109:652973>

Rights / Prava: [Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](#) / [Imenovanje-Nekomercijalno-Dijeli pod istim uvjetima 4.0 međunarodna](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-03**

REPOZITORIJ

PTF

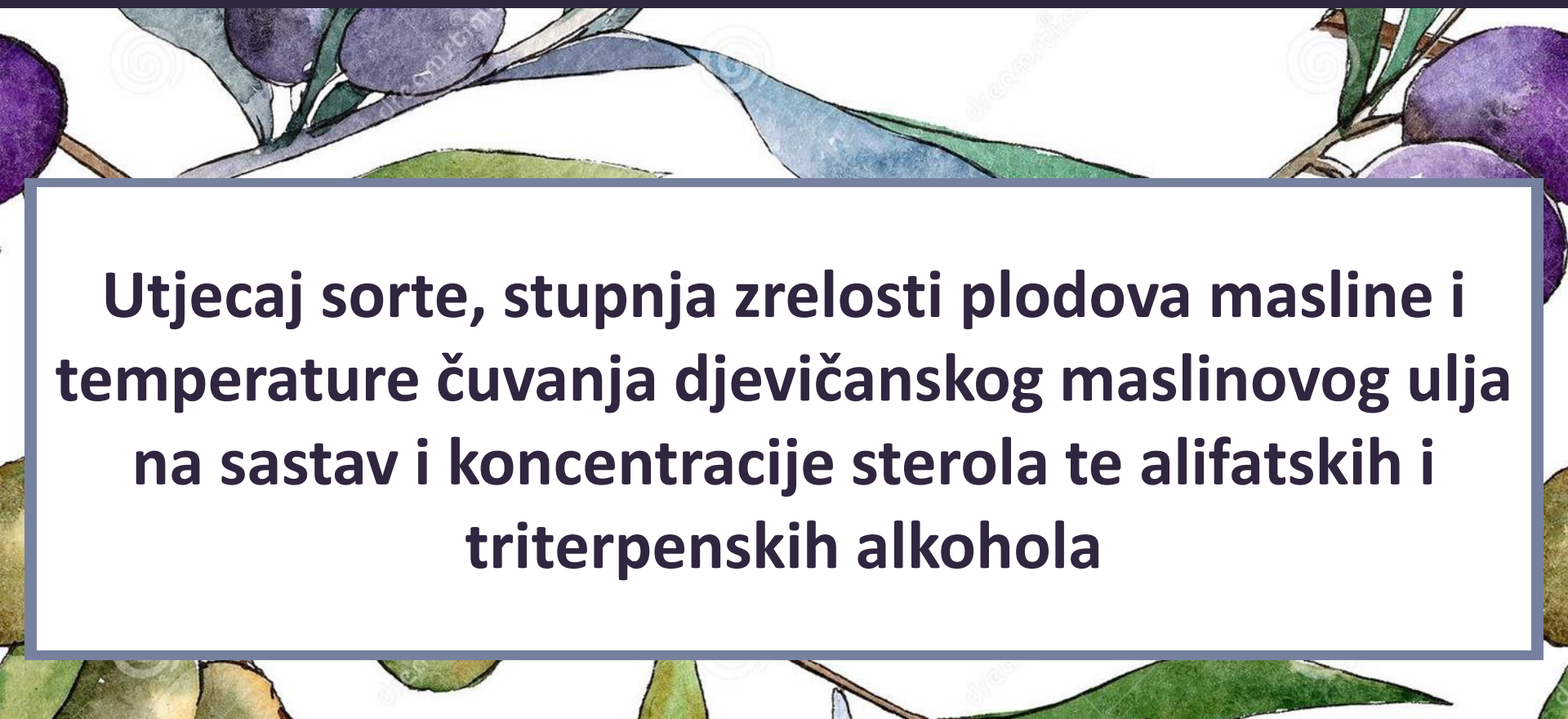
PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK

dabar
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Food Technology Osijek](#)





Utjecaj sorte, stupnja zrelosti plodova masline i temperature čuvanja djevičanskog maslinovog ulja na sastav i koncentracije sterola te alifatskih i triterpenskih alkohola

Poslijediplomski sveučilišni studij Prehrambena tehnologija i nutricionizam,
smjer Prehrambena tehnologija

Pristupnica: **Marina Lukić**, dipl. ing. preh. tehn.

Mentor: **prof. dr. sc. Tihomir Moslavac**

Osijek, 7. srpnja 2022.



UVOD

Uvod

Maslina (*Olea europaea* L.)

- hrvatske autohtone sorte
 - genetička i morfološka karakterizacija sorti
 - karakterizacija djevičanskog maslinovog ulja
- ✓ očuvanje i valorizacija bioraznolikosti
 - ✓ proizvodi ciljanih karakteristika
 - ✓ robusniji modeli zaštite i promocije proizvoda



Uvod



Djevičansko maslinovo ulje:

98% TAG;

2% neosapunjivi sastojci (230 spojeva):

- **Ugljikovodici (skvalen)**
- **Steroli**
- **Fenolni spojevi**
- **Tokoferoli**
- **Alifatski alkoholi**
- **Pigmenti**
- **Voskovi**
- **Triterpenski alkoholi**
- **Hlapivi spojevi arome**



Uvod

- Parametri autentičnosti

- Biološka aktivnost

- Stabilnost

Djevičansko maslinovo ulje:

98% TAG;

2% neosapunjivi sastojci (230 spojeva):

- **Ugljikovodici (skvalen)**

→ **Steroli**

- **Fenolni spojevi**

- **Tokoferoli**

→ **Alifatski alkoholi**

- **Pigmenti**

- **Voskovi**

→ **Triterpenski alkoholi**

- **Hlapivi spojevi arome**



Uvod

NIJE DOVOLJNO ISTRAŽENO:

- općenito sastav ulja od **hrvatskih autohtonih sorti** maslina
 - naročito koncentracije i sastav sterola, alifatskih i triterpenskih alkohola

OPĆENITO NEDOVOLJNO, a ZA ULJA HRV. SORTI VRLO SLABO ISTRAŽENO:

- **međuviznost utjecaja sorte i stupnja zrelosti** na sastav i koncentracije sterola (vrlo malo), alifatskih i triterpenskih alkohola (izrazito malo)
- **utjecaj skladištenja** na koncentracije istraživanih spojeva (AA i TTA uopće)
- analitičkih pokazatelji sorte i stupnja zrelosti; stabilnost tijekom **roka trajanja**





Hipoteze

H1

Maslinova ulja odabranih važnih **hrvatskih autohtonih sorti maslina** razlikuju se na osnovi **sastava i koncentracije sterola te alifatskih i triterpenskih alkohola**.

H2

Stupanj zrelosti plodova maslina utječe na sastav i koncentracije sterola te alifatskih i triterpenskih alkohola u maslinovim uljima istraživanih sorti.

H3

Iako su utjecaji sorte i stupnja zrelosti međuovisni, koncentracije i/ili relativni udjeli istraživanih spojeva mogu se koristiti kao **analitički pokazatelji sortnog podrijetla** odnosno **stupnja zrelosti plodova** od kojih su proizvedena ta maslinova ulja te je njihova stabilnost postojana i nakon skladištenja ulja na različitim temperaturama.



Ciljevi

Na osnovi sastava i koncentracija sterola te alifatskih i triterpenskih alkohola:

- **okarakterizirati sortna djevičanska maslinova ulja i usporediti međusobno te s drugim poznatim sortama;**
- **utvrditi postoji li i koji su razmjeri utjecaja zrelosti plodova;**
- **istražiti utjecaj različitih temperatura skladištenja maslinovog ulja.**

Među ispitivanim spojevima iz maslinovog ulja:

- **utvrditi analitičke pokazatelje sortnog podrijetla neovisne o utjecaju stupnja zrelosti, odnosno utvrditi analitičke pokazatelje stupnja zrelosti plodova neovisne o utjecaju sorte, te ispitati njihovu stabilnost i pouzdanost nakon određenog razdoblja skladištenja ulja.**



EKSPERIMENTALNI DIO

Metode istraživanja

Odabir stabala



BUŽA



ČRNA






ROSINJOLA



Metode istraživanja

Berba i prerada

(Uceda i Frias, 1975.;
Beltrán i sur., 2004.)

Sorta \ stupanj zrelosti	0	1	2	3	4	5	6	7
 <p>BUŽA</p>				B I 1,4	B II 2,8	B III 3,8		
 <p>ČRNA</p>				Č I 1,9	Č II 2,8	Č III 4,1		
 <p>ROSINJOLA</p>				R I 1,5	R II 3,2	R III 3,8		



(Milotić i sur., 2005.)

Buža

25.10.

13.11.

29.11.

Črna

19.10.

09.11.

28.11.

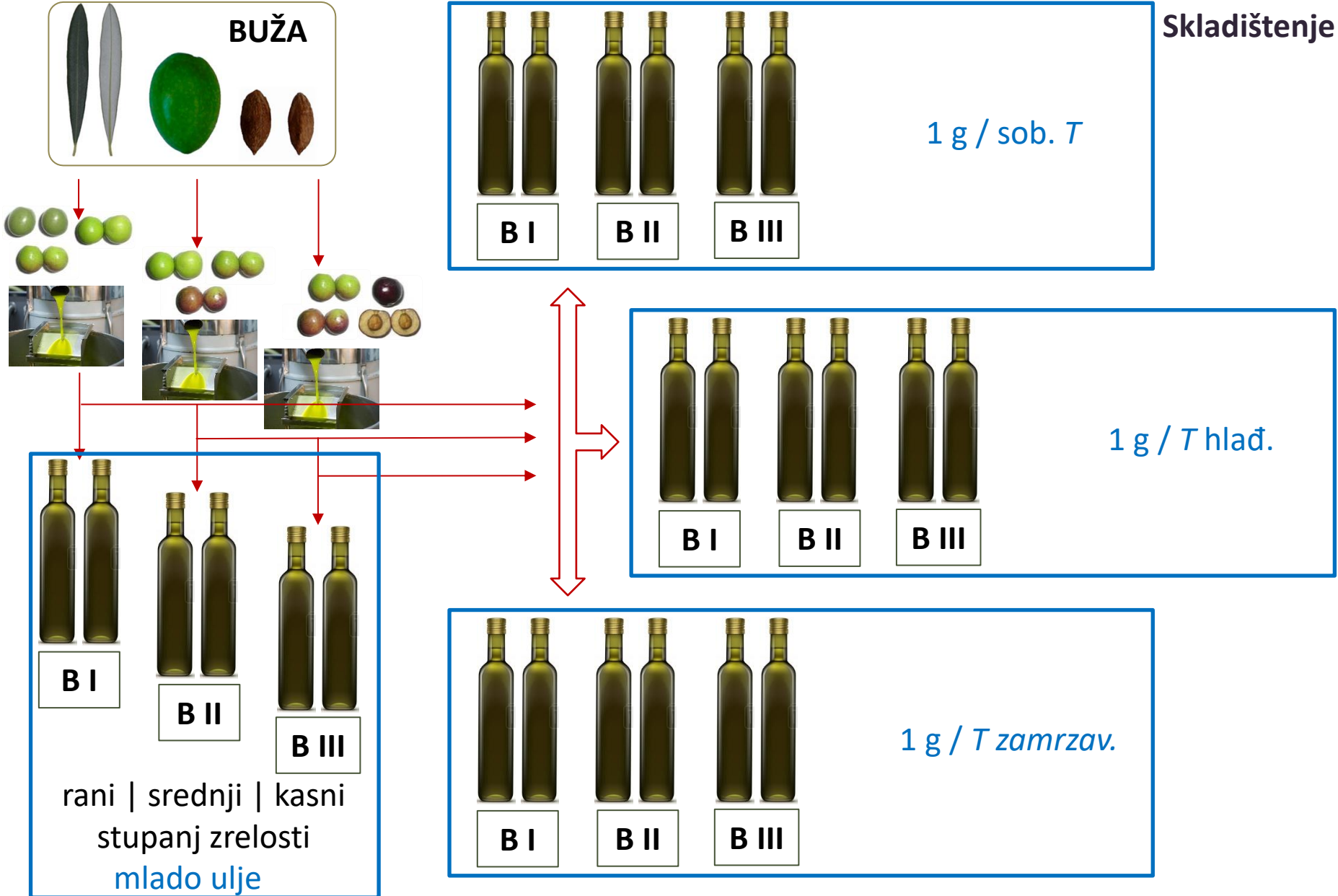
Rosinjola

18.10.

24.11.

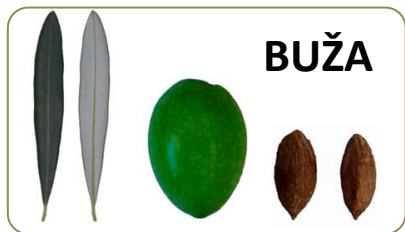
1.12.

Metode istraživanja

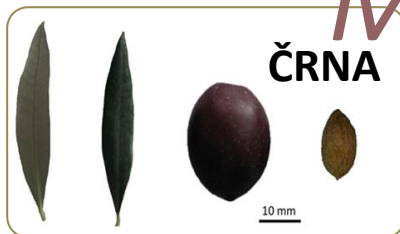


Metode istraživanja

BUŽA



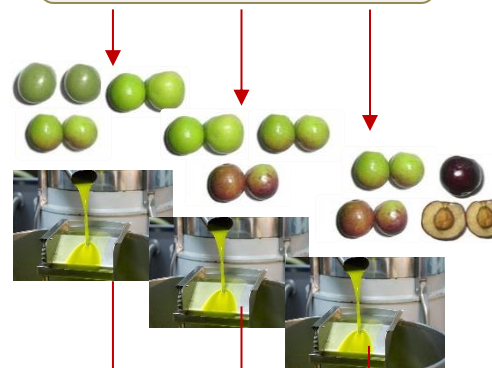
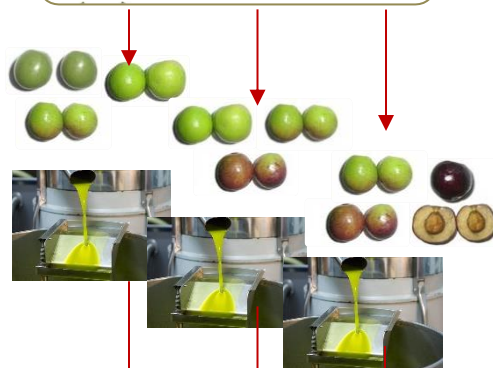
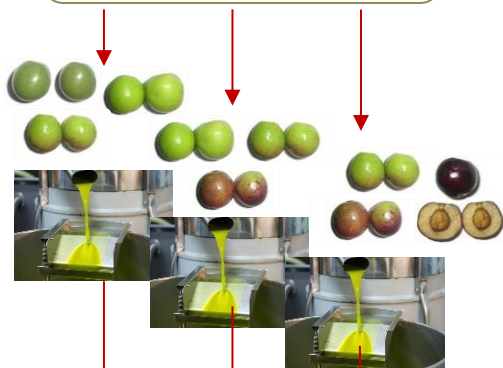
ČRNA



ROSINJOLA



Skladištenje



mlado ulje
18 uzoraka

+

skladišteno ulje
54 uzorka

=

ukupno
72 uzorka



Metode istraživanja

Ekstrakcija neosapunjivog dijela

(IOC, 2020; EK, 2019.)

Saponifikacija

Ekstrakcija tekuće-tekuće

Ispiranje

Uparavanje

Sušenje



Metode istraživanja

Tankoslojna kromatografija

(IOC, 2020.; EK, 2019.)

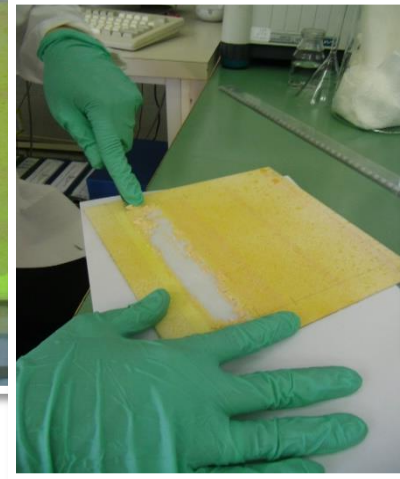
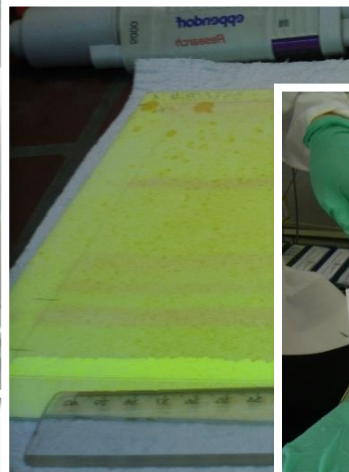
Nanošenje na ploču silika gela

Tankoslojna kromatografija

Fluorescein + UV-svjetlo

Skidanje skupina spojeva

Derivatizacija

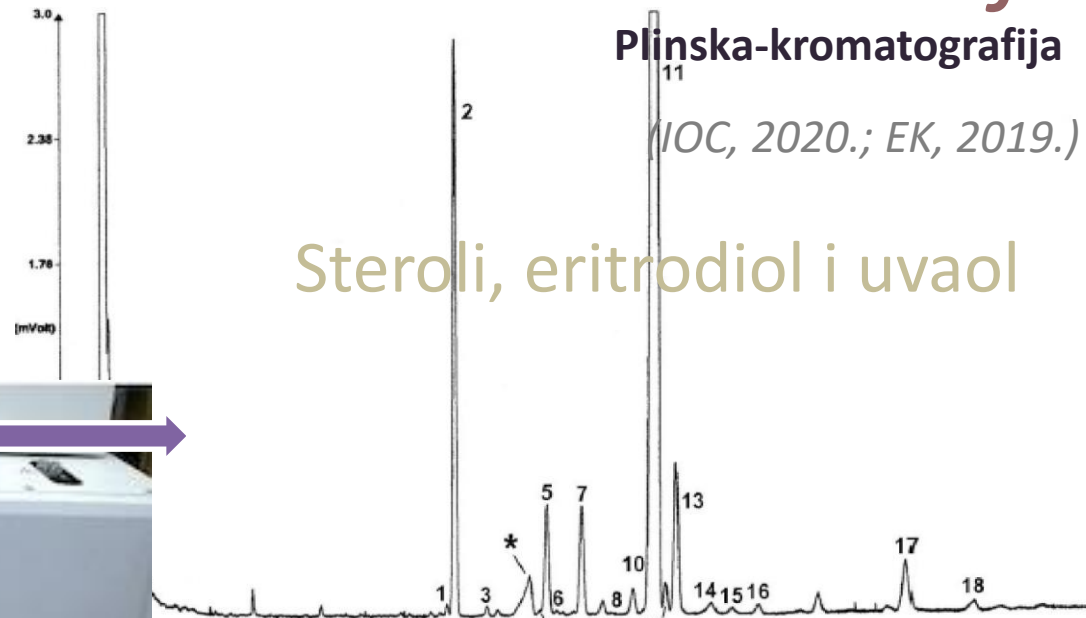


Metode istraživanja

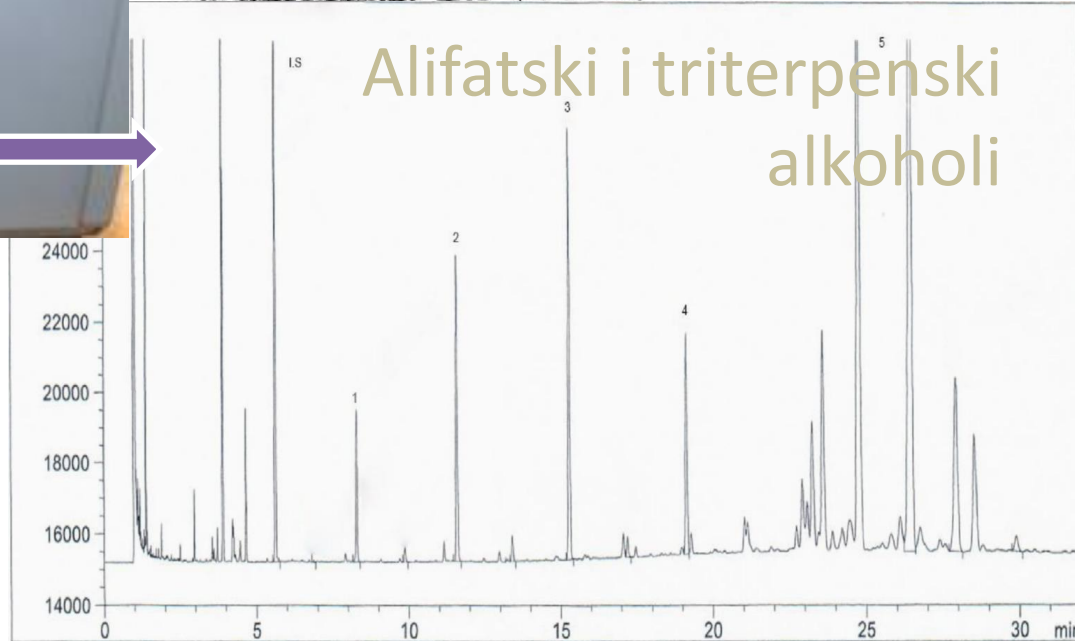
Plinska-kromatografija

(IOC, 2020.; EK, 2019.)

Steroli, eritrodiool i uvaol



Alifatski i triterpenski alkoholi



TMS – ekstrakt
sterola, E i U



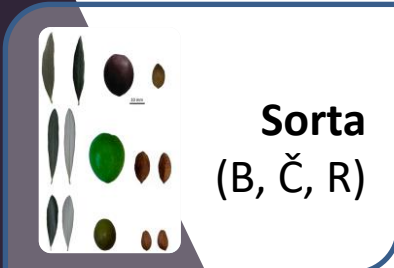
TMS – ekstrakt
alif. i triterp.
alkohola



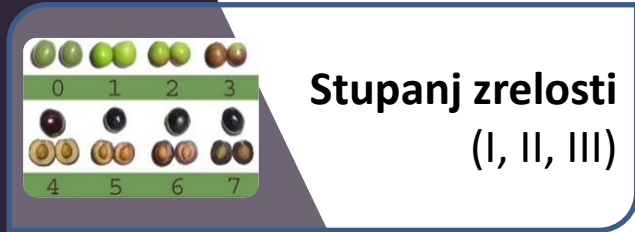
METODE ISTRAŽIVANJA

Sterols and triterpene diols	Buža			Črna			Rosinjola		
	RD1	RD2	RD3	RD1	RD2	RD3	RD1	RD2	RD3
Concentration (mg/100 g)									
Cholesterol	0.36 ± 0.01	0.36 ± 0.05	0.34 ± 0.01	0.39 ± 0.00	0.33 ± 0.00	0.37 ± 0.03	0.39 ± 0.01	0.37 ± 0.03	0.32 ± 0.01
24-Methylene-cholesterol	0.18 ± 0.01	0.37 ± 0.00	0.31 ± 0.00	0.36 ± 0.00	0.36 ± 0.00	0.50 ± 0.00	0.14 ± 0.00	0.14 ± 0.00	0.37 ± 0.01
Campesterol	3.27 ± 0.01	4.13 ± 0.02	3.62 ± 0.01	5.03 ± 0.00	5.37 ± 0.00	5.13 ± 0.02	5.24 ± 0.04	6.74 ± 0.28	4.70 ± 0.01
Campestanol	0.05 ± 0.00	0.05 ± 0.01	0.04 ± 0.01	0.09 ± 0.01	0.06 ± 0.01	0.04 ± 0.01	0.14 ± 0.01	0.29 ± 0.23	0.08 ± 0.01
Stigmasterol	0.75 ± 0.01	1.37 ± 0.01	2.44 ± 0.00	1.32 ± 0.00	1.70 ± 0.00	1.66 ± 0.01	1.02 ± 0.01	6.15 ± 0.06	4.57 ± 0.01
Δ ⁷ -Campesterol	0.13 ± 0.00	0.14 ± 0.00	0.14 ± 0.01	0.18 ± 0.01	0.17 ± 0.01	0.17 ± 0.00	0.12 ± 0.00	0.40 ± 0.04	0.00 ± 0.00
Δ ^{5,23} -Stigmastadienol	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.51 ± 0.05	0.00 ± 0.00
Cleosterol	1.17 ± 0.03	1.63 ± 0.37	1.19 ± 0.01	2.23 ± 0.11	2.33 ± 0.11	2.09 ± 0.07	1.47 ± 0.03	1.88 ± 0.13	0.00 ± 0.00
β-Sitosterol	98.8 ± 0.2	117.7 ± 0.9	103.6 ± 0.5	173.9 ± 0.1	188.1 ± 0.5	171.9 ± 0.5	124.6 ± 0.9	138.7 ± 1.5	0.00 ± 0.00
Sitostanol	0.62 ± 0.01	0.76 ± 0.14	0.85 ± 0.13	1.42 ± 0.01	1.29 ± 0.03	0.87 ± 0.03	0.96 ± 0.06	1.08 ± 0.03	0.00 ± 0.00
Δ ⁵ -Avenasterol	10.46 ± 0.06	16.39 ± 0.16	15.66 ± 0.17	21.34 ± 0.01	24.62 ± 0.07	22.12 ± 0.14	12.04 ± 0.15	18.25 ± 0.2	0.00 ± 0.00
Δ ^{5,24} -Stigmastadienol	0.80 ± 0.03	1.02 ± 0.00	1.10 ± 0.03	1.71 ± 0.02	1.84 ± 0.00	1.63 ± 0.02	1.24 ± 0.01	1.55 ± 0.01	0.00 ± 0.00
Δ ⁷ -Stigmasterol	0.14 ± 0.03	0.10 ± 0.00	0.09 ± 0.00	0.28 ± 0.01	0.29 ± 0.03	0.26 ± 0.02	0.20 ± 0.01	2.96 ± 0.01	0.00 ± 0.00
Δ ⁷ -Avenasterol	1.08 ± 0.03	1.00 ± 0.02	1.12 ± 0.01	1.17 ± 0.01	1.07 ± 0.01	0.95 ± 0.00	0.68 ± 0.00	2.10 ± 0.01	0.00 ± 0.00
Apparent β-sitosterol	111.8 ± 0.3	137.5 ± 1.3	122.4 ± 0.6	200.6 ± 0.1	218.2 ± 0.7	198.6 ± 0.4	140.3 ± 1.1	161.9 ± 0.1	0.00 ± 0.00
Total sterols	117.8 ± 0.3	145.0 ± 1.4	130.5 ± 0.6	209.4 ± 0.1	227.7 ± 0.7	207.8 ± 0.4	148.3 ± 1.1	181.0 ± 0.1	0.00 ± 0.00
Erythrodiol	0.92 ± 0.02	1.26 ± 0.00	2.30 ± 0.01	1.04 ± 0.03	1.02 ± 0.01	1.21 ± 0.01	1.21 ± 0.02	1.00 ± 0.01	0.00 ± 0.00
Uvaol	0.48 ± 0.02	0.46 ± 0.02	0.74 ± 0.20	0.84 ± 0.01	0.79 ± 0.02	0.80 ± 0.01	0.62 ± 0.03	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
Relative amount (%)									
Cholesterol	0.30 ± 0.01	0.25 ± 0.03	0.26 ± 0.01	0.19 ± 0.00	0.14 ± 0.00	0.18 ± 0.01	0.26 ± 0.01	0.09 ± 0.00	0.00 ± 0.00
24-Methylene-cholesterol	0.15 ± 0.01	0.25 ± 0.00	0.24 ± 0.00	0.17 ± 0.00	0.22 ± 0.00	0.26 ± 0.00	0.09 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
Campesterol	2.77 ± 0.00	2.85 ± 0.01	2.77 ± 0.00	2.40 ± 0.00	2.36 ± 0.00	2.47 ± 0.01	3.53 ± 0.00	0.10 ± 0.00	0.00 ± 0.00
Campestanol	0.04 ± 0.00	0.03 ± 0.00	0.03 ± 0.00	0.04 ± 0.00	0.02 ± 0.00	0.02 ± 0.00	0.10 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
Stigmasterol	0.64 ± 0.01	0.94 ± 0.01	1.87 ± 0.01	0.63 ± 0.00	0.74 ± 0.00	0.80 ± 0.00	0.69 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
Δ ⁷ -Campesterol	0.11 ± 0.01	0.10 ± 0.01	0.11 ± 0.01	0.09 ± 0.01	0.08 ± 0.00	0.08 ± 0.00	0.08 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
Δ ^{5,23} -Stigmastadienol	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
Cleosterol	0.99 ± 0.01	1.12 ± 0.24	0.91 ± 0.01	1.06 ± 0.05	1.02 ± 0.05	1.00 ± 0.03	0.99 ± 0.01	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
β-Sitosterol	83.86 ± 0.04	81.16 ± 0.22	79.38 ± 0.03	83.03 ± 0.02	82.62 ± 0.01	82.76 ± 0.08	84.00 ± 0.01	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
Sitostanol	0.53 ± 0.03	0.52 ± 0.05	0.65 ± 0.17	0.68 ± 0.01	0.57 ± 0.01	0.42 ± 0.01	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
Δ ⁵ -Avenasterol	8.89 ± 0.02	11.30 ± 0.07	12.00 ± 0.21	10.19 ± 0.02	10.81 ± 0.00	10.65 ± 0.08	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
Δ ^{5,24} -Stigmastadienol	0.68 ± 0.00	0.70 ± 0.02	0.84 ± 0.00	0.82 ± 0.01	0.81 ± 0.00	0.78 ± 0.01	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
Δ ⁷ -Stigmasterol	0.12 ± 0.00	0.07 ± 0.00	0.07 ± 0.00	0.13 ± 0.00	0.13 ± 0.01	0.13 ± 0.01	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
Δ ⁷ -Avenasterol	0.92 ± 0.00	0.69 ± 0.00	0.86 ± 0.01	0.56 ± 0.00	0.47 ± 0.00	0.46 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
Apparent β-sitosterol	94.94 ± 0.02	94.81 ± 0.02	93.78 ± 0.03	95.78 ± 0.00	95.83 ± 0.00	95.61 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
Erythrodiol	0.77 ± 0.02	0.86 ± 0.00	1.72 ± 0.00	0.49 ± 0.01	0.44 ± 0.00	0.58 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
Uvaol	0.40 ± 0.00	0.31 ± 0.12	0.56 ± 0.01	0.40 ± 0.01	0.34 ± 0.01	0.38 ± 0.01	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00

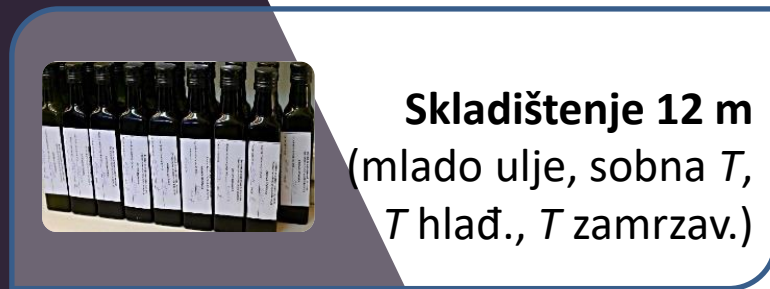
Statistička obrada podataka



Sorta
(B, Č, R)



Stupanj zrelosti
(I, II, III)

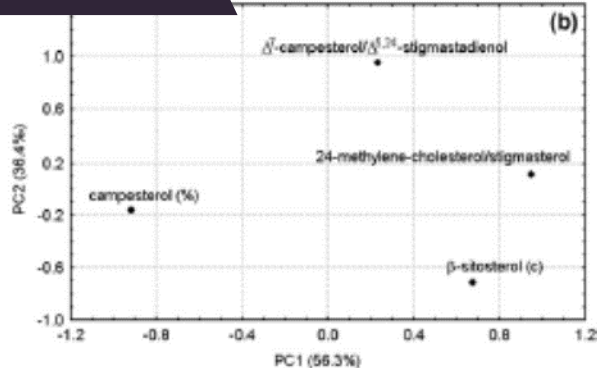
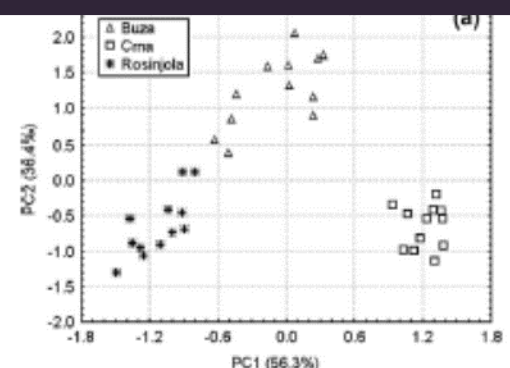


Skladištenje 12 m
(mlado ulje, sobna T, T hlad., T zamrzav.)

Steroli
Alifatski alkoholi
Triterpenski alkoholi

- Analiza varijance (ANOVA, LSD, $p < 0,05$)
- Analiza glavnih sastavnica (PCA)
- Linearna diskriminantna analiza (LDA)

(Statistica 13.2, TIBCO Software Inc., Palo Alto, CA, SAD)





REZULTATI I RASPRAVA

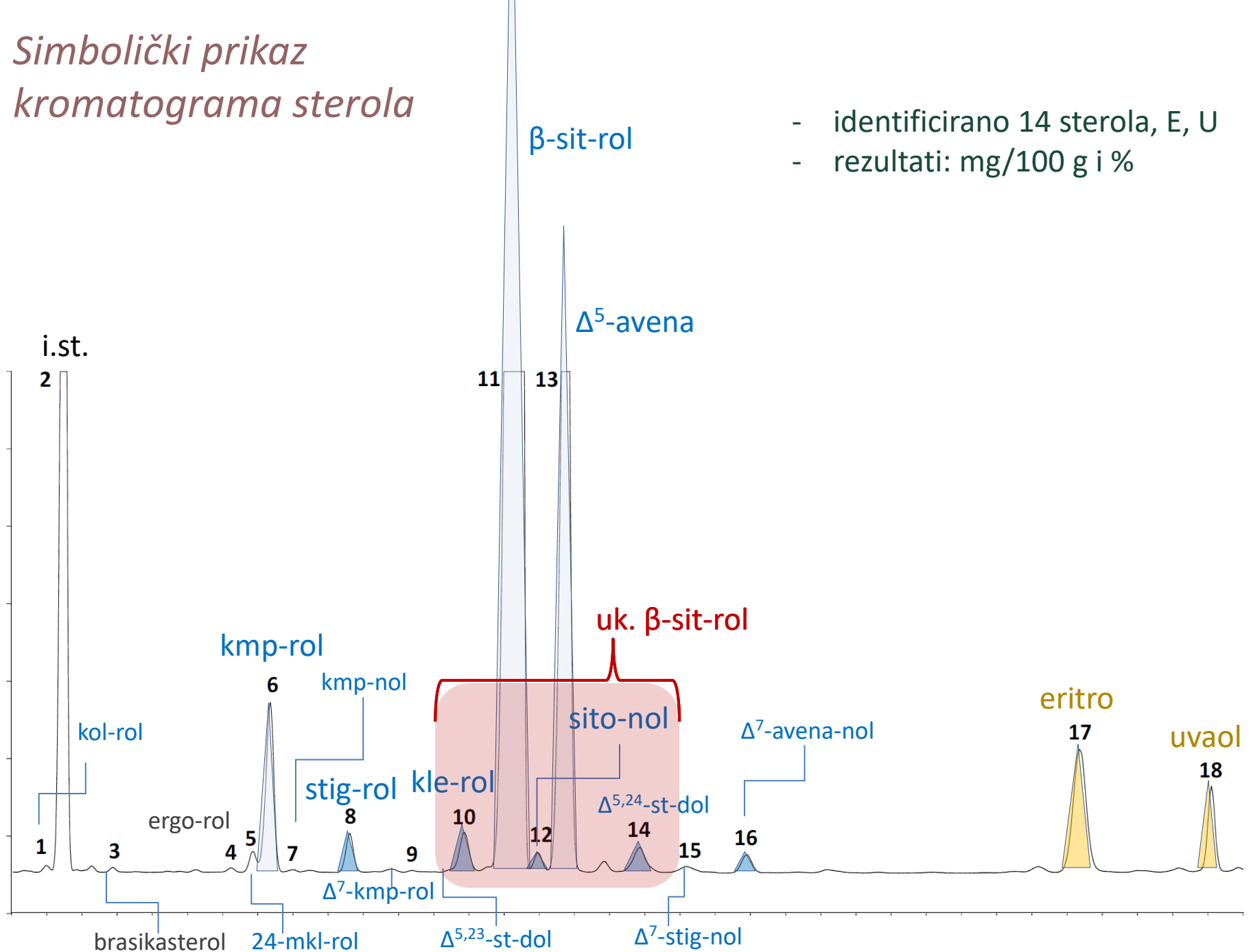


**UTJECAJ SORTE I STUPNJA ZRELOSTI MASLINA NA
STEROLE I TRITERPENSKE DIOLE
U SVJEŽIM ULJIMA**



*Simbolički prikaz
kromatograma sterola*

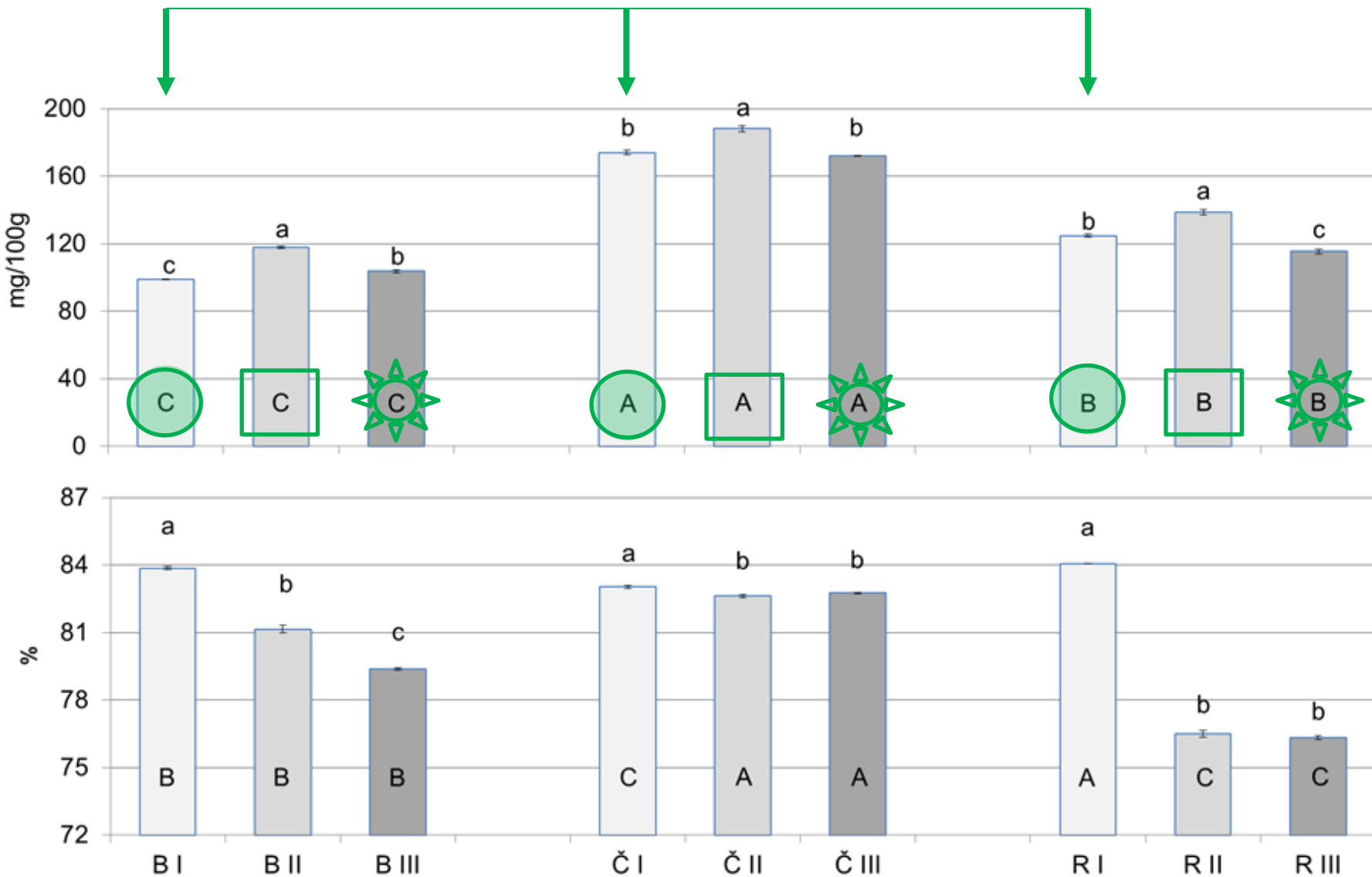
- identificirano 14 sterola, E, U
- rezultati: mg/100 g i %



STEROLI | svježa ulja | sorta

- najzastupljeniji sterol
- c (β -sit-rol): $\check{C} > R > B$

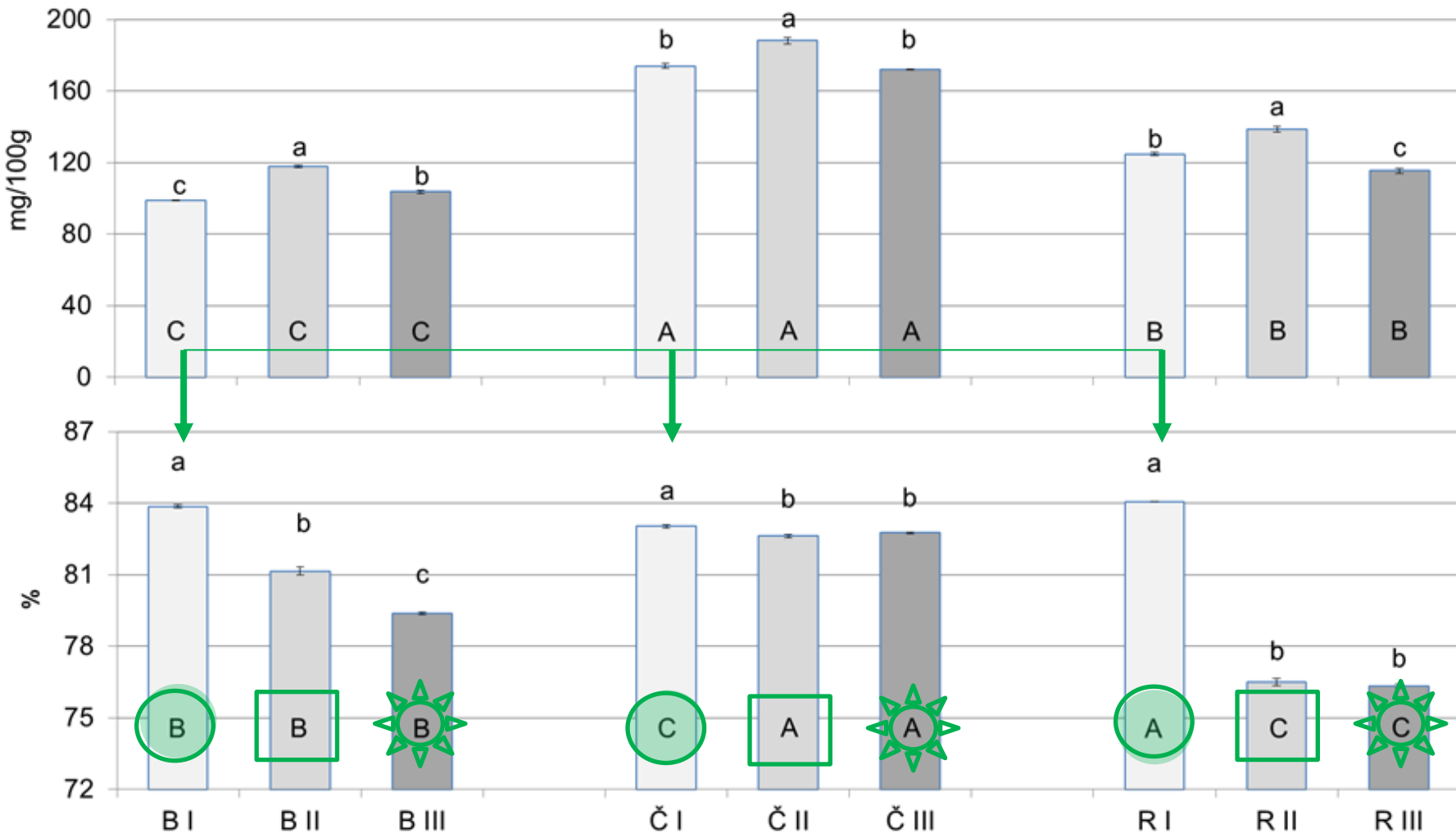
β -sitosterol



STEROLI | svježa ulja | sorta

β -sitosterol

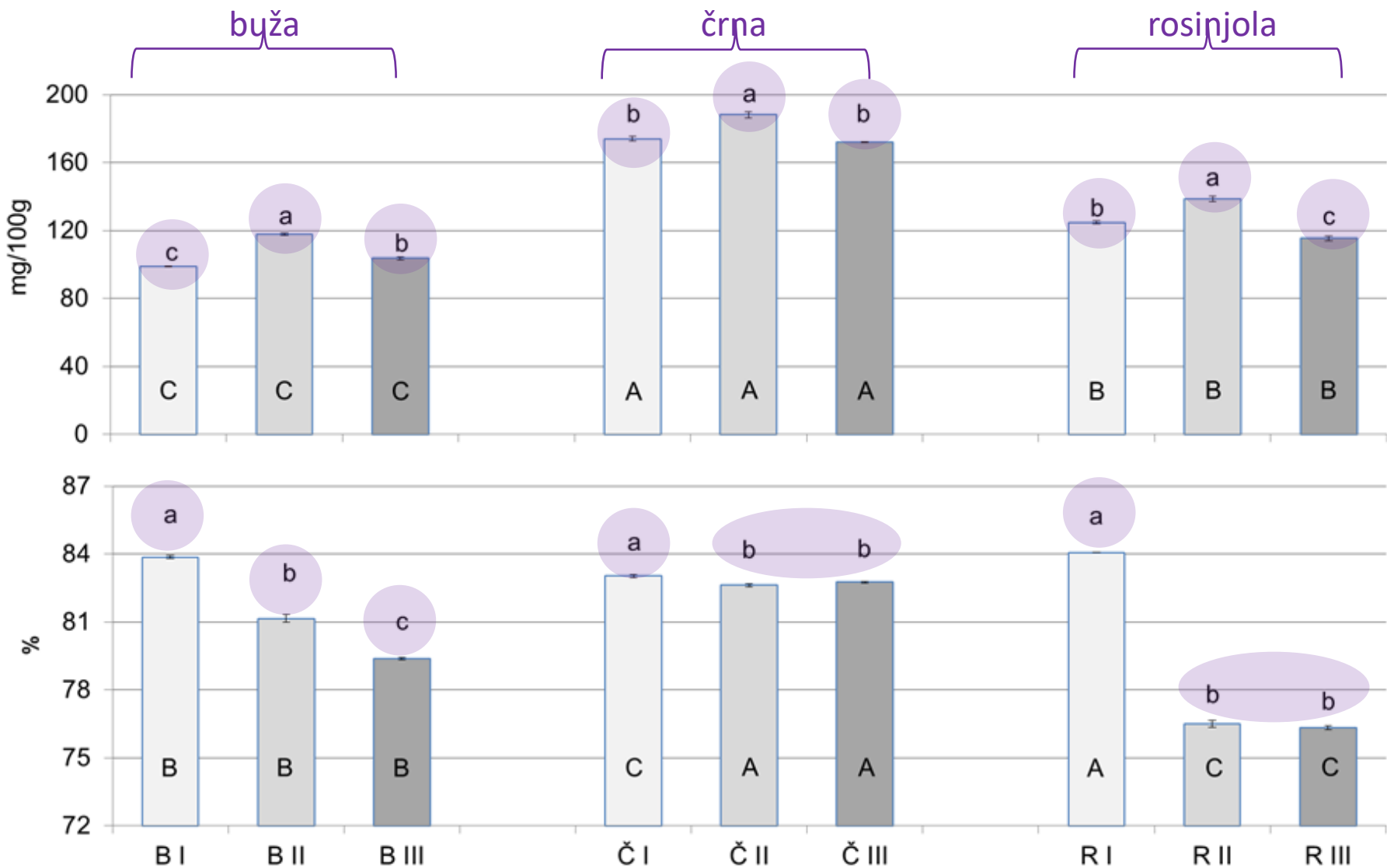
- najzastupljeniji sterol
- *c* (β -sit-rol): Č > R > B
- % (β -sit-rol): R I > B I > Č I
Č II, III > B II, III > R II, III



STEROLI | svježa ulja | stupanj zrelosti

β -sitosterol

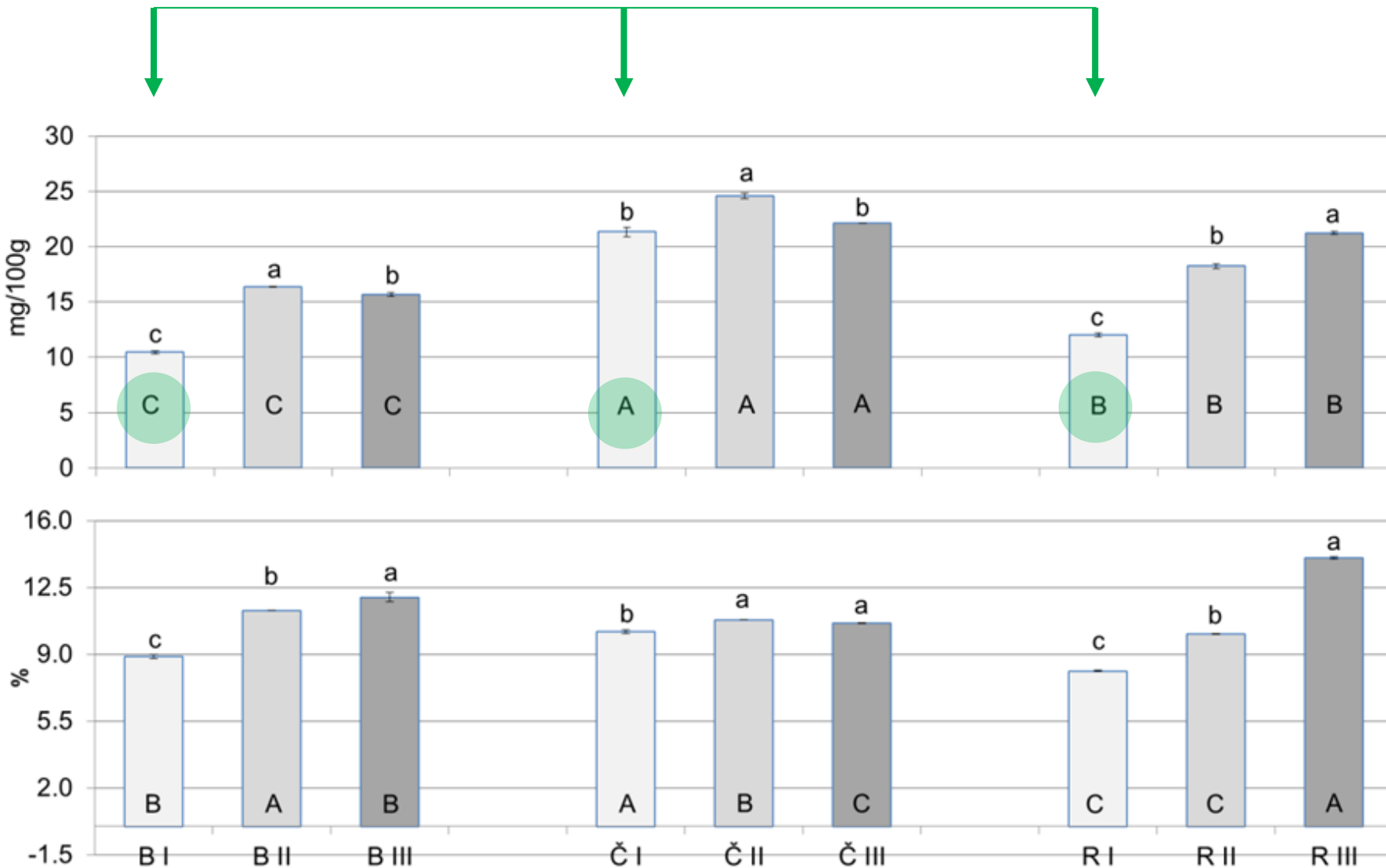
- slični obrasci za c i % u dozrijevanju
- c (β -sit-rol): najviša u II
- % (β -sit-rol): I > II > B III



STEROLI | svježa ulja | sorta

- drugi najzastupljeniji sterol
- c (Δ^5 -avena): **Č > R > B**

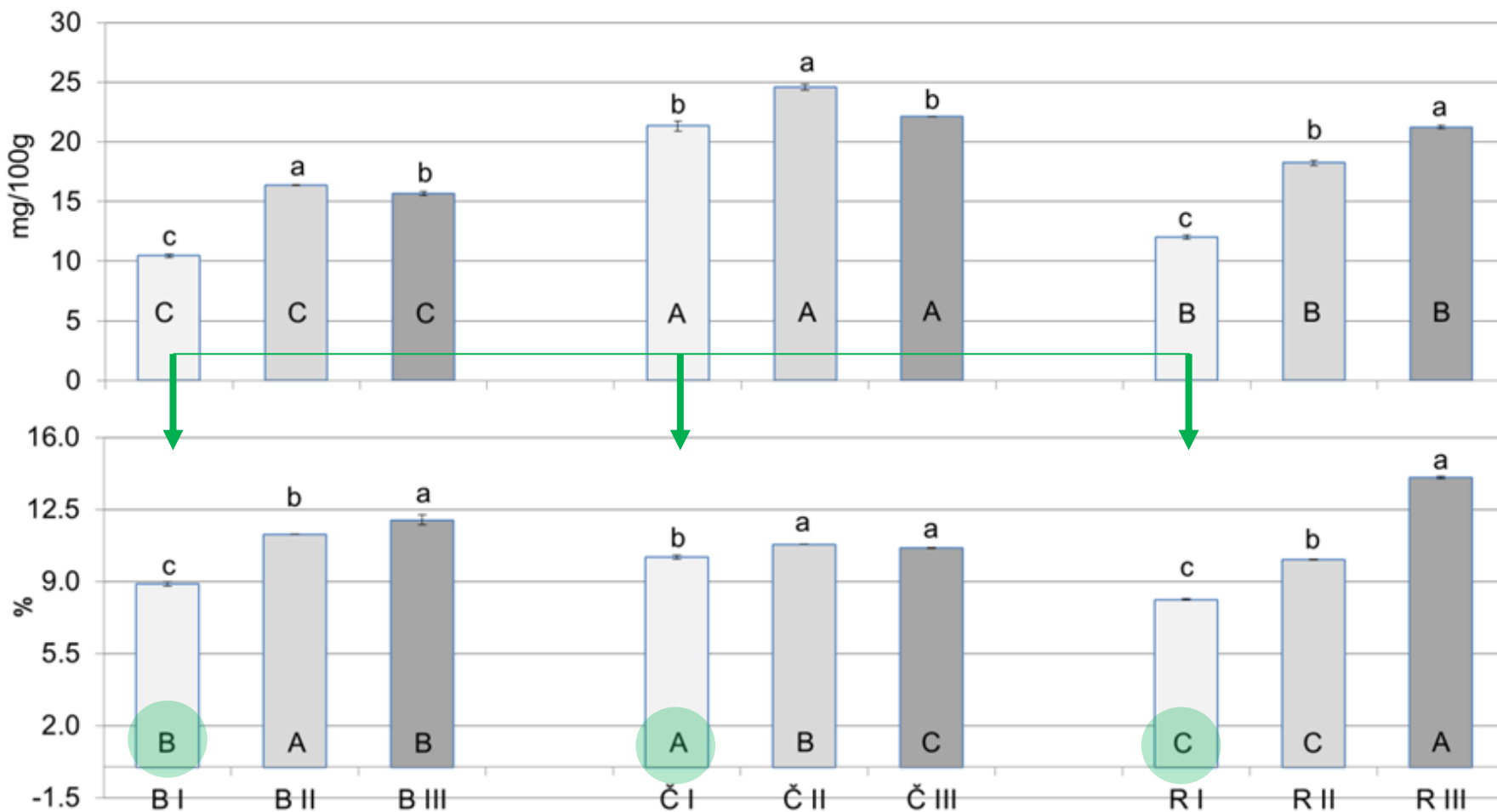
Δ^5 -avenasterol



STEROLI | svježa ulja | sorta

Δ^5 -avenasterol

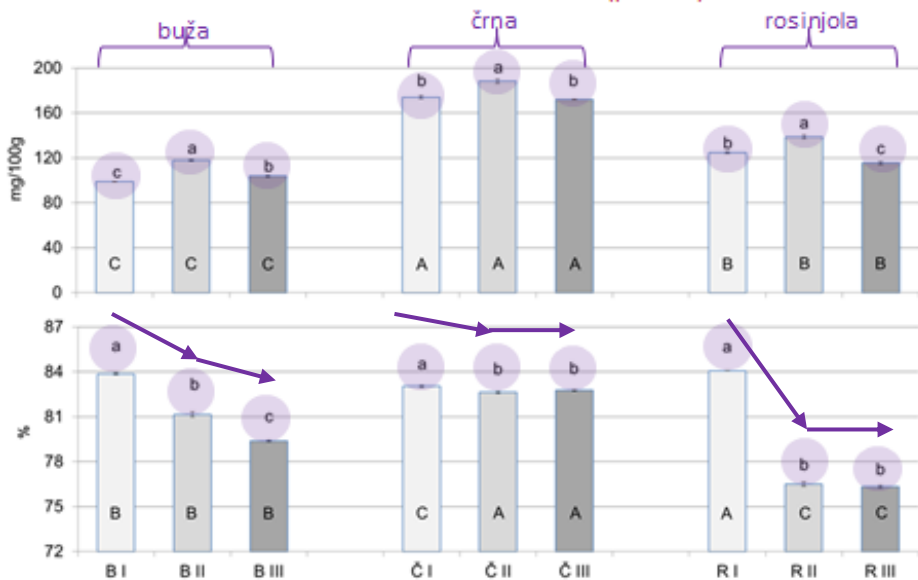
- drugi najzastupljeniji sterol
- c (Δ^5 -avena): $\check{C} > R > B$
- % (Δ^5 -avena): $\check{C} I > B I > R I$
 $B II > \check{C} II > R II$
 $R III > B III > \check{C} III$



STEROLI | svježa ulja | stupanj zrelosti

β -sitosterol

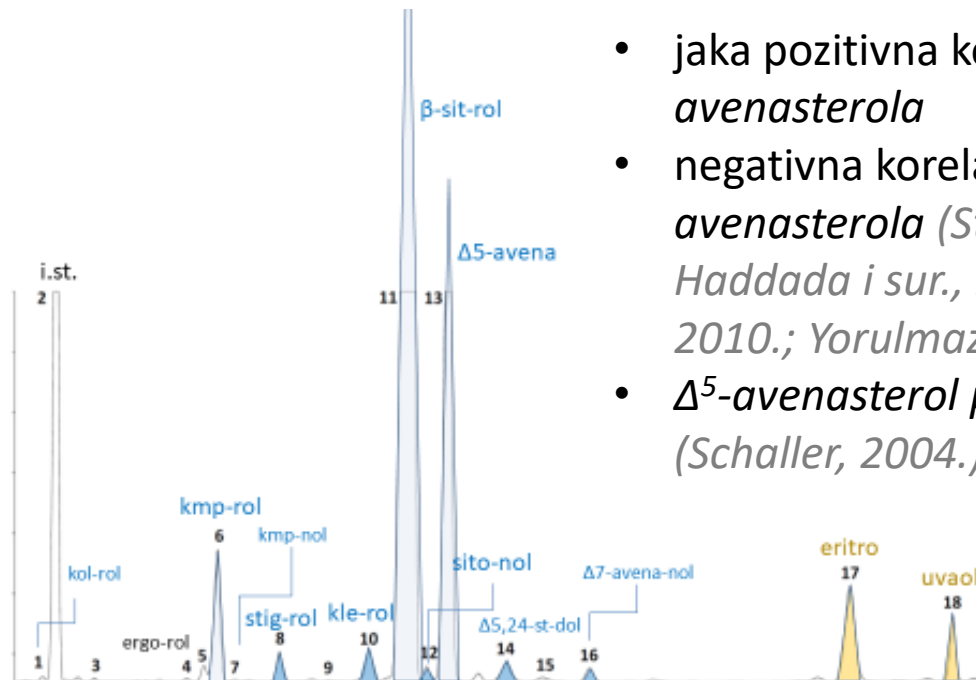
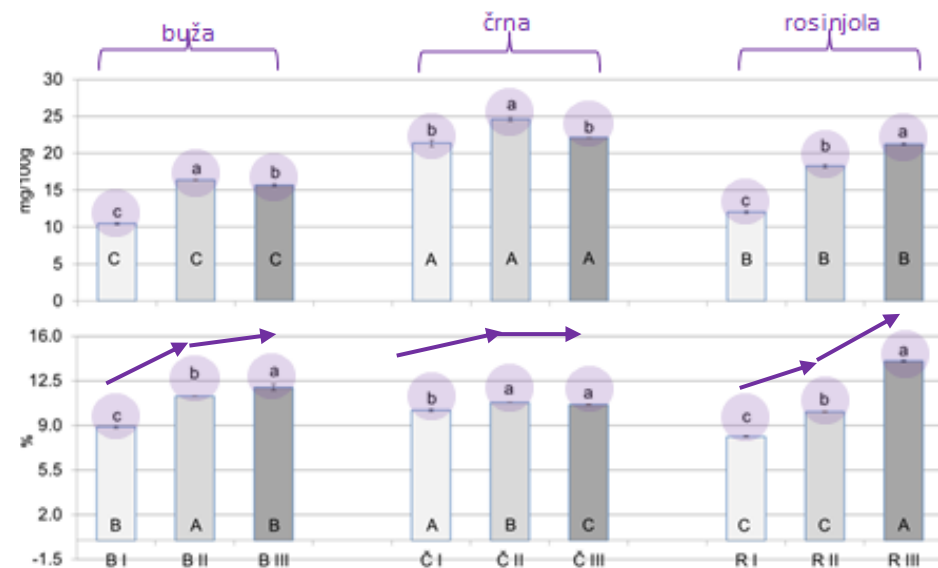
- slični obrasci za c i % u dozrijevanju
- c (β -sit-rol): najviša u II
- % (β -sit-rol): I > II > B III



STEROLI | svježa ulja | stupanj zrelosti

Δ^5 -avenasterol

- c (Δ^5 -avena): I < II (< R III)
- % (Δ^5 -avena): I < II < III (osim Č III)

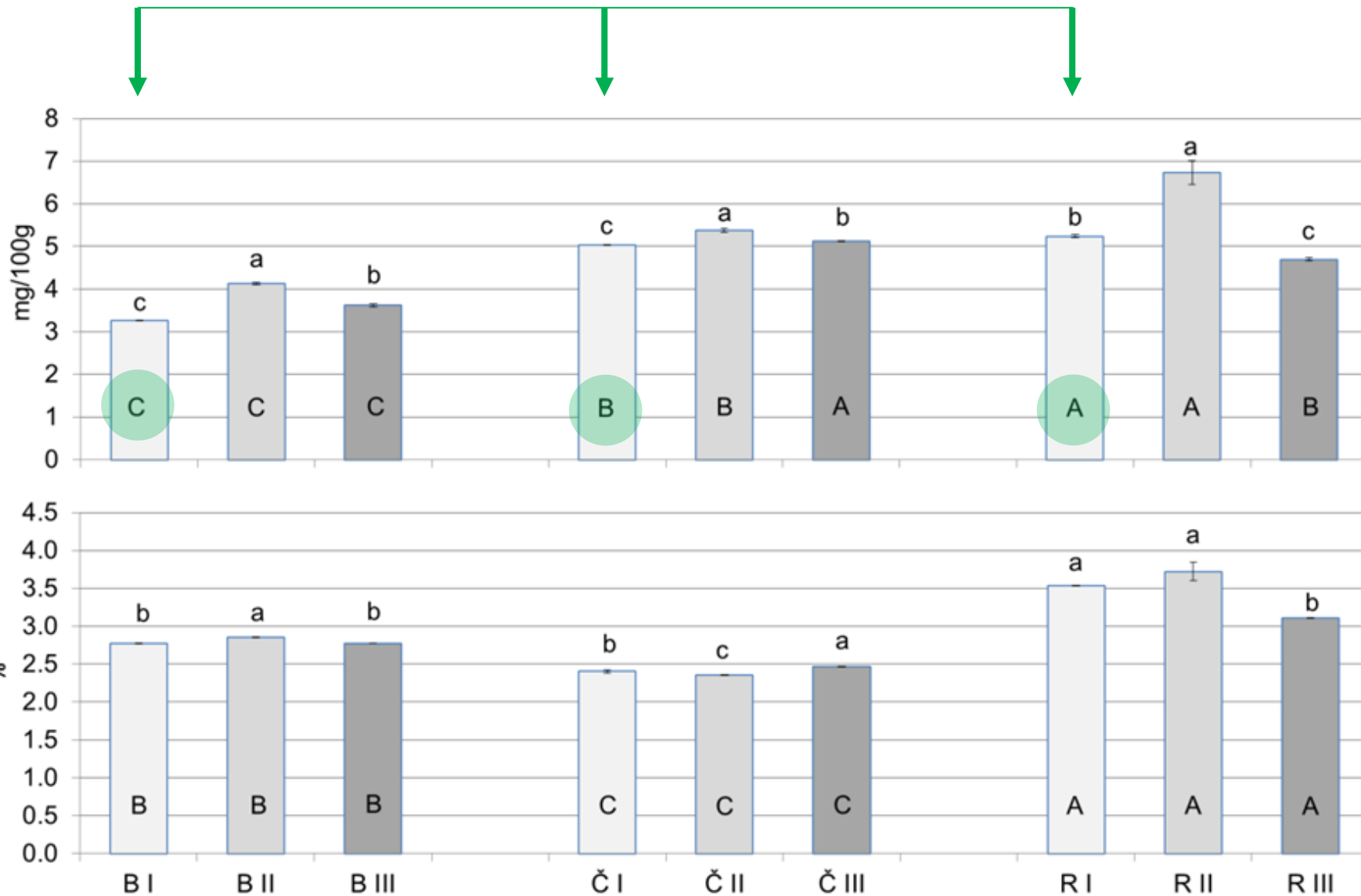


- jaka pozitivna korelacija koncentracija β -sitosterola i Δ^5 -avenasterola
- negativna korelacija rel.udjela β -sitosterola i Δ^5 -avenasterola (Stefanoudaki i sur., 2000.; Alves i sur., 2005.; Haddada i sur., 2007.; Oueslati i sur., 2009.; Ilyasoglu i sur., 2010.; Yorulmaz i sur., 2014.; Fuentes i sur., 2015.)
- Δ^5 -avenasterol prekursor u biosintezi β -sitosterola (Schaller, 2004.) – aktivnost enzima slabi

STEROLI | svježa ulja | sorta

kampesterol

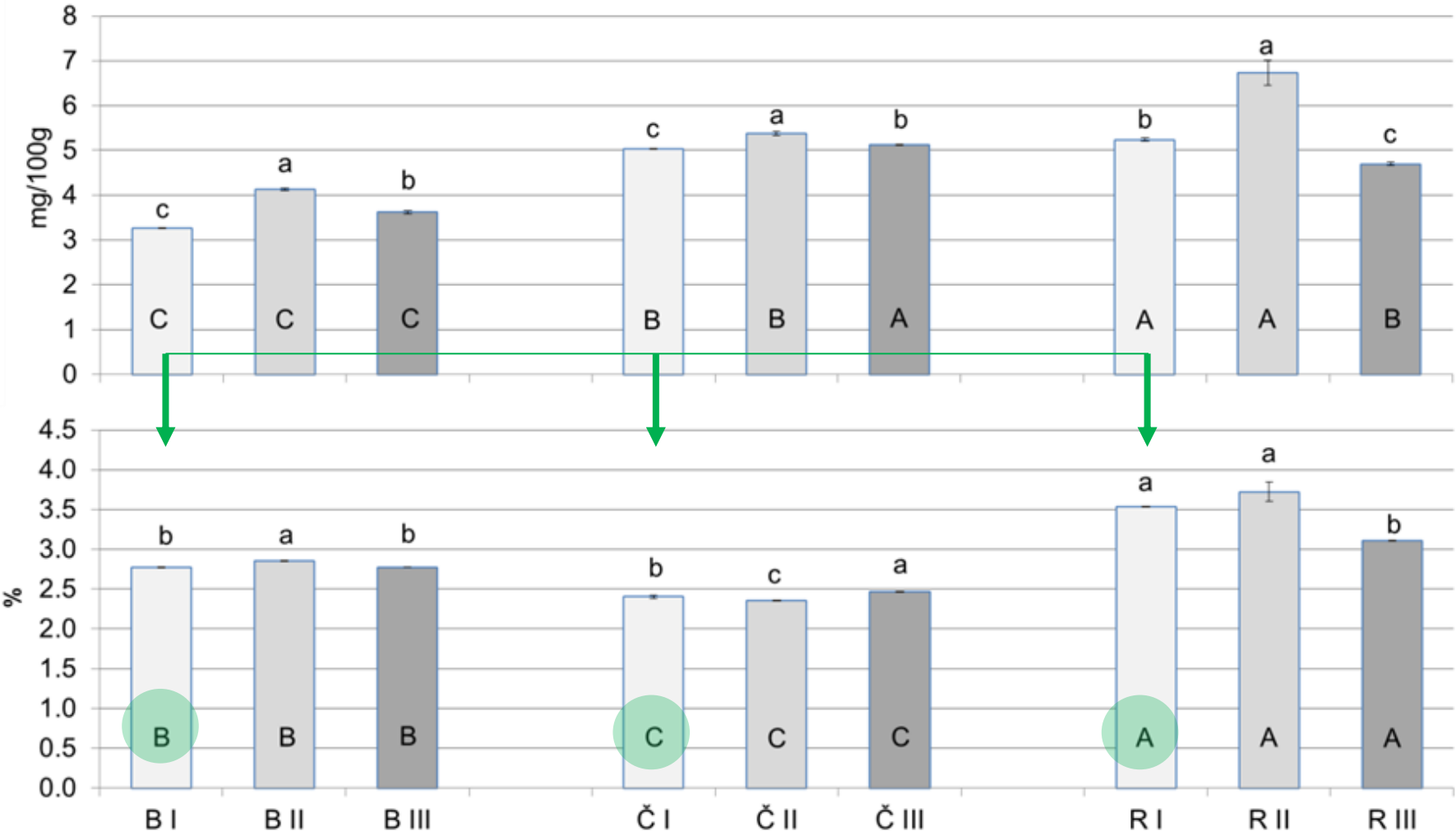
- treći najzastupljeniji sterol
- *c* (kmp-rol): **R I, II > Č I, II > B I, II**
Č III > R III > B III



STEROLI | svježa ulja | sorta

kampesterol

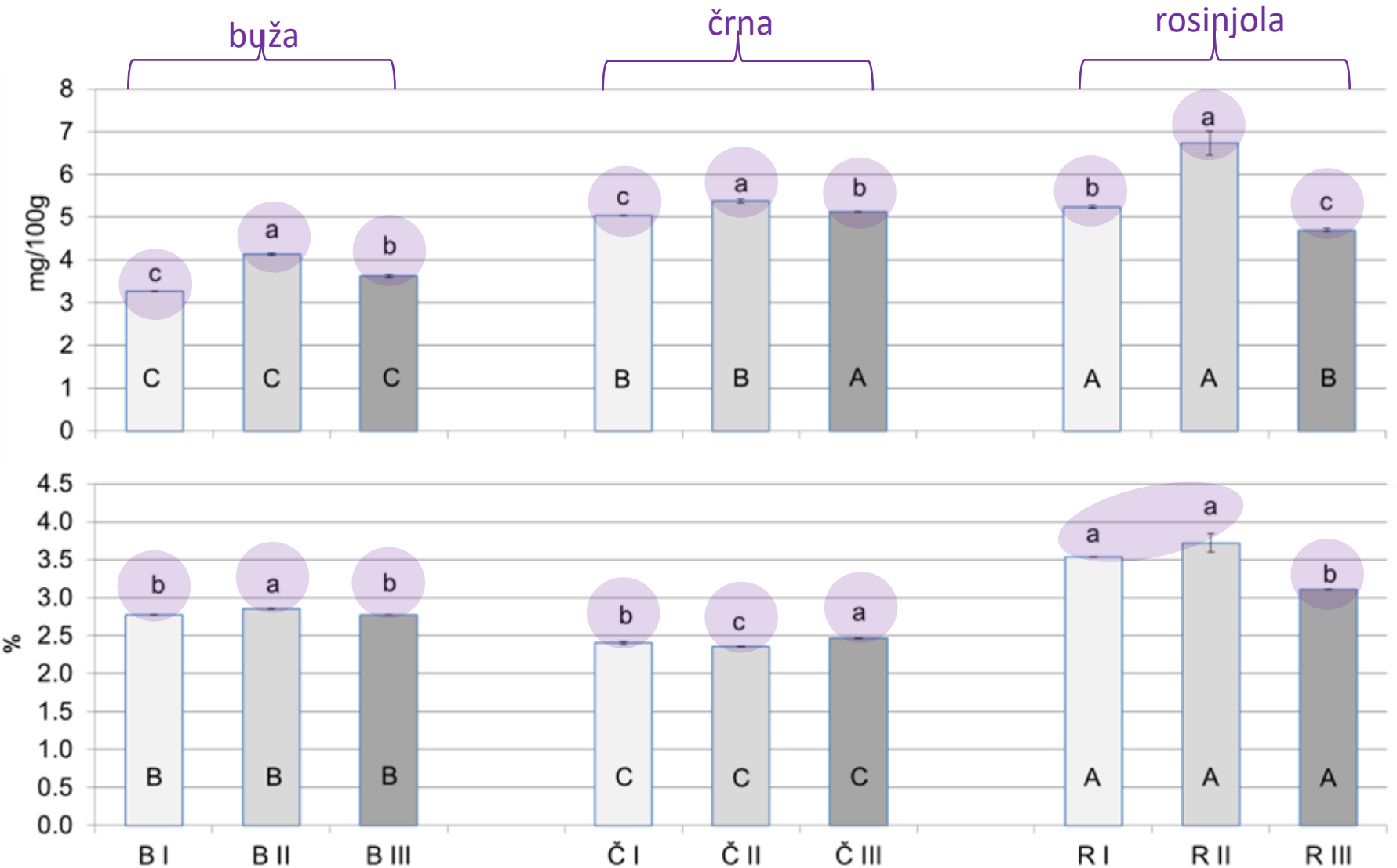
- treći najzastupljeniji sterol
- *c* (kmp-rol): **R I, II > Č I, II > B I, II**
Č III > R III > B III
- % (kmp-rol): **R I > B I > Č I**



STEROLI | svježa ulja | stupanj zrelosti

kampesterol

- **c** (kmp-rol): najviša u II
- **%** (kmp-rol): najviša u II (osim Č II)



STEROLI | svježa ulja | sorta

kampesterol

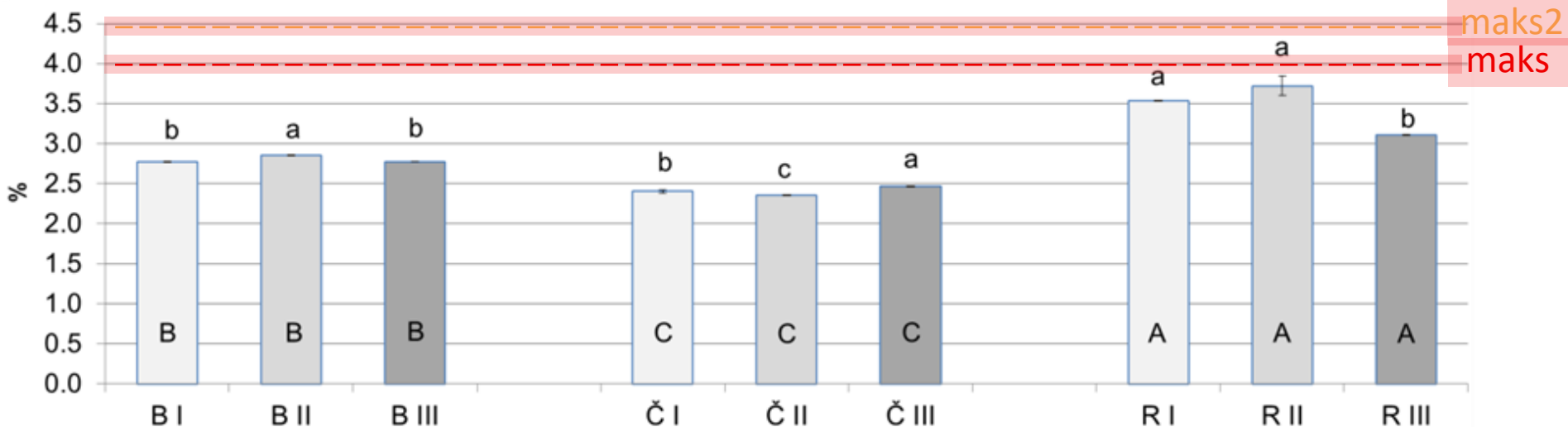
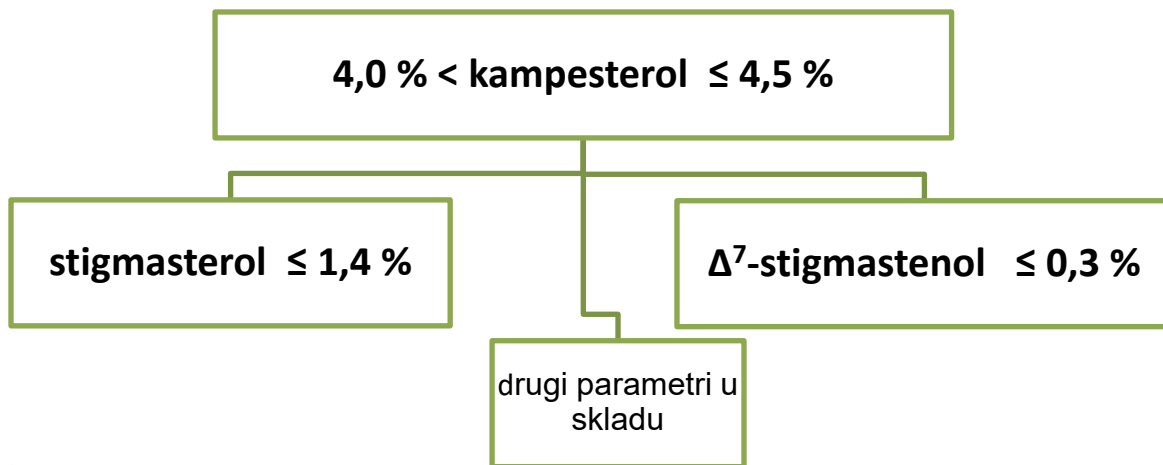
- % (kmp-rol) maks: $\leq 4,0$
- R II blizu granice $< 4,0$ %
- maks2: $\leq 4,5$ (stig-rol; D7-stig-nol)

slučajevi

% (kampesterol) \rightarrow iznad maks.

(Koutsaftakis i sur., 1999.; Rivera del Álamo i sur., 2004.; Sánchez Casas i sur., 2004.; Ceci i Carelli, 2007.; Ilyasoglu i sur., 2010.; Lerma-García i sur., 2011.; Sena-Moreno i sur., 2015.; Kyçyk i sur., 2016.; Deiana i sur., 2019.; Salazar-García i sur., 2019.; Skiada i sur., 2019.)

Dodatak Uredbi - Shema odlučivanja: kampesterol (DMU):



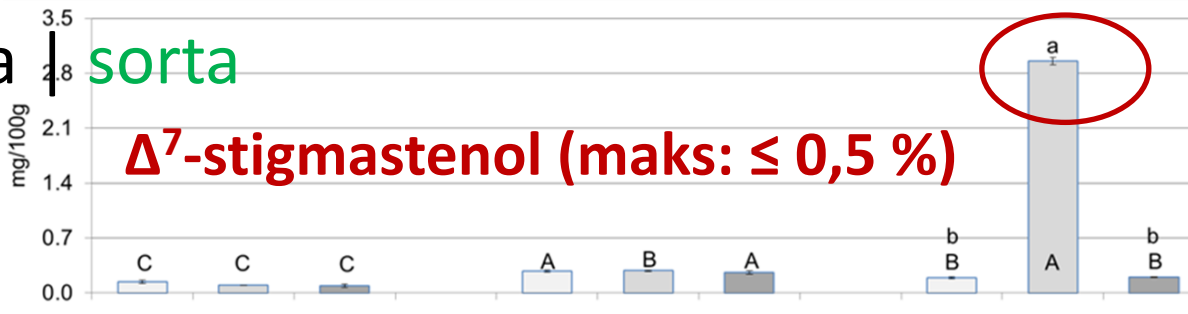
STEROLI | svježa ulja | sorta

Predloženi novi dodatni kriterij za djevičanska, uklj. lampante (IOC TS Rev.19):

$$\frac{\text{uk. } \beta\text{-sitosterol}}{\text{kampesterol}} \geq 28$$

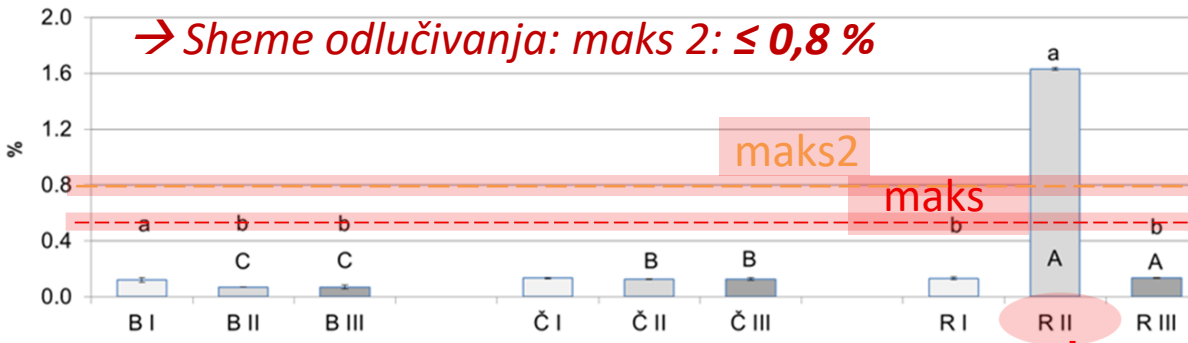
→ R II: 24,02

→ Č III: 38,71

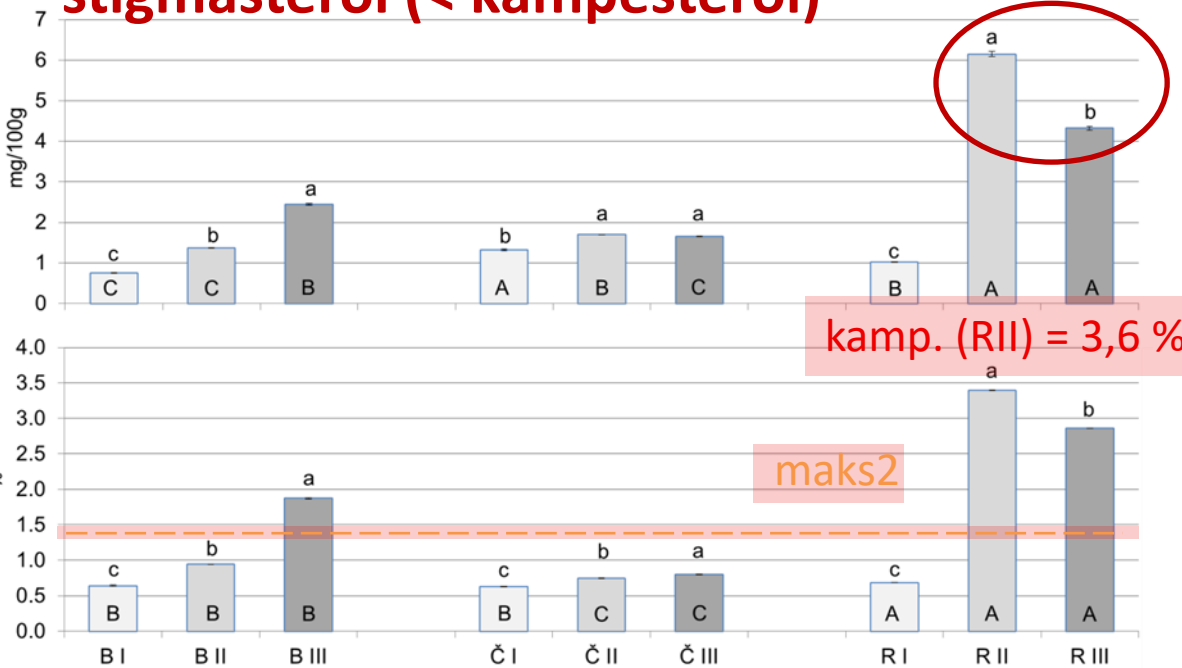


Δ⁷-stigmastenol (maks: ≤ 0,5 %)

→ *Scheme odlučivanja: maks 2: ≤ 0,8 %*



stigmasterol (< kampesterol)



kamp. (R II) = 3,6 %

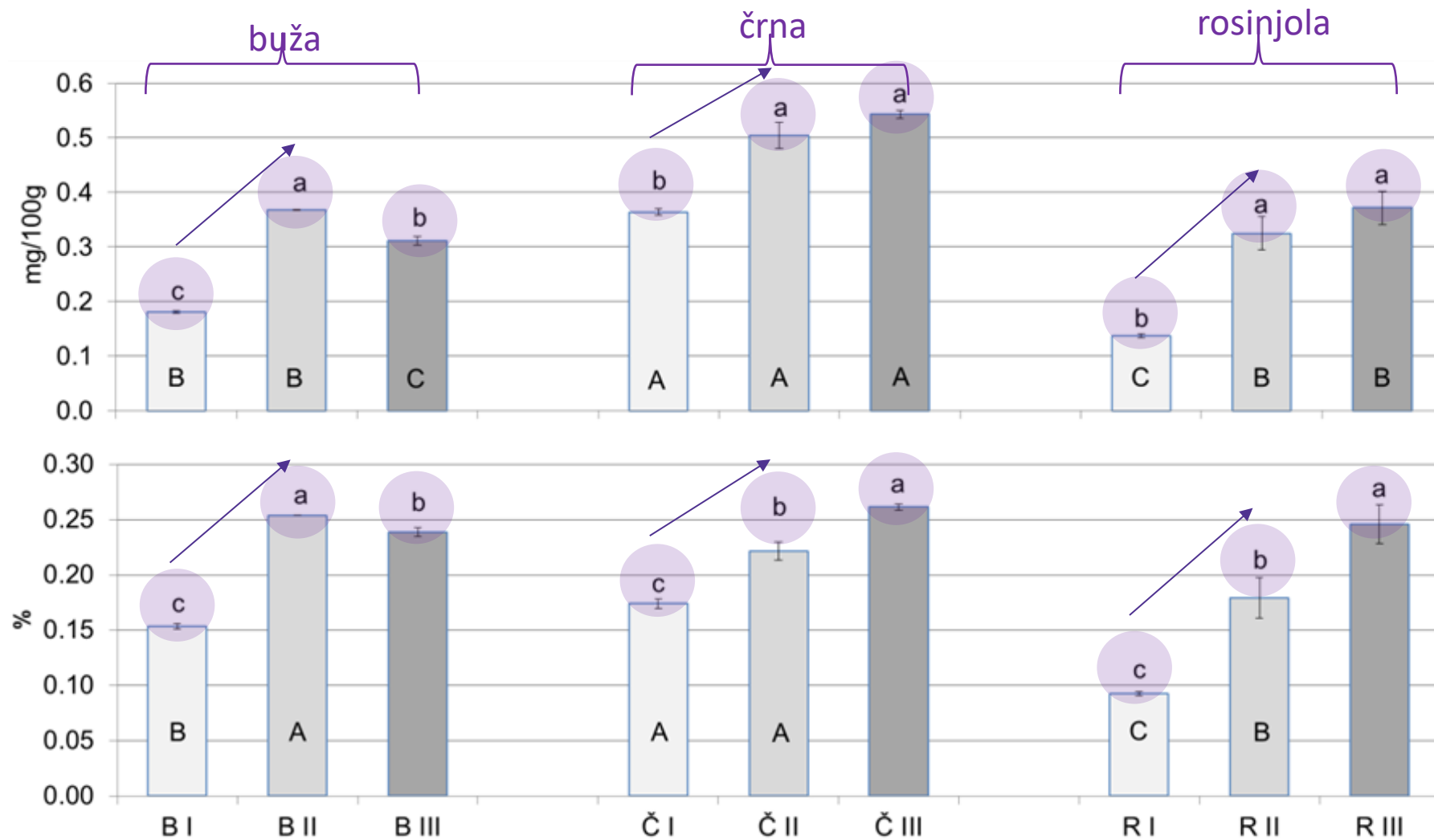
slični slučajevi

% (Δ⁷-stigmastenol) → iznad maks.
 (Ceci i Carelli, 2007.; Krichène i sur., 2010.; Noorali i sur., 2014.; Yorulmaz i sur., 2014.; Bozdogan Konuskan i Mungan, 2016.; Kyçyk i sur., 2016.; Yorulmaz i Konuskan, 2017.)

STEROLI | svježa ulja | stupanj zrelosti

24-metilen-kolesterol

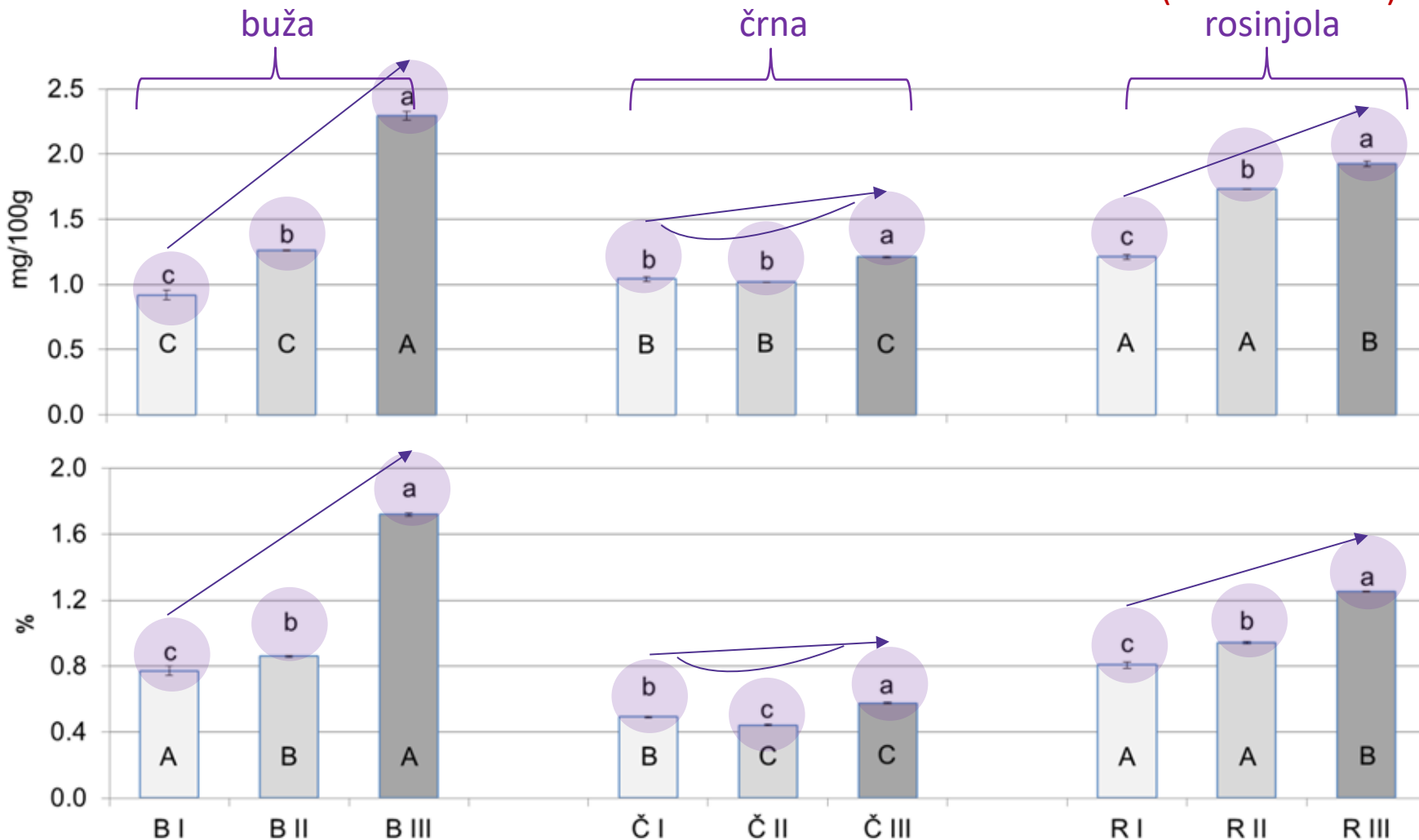
- *c* (24-mkl-rol): Č > B; R
- % (24-mkl-rol): Č I, II > B I, II; R I, II
- *c* i % (24-mkl-rol): I < II



STEROLI | svježa ulja | stupanj zrelosti

eritrodiol

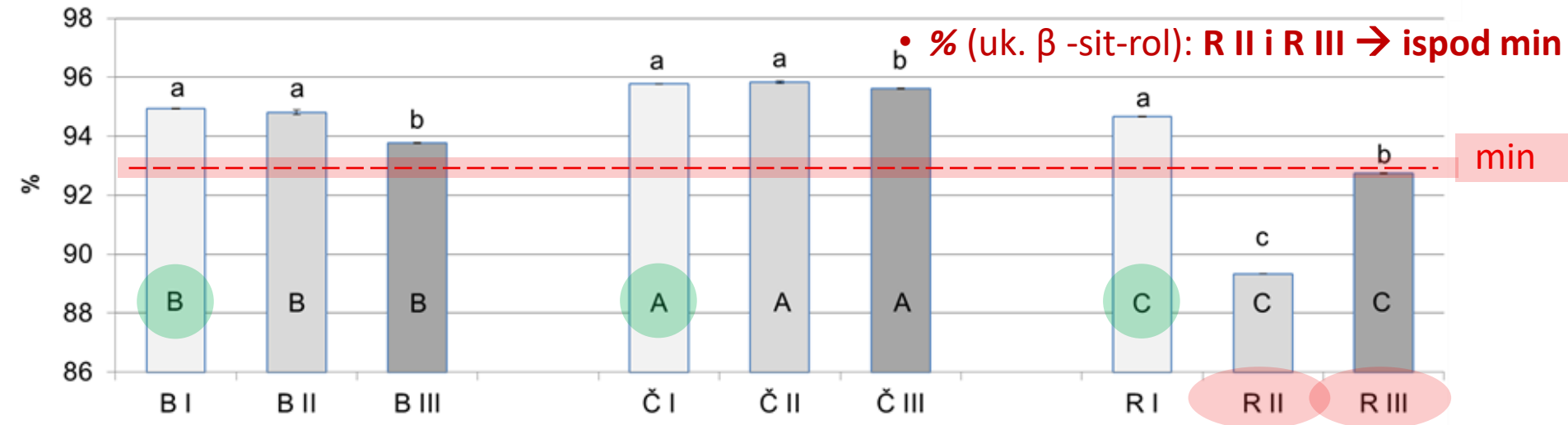
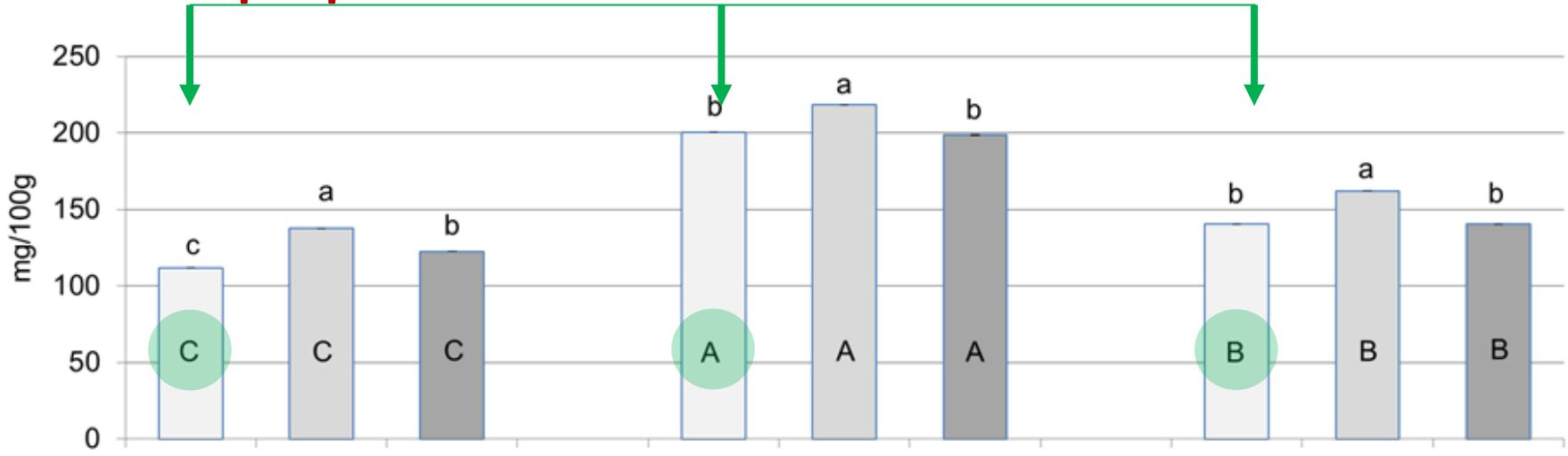
- sorta: **c** (eritro): **R I,II > Č I, II > B I, II**
B III > R III > Č III
- sorta: **%** (eritro): **B; R > Č**
- **c i %**: **I < II < III** (osim za Č I i II)



STEROLI | svježa ulja | sorta

- c , % (uk. β -sit-rol) = Č > R > B
- sortne razlike: β -sit-rol = uk. β -sit-rol

ukupni β -sitosterol

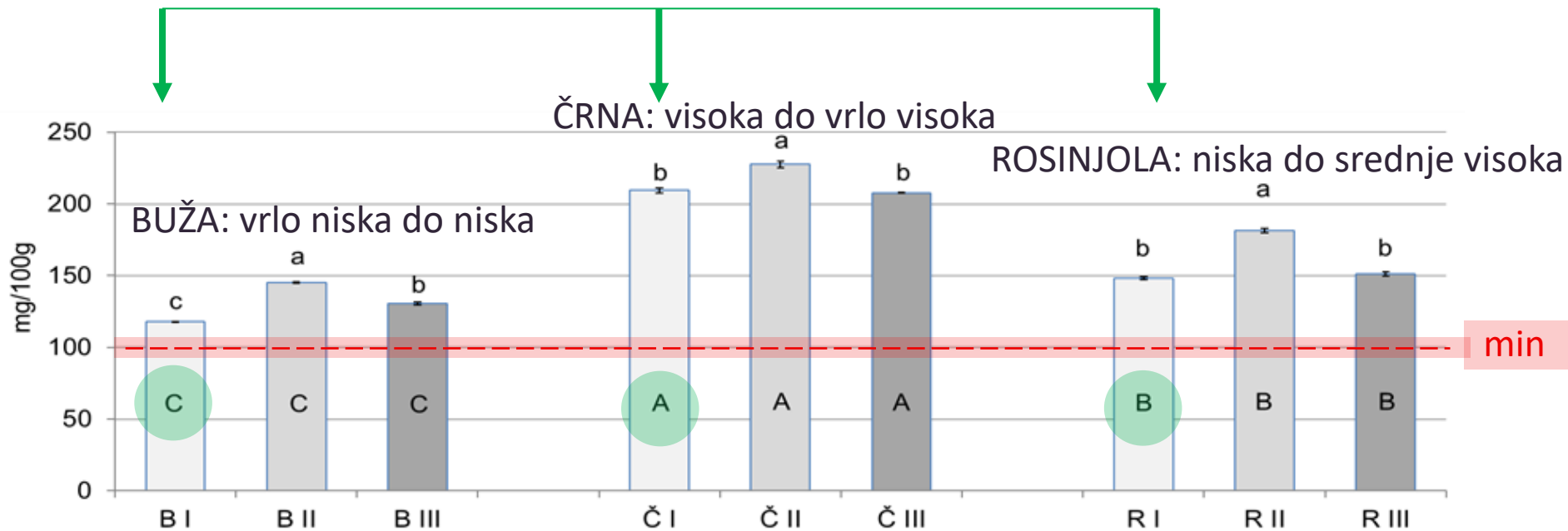


- *slični slučajevi* (Ceci i Carelli, 2007.; Krichène i sur., 2010.; Noorali i sur., 2014.; Bozdogan Konuskan i Mungan, 2016.; Kyçyk i sur., 2016.; Salazar-García i sur., 2019.)

STEROLI | svježa ulja | sorta

ukupni steroli

- **c** (uk.steroli): Č > R > B
- **BI** – blizu donje granice

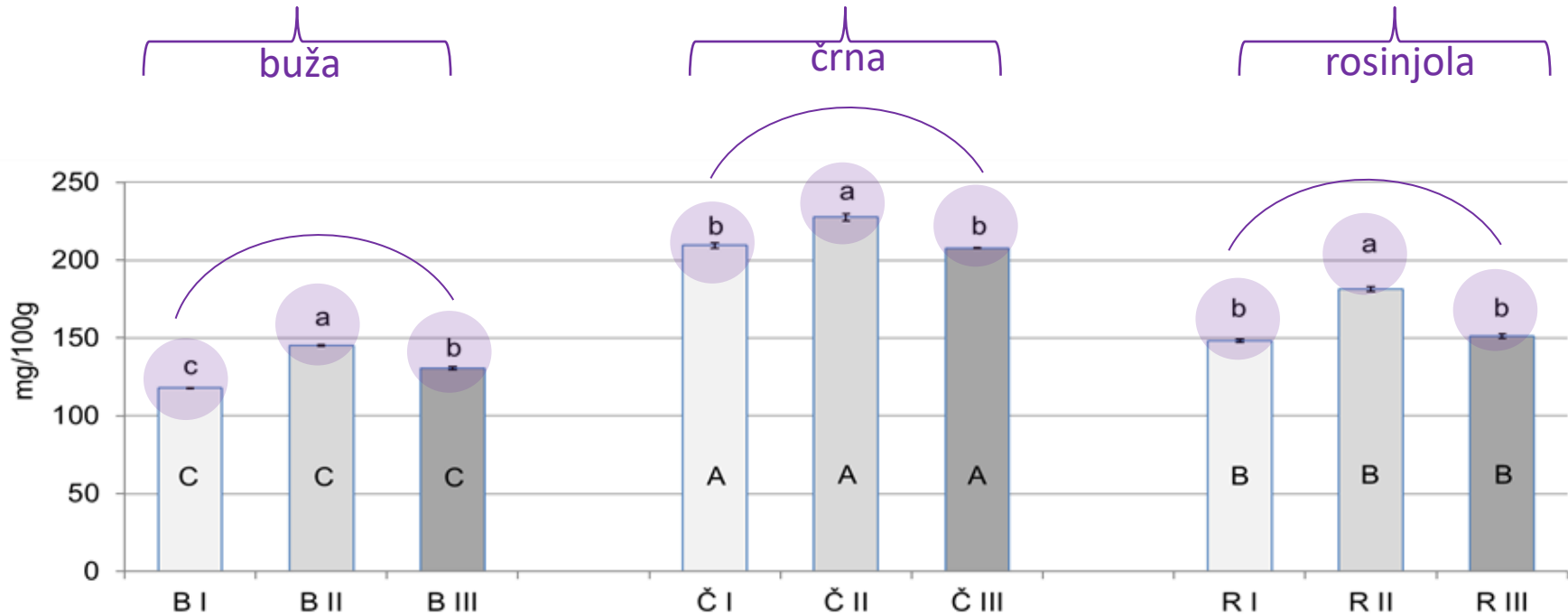


- Klasifikacija prema **koncentraciji ukupnih sterola** (*Kyçyk i sur., 2016.*)
- Zabilježene vrijednosti niže od granice od 100 mg/100 g propisane Uredbom Europske komisije EK, 2019. (*Pardo i sur., 2013.; Sena-Moreno i sur., 2015.; Pardo i sur., 2020. ; Stefanoudaki i sur., 2000.; Skiada i sur., 2019.; 2020.a; 2020.b; Deiana i sur., 2019. ; Yorulmaz i Konuskan, 2017.; Demirag i Konuskan, 2021.*)

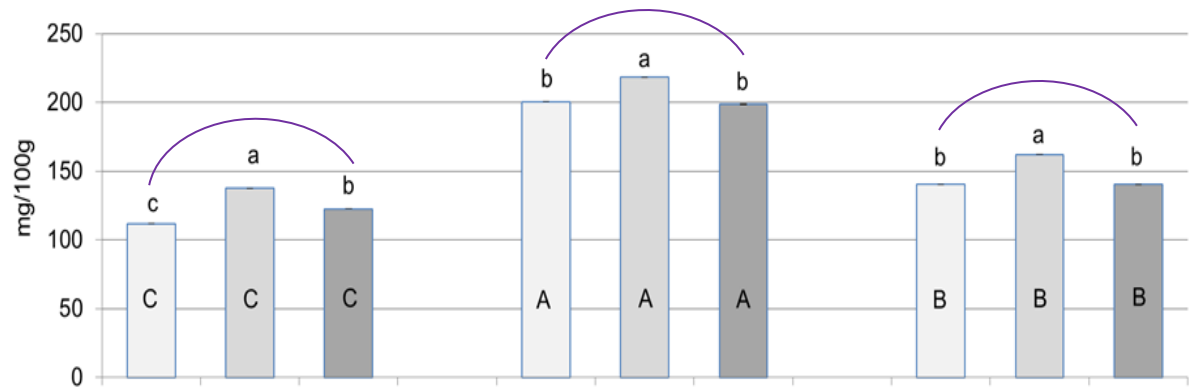
STEROLI | svježa ulja | stupanj zrelosti

ukupni steroli

- **c** (uk.steroli): II > I, III
- iste razlike kao za **c** (uk. β -sitosterol)



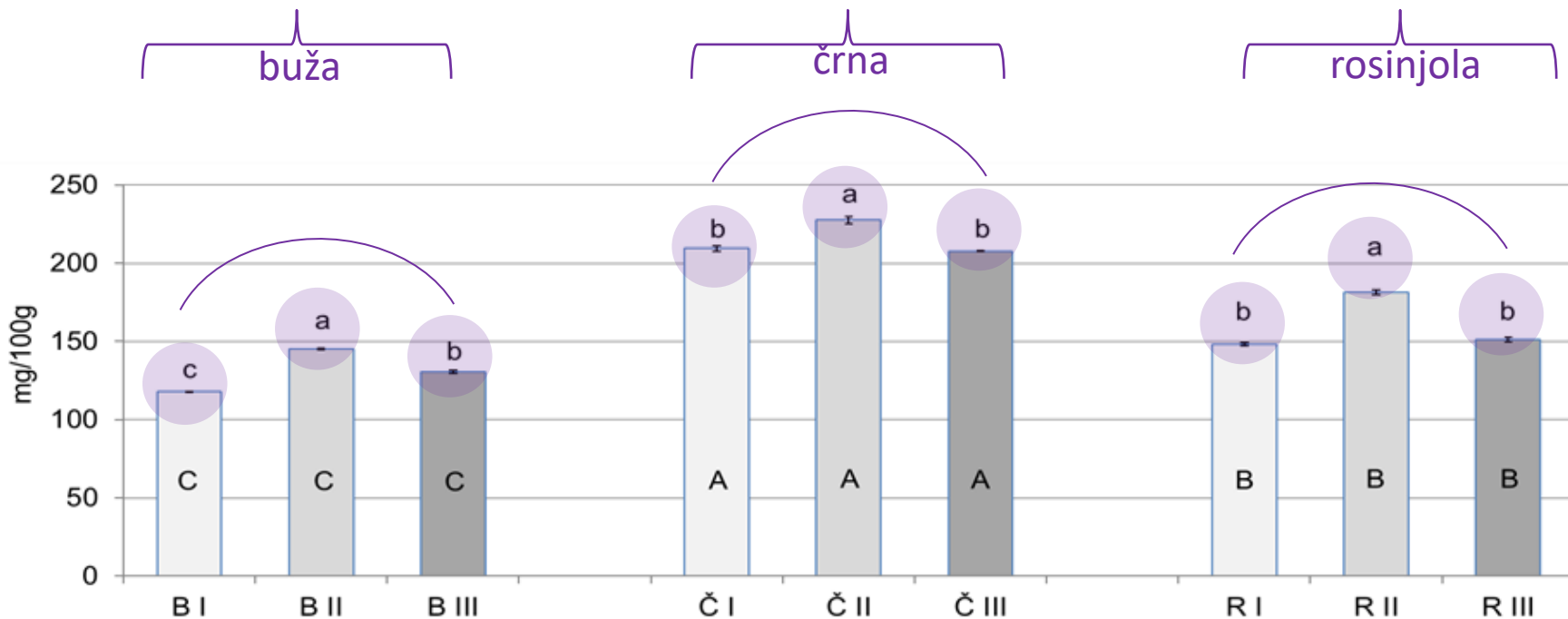
ukupni β -sitosterol



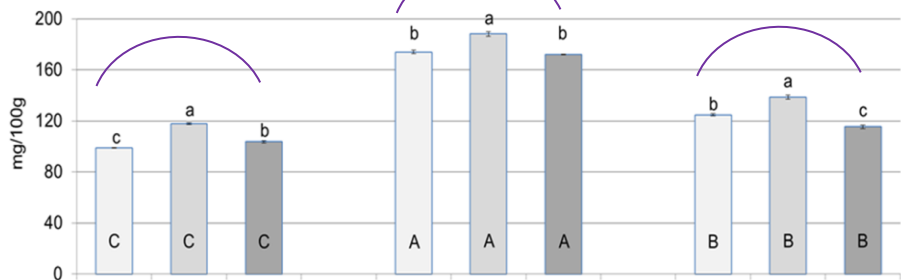
STEROLI | svježa ulja | stupanj zrelosti

ukupni steroli

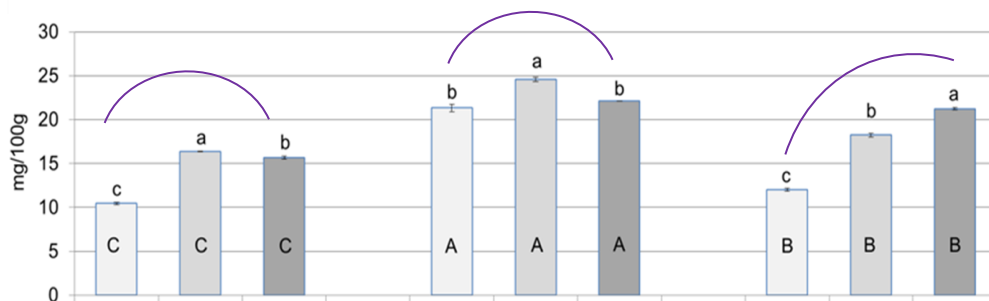
- **c** (uk.steroli): II > I, III
- iste razlike kao za **c** (β -sit-rol i $\Delta 5$ -avena)



β -sitosterol



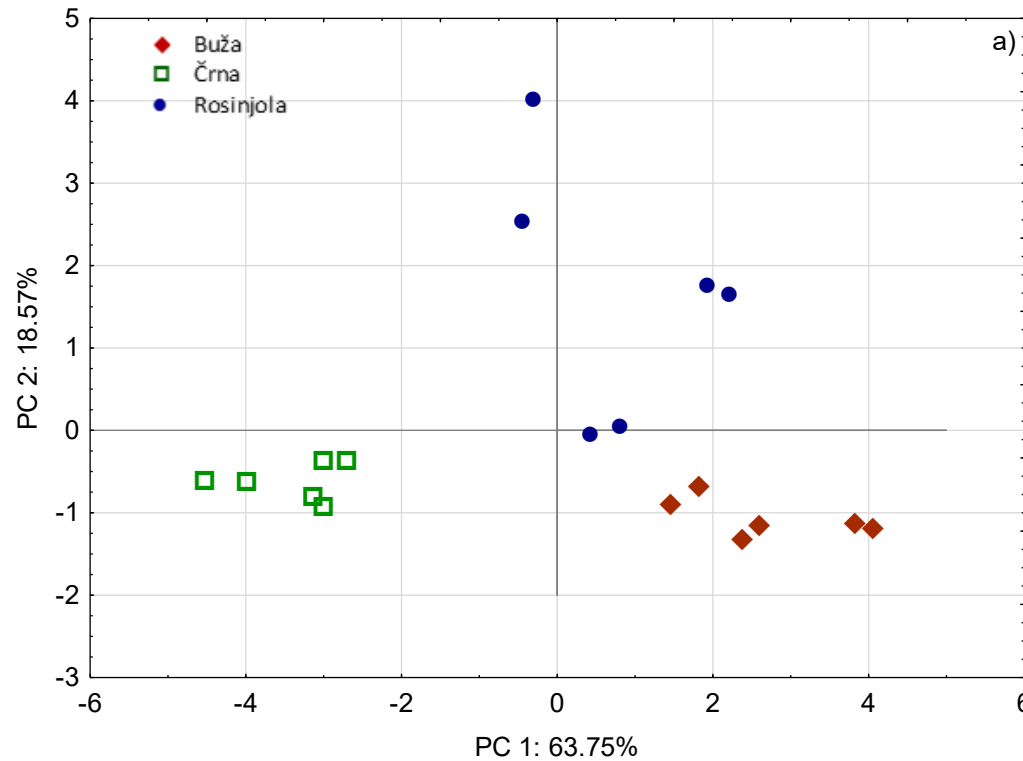
$\Delta 5$ -avenasterol



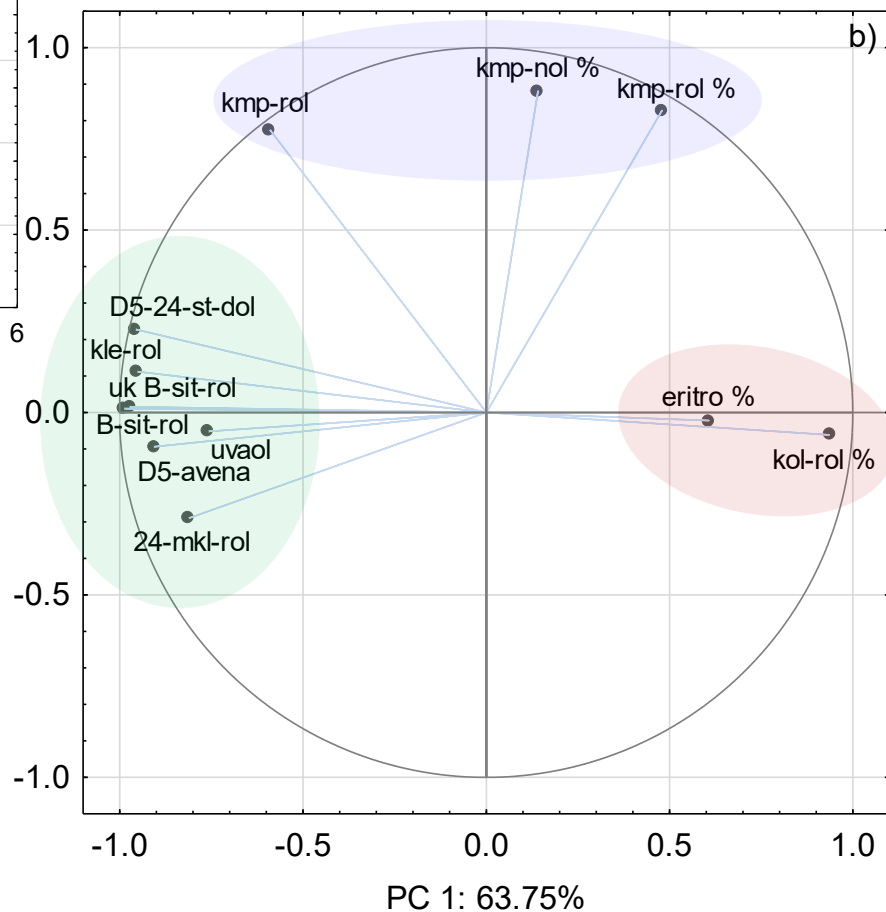
STEROLI | svježa ulja | sorta



- relativno uspješno razdvajanje s obzirom na sortu (12 varijabli – poč. od najviše F -vrijednosti)

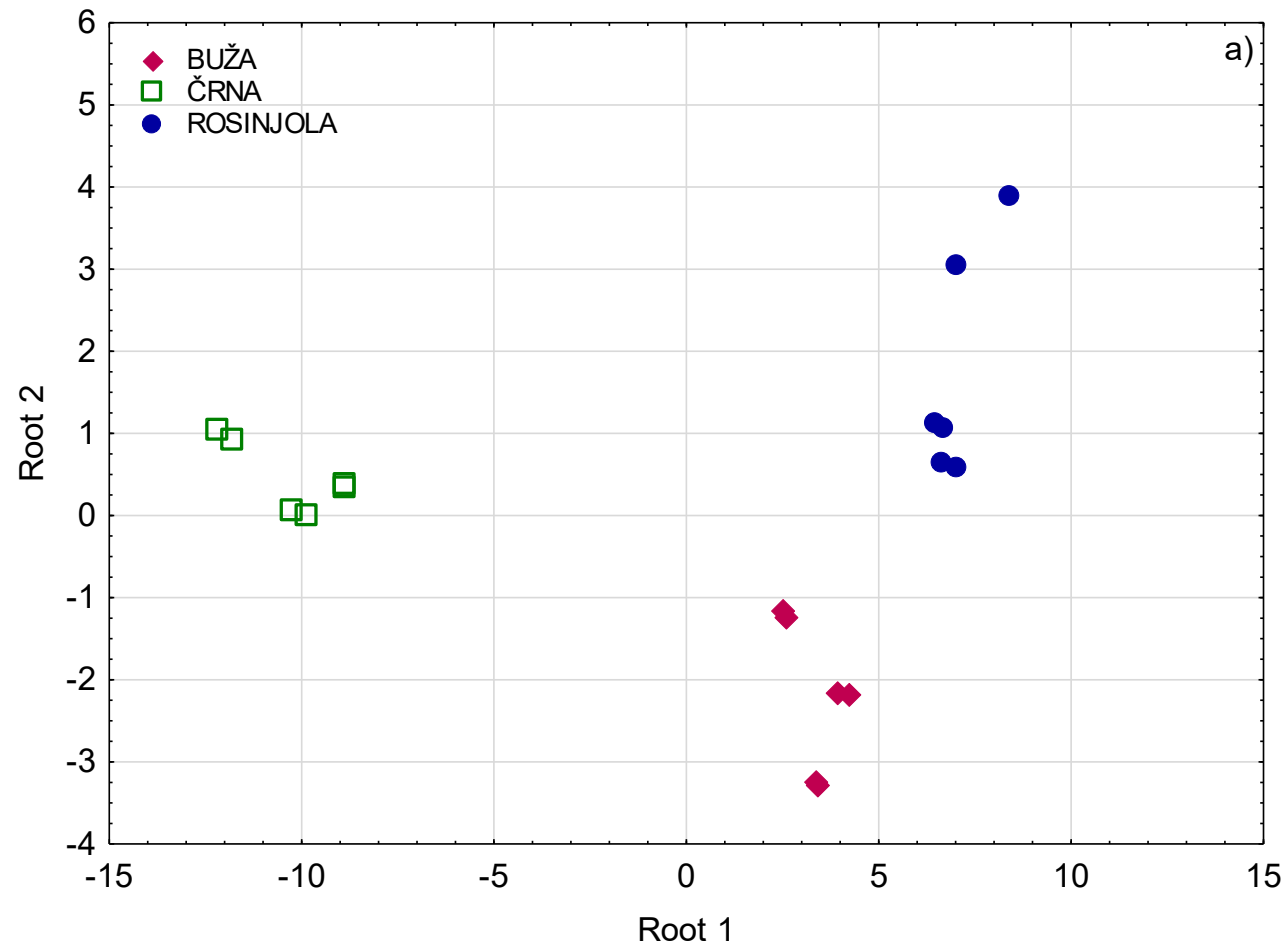


PC1 + PC2 = 82 %



PCA

STEROLI | svježa ulja | sorta



1. β -sit-rol

→ 78% (100% Č)

2. % kmp-rol

→ (100% B)

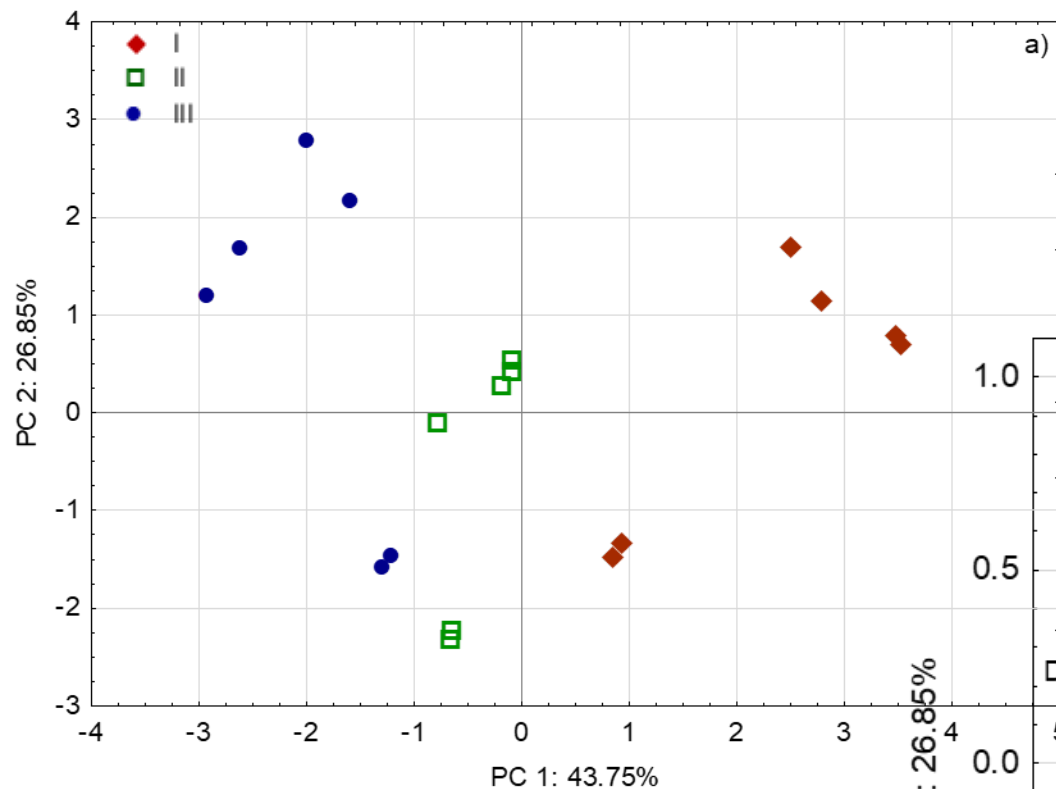
3. % $\Delta 5$ -avena

→ 100 %

LDA

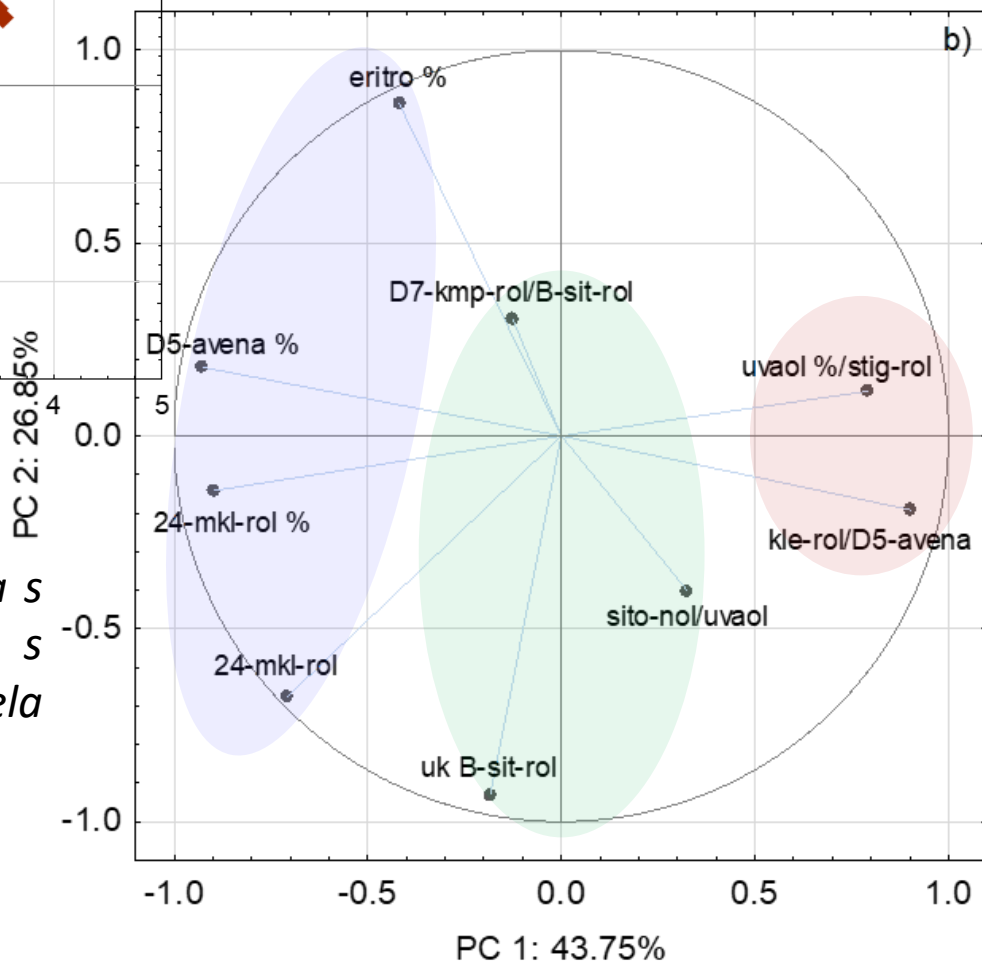
- 100 % točna klasifikacija svih 18 uzoraka svježih ulja (3 varijable od 34)

STEROLI | svježa ulja | stupanj zrelosti



PC1 + PC2 = 71 %

„Razdvajanje postignuto tek sa sterolima s najvišim *F* vrijednostima u kombinaciji s omjerima koncentracija ili relativnih udjela određenih sterola i triterpenskikh diola.”

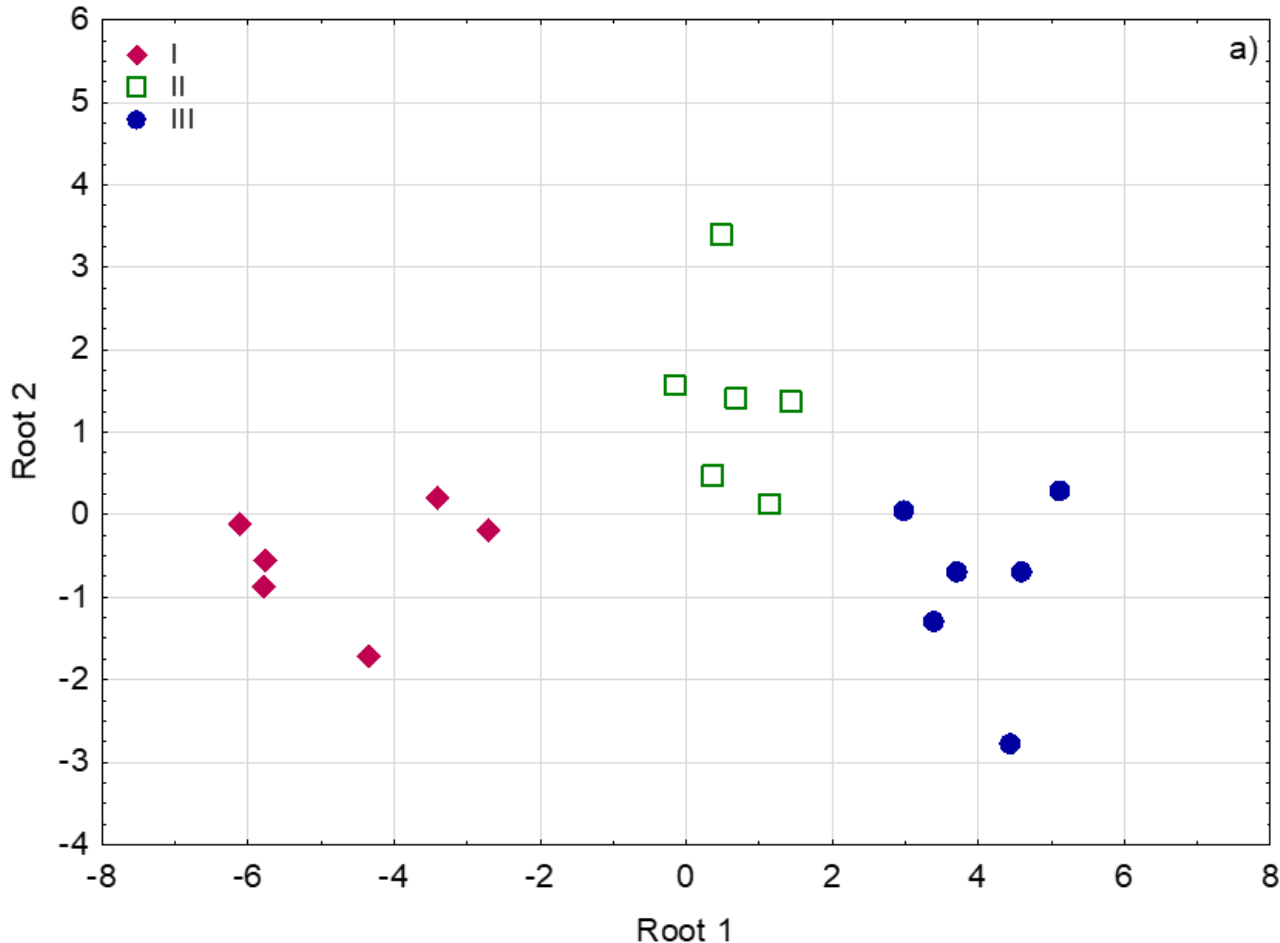


PCA

STEROLI | svježa ulja | stupanj zrelosti



- osim c i % sterola, uključeni i omjeri u model



1. 24-mkl-rol

→ (100% I)

2. eritro

→ (100% II)

3. % uvaol

4. sito-nol/uvaol

→ (100%)

5. % 24-mkl-rol

LDA • 100 % ispravna klasifikacija svih 18 uzoraka svježih ulja (5 varijabli od 34)



→ **USPJEŠNO RAZLIKOVANJE SORTA / STUPANJ ZRELOSTI
UNATOČ ČINJENICI DA POSTOJI MEĐUOVISNOST DJELOVANJA**



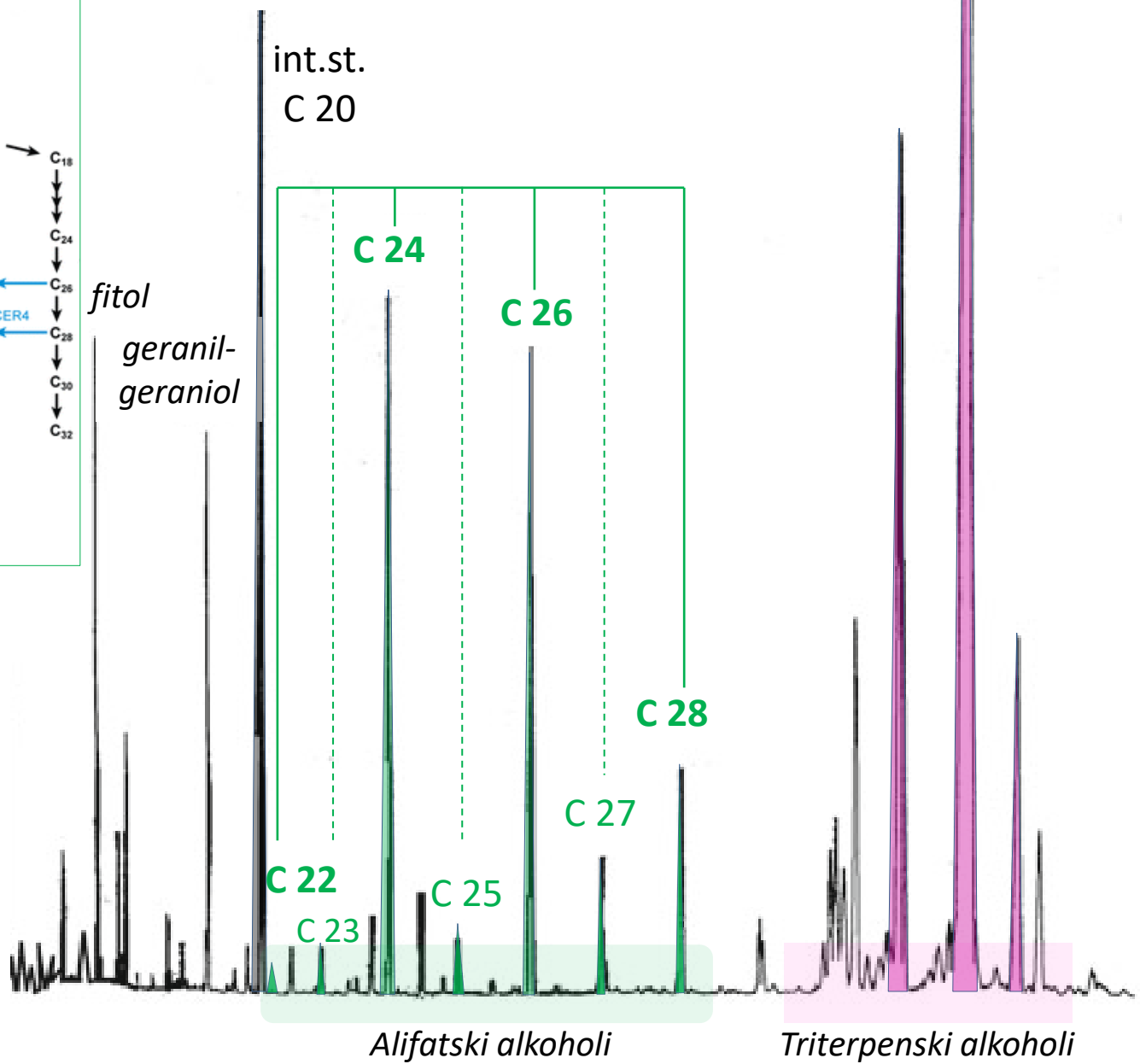
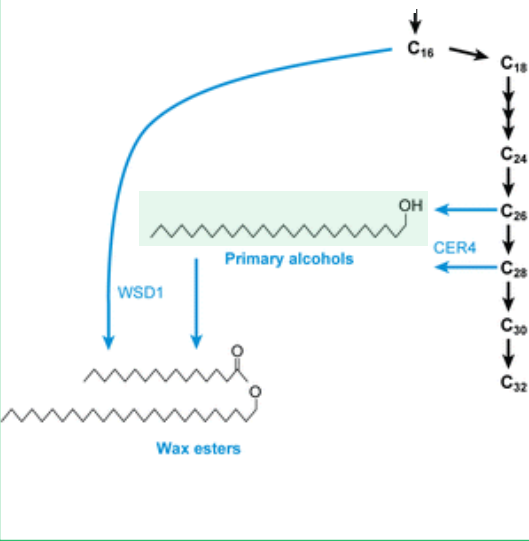
UTJECAJ SORTE I STUPNJA ZRELOSTI MASLINA NA STEROLE I TRITERPENSKE DIOLE U SVJEŽIM ULJIMA



**UTJECAJ SORTE I STUPNJA ZRELOSTI MASLINA NA
ALIFATSKE ALKOHOLE
U SVJEŽIM ULJIMA**

Simbolički prikaz kromatograma alifatskih i triterpenskih alkohola

Biosinteza AA C 26

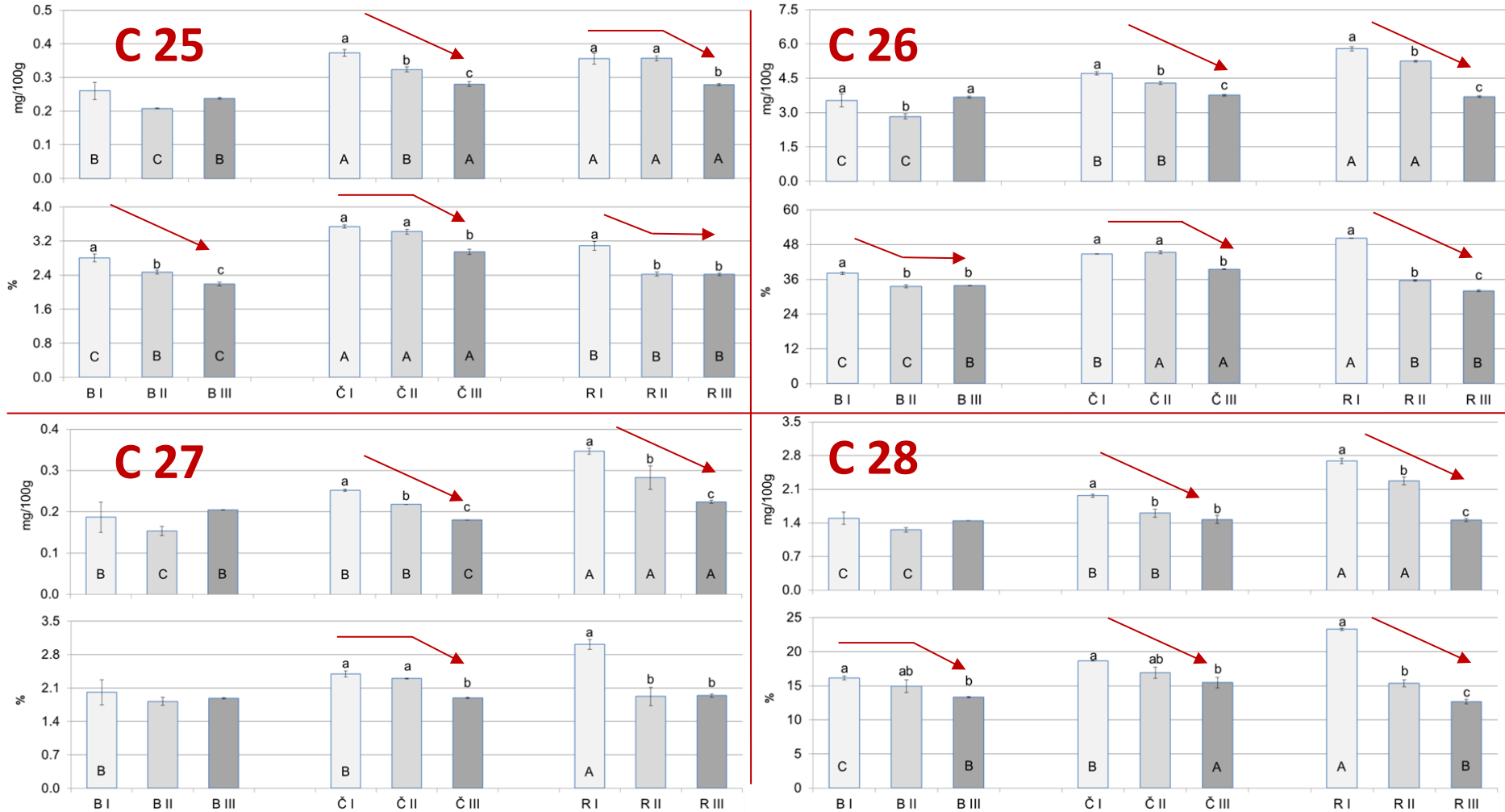


Alifatski alkoholi

Triterpenski alkoholi

ALIFATSKI ALKOHOLI | svježā ulja | stupanj zrelosti

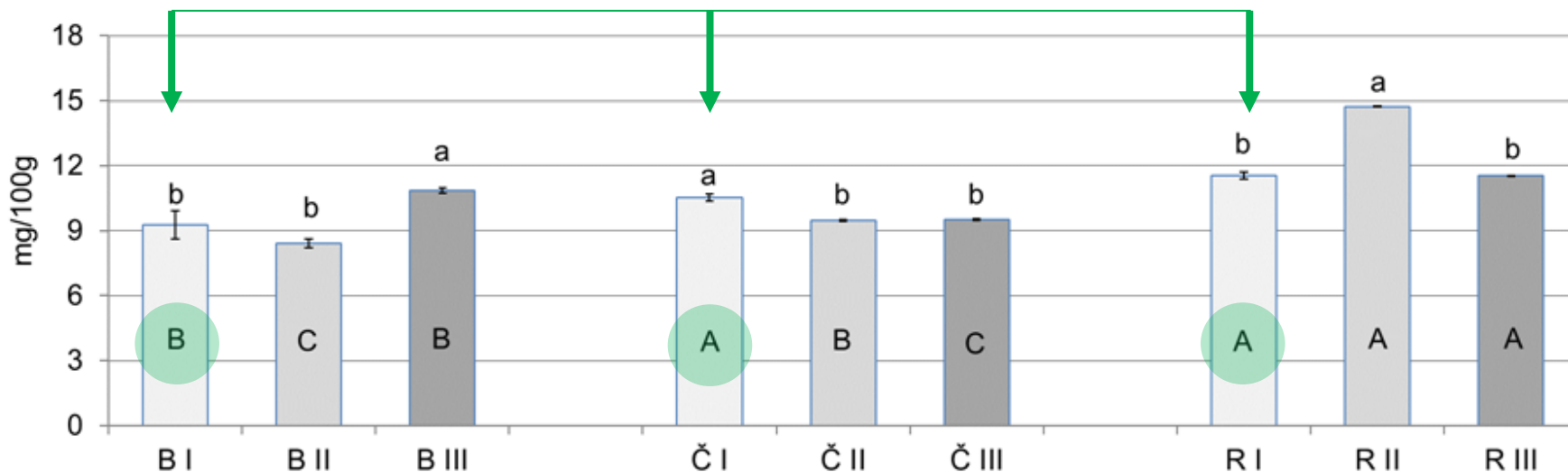
- AA dužeg lanca - sniženje koncentracija i relativnih udjela (Č, R)



ALIFATSKI ALKOHOLI | svježa ulja | sorta

ukupni alifatski alkoholi

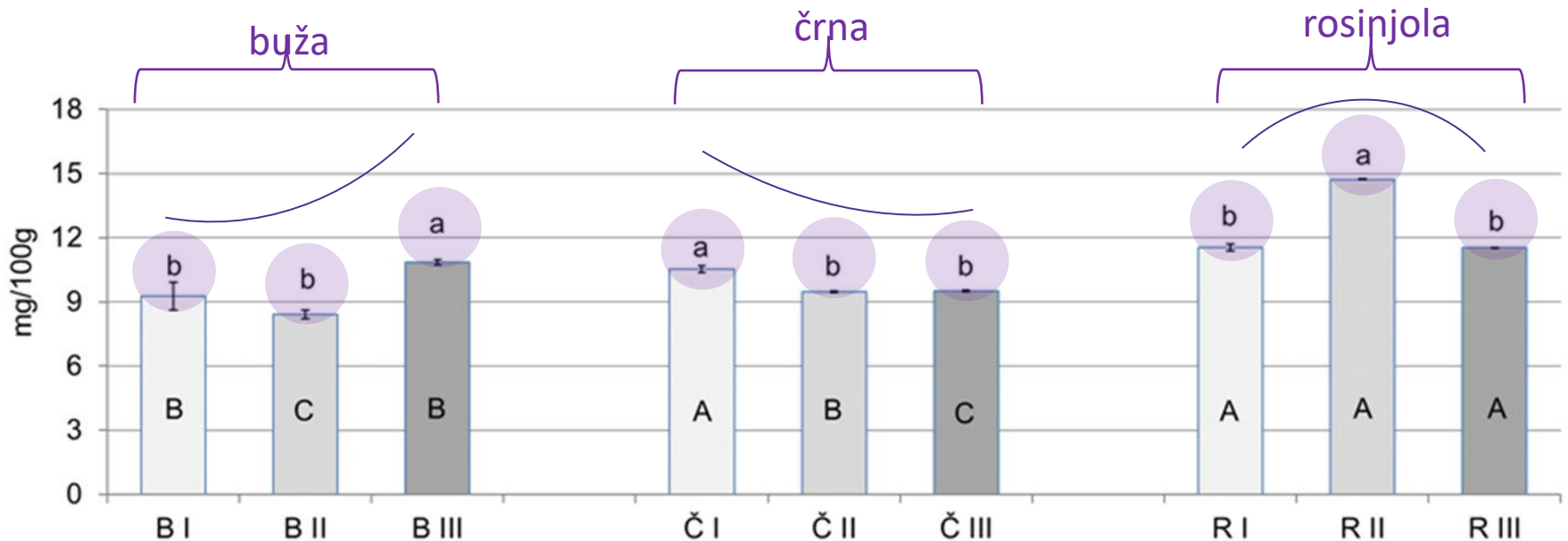
- c (uk. AA): $R > \check{C} > B$ (osim $\check{C} I = RI$)



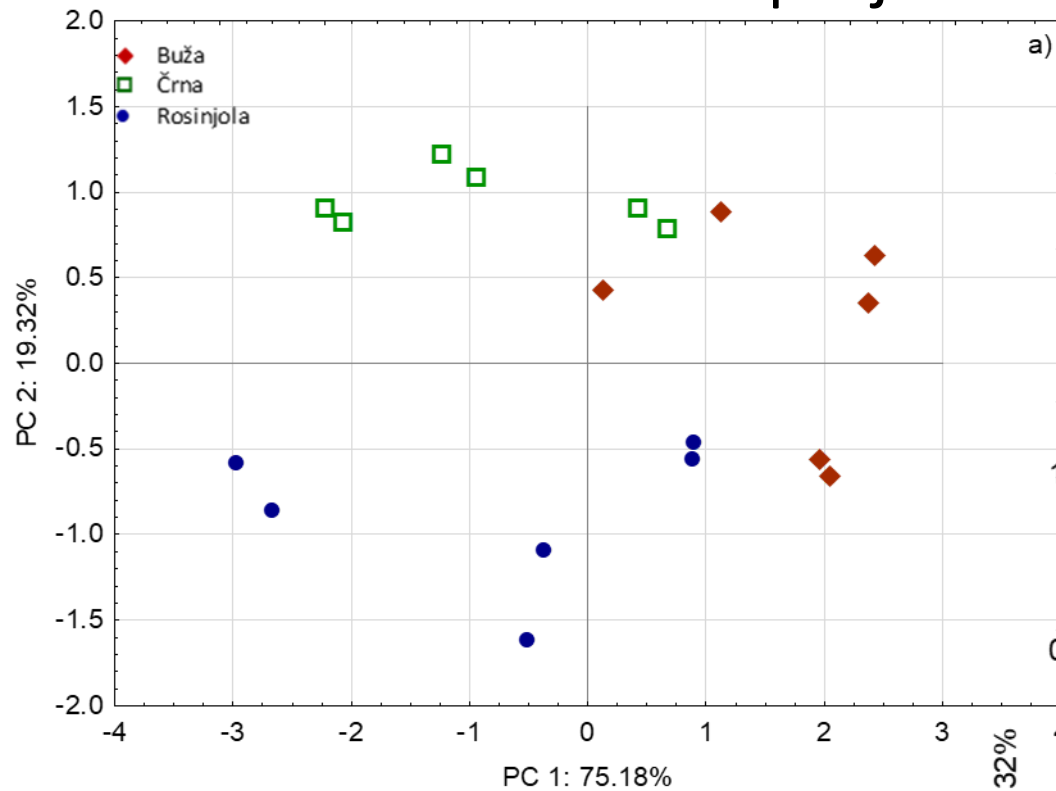
ALIFATSKI ALKOHOLI | svježa ulja | stupanj zrelosti

ukupni alifatski alkoholi

- **c** (uk. AA): **R > Č > B** (osim Č I = RI)
- dozrijevanje: različito za svaku sortu

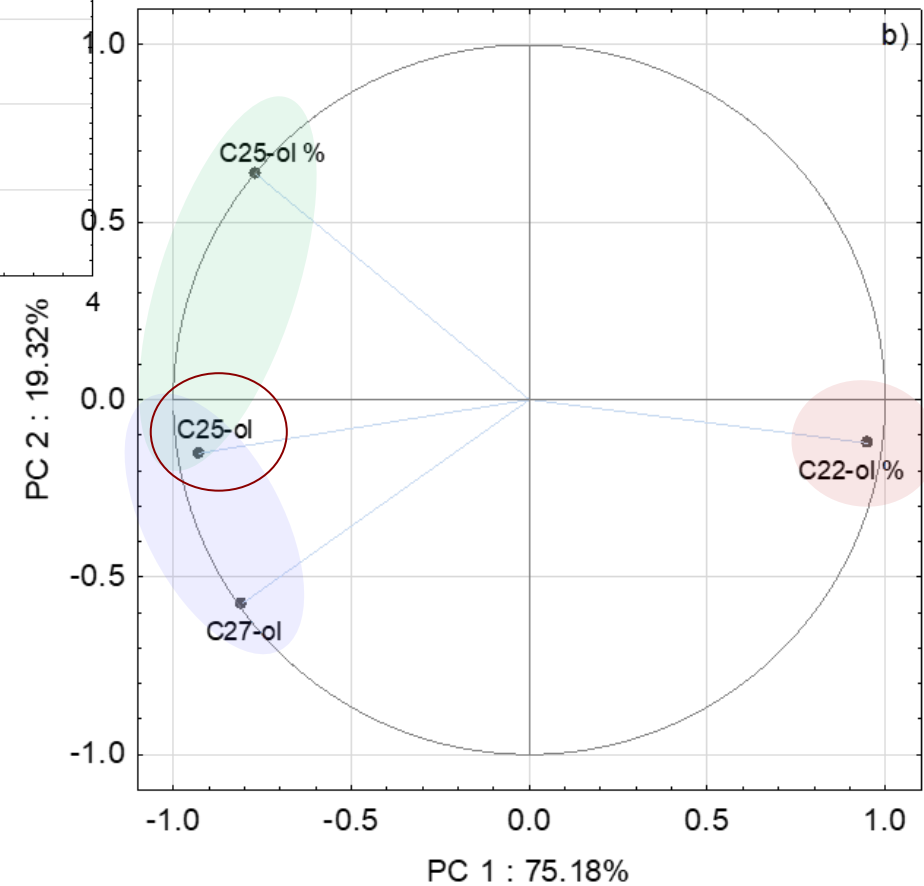


ALIFATSKI ALKOHOLI | svježa ulja | sorta



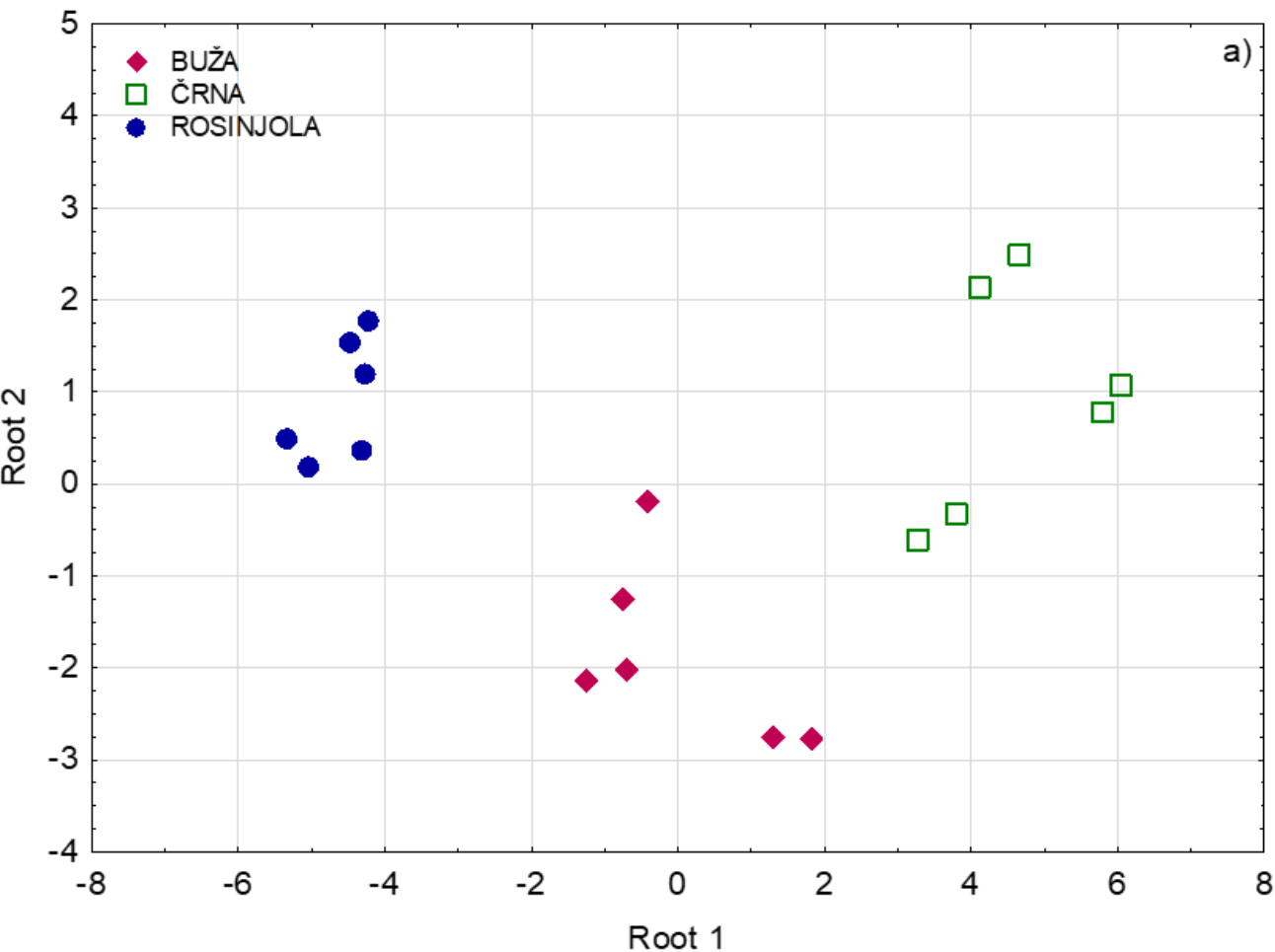
- relativno uspješno, ali ne potpuno razdvajanje s obzirom na sortu
- 4 varijable

PC1 + PC2 = 95 %



PCA

ALIFATSKI ALKOHOLI | svježa ulja | sorta



1. C 25

→ (100% B)

2. % C 25

→ (100% Č)

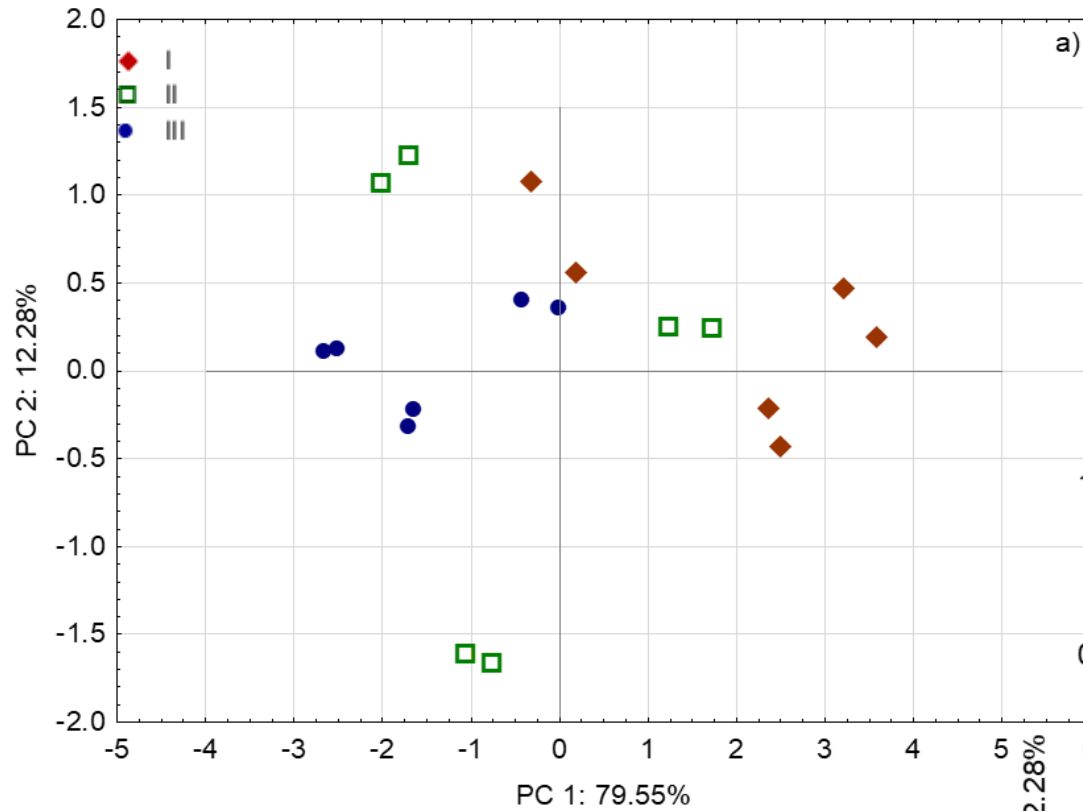
3. C 22

→ (100%)

4. C 24

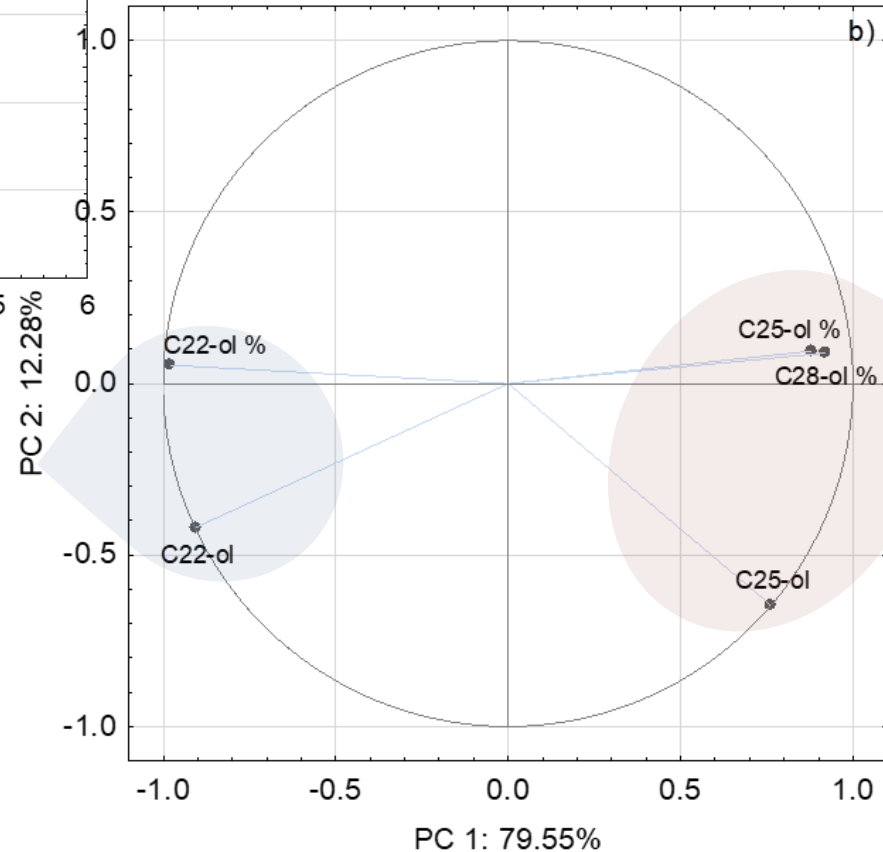
LDA • 100 % ispravna klasifikacija svih 18 uzoraka svježih ulja (4 varijable od 15)

ALIFATSKI ALKOHOLI | svježa ulja | stupanj zrelosti



- nepotpuno razdvajanje
- I i III razdvojeni po PC1, 5 varijabli

PC1+PC2=92%

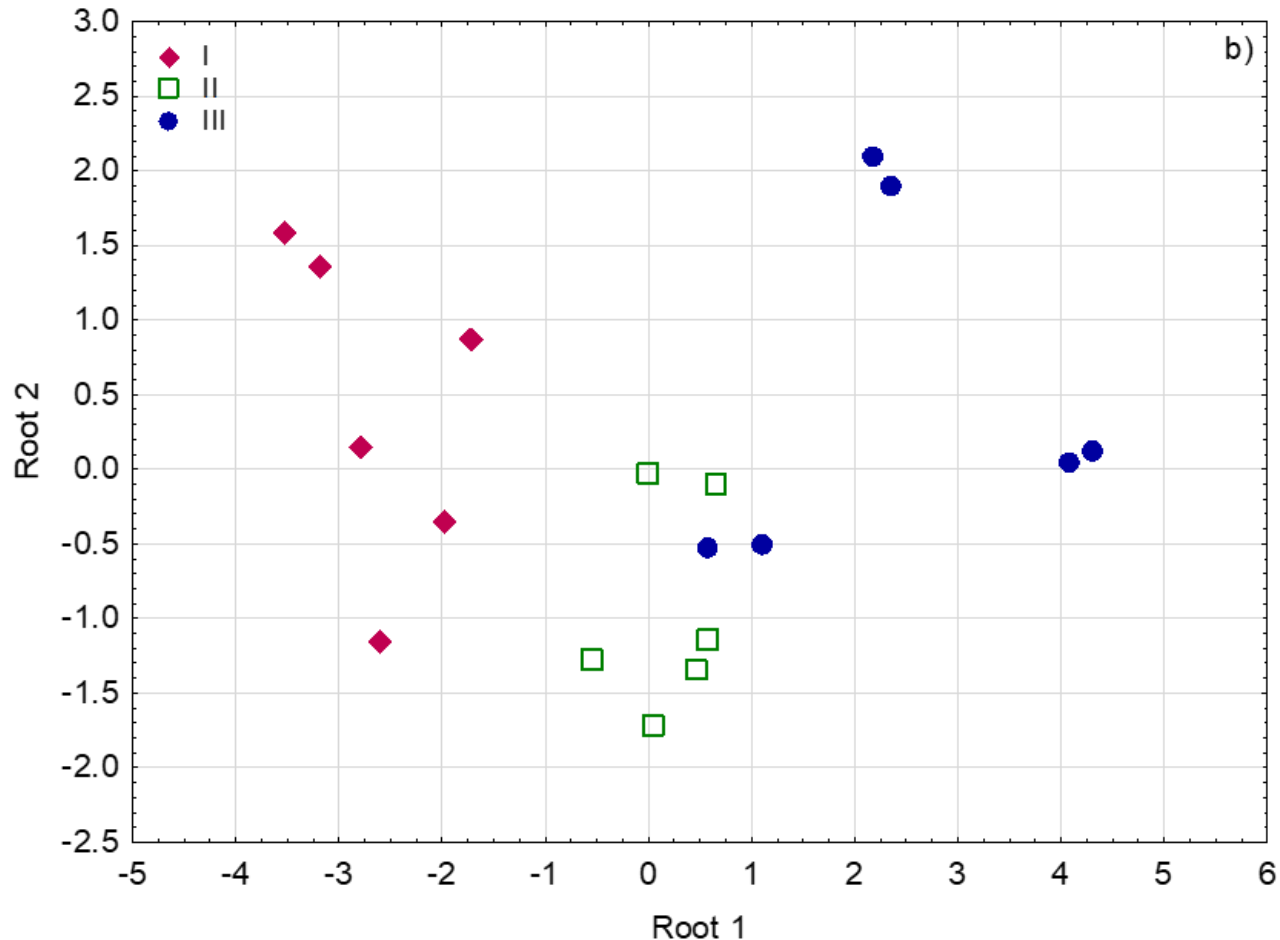


PCA

ALIFATSKI ALKOHOLI | svježa ulja | stupanj zrelosti



- relativno uspješni u razlikovanju MU po stupnju zrelosti



model odabrao 5 varijabli:

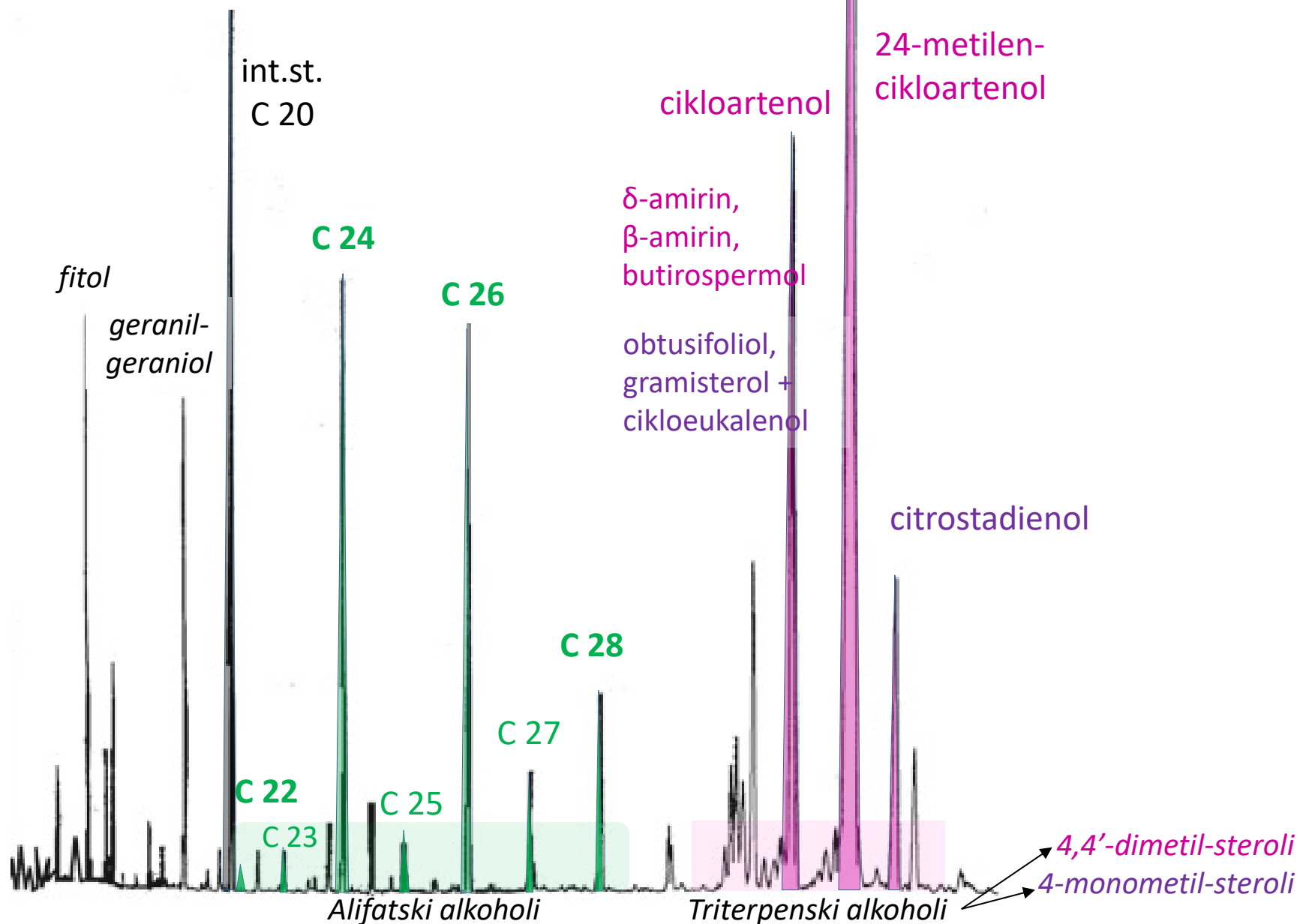
1. % C 28
2. % C 23
→ (100% I)
3. % C 22
→ (100% II)
4. C 25
5. % C 26
→ (89%)

LDA • 89 % ispravna klasifikacija svih 18 uzoraka svježih ulja (14 varijabli)



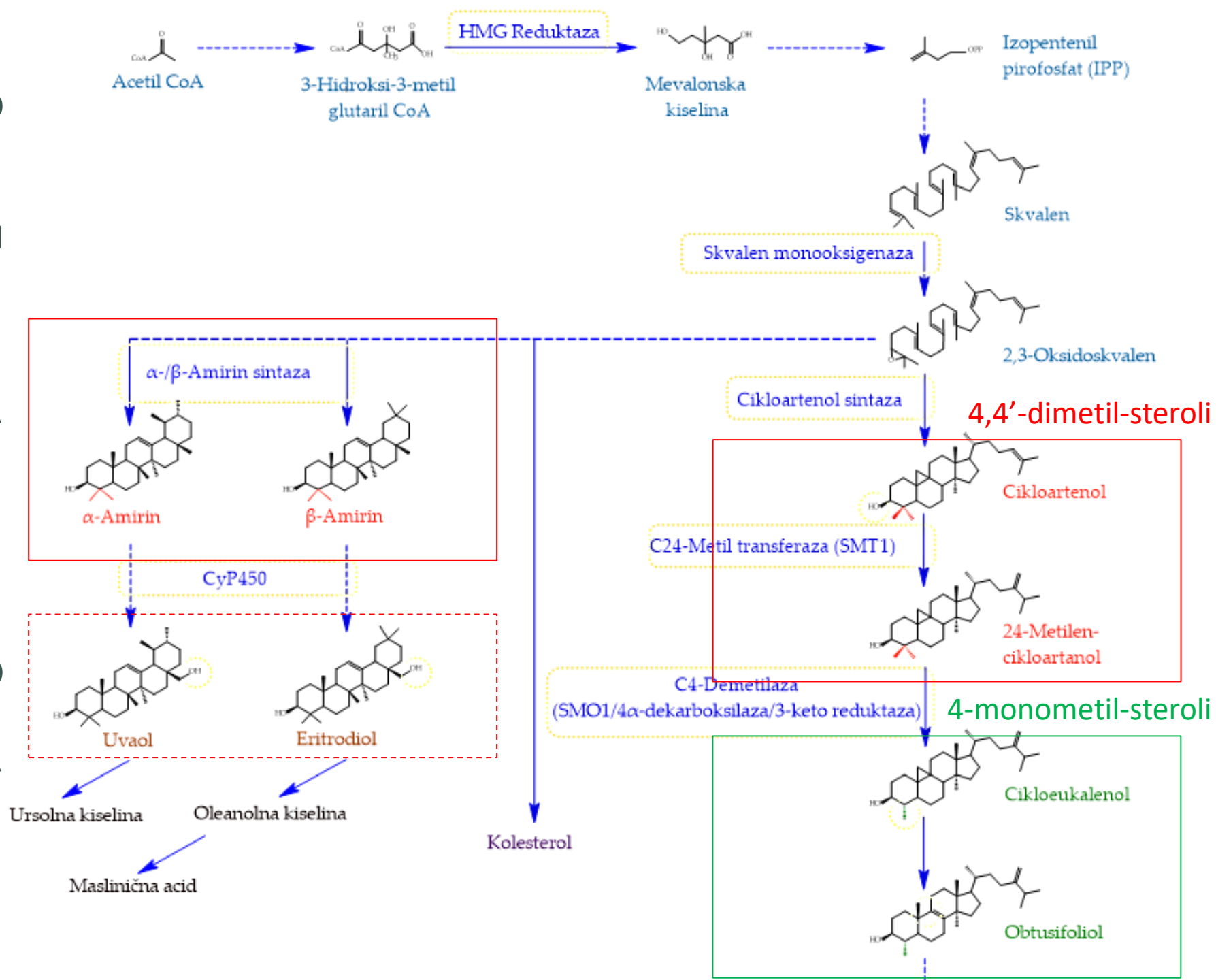
**UTJECAJ SORTE I STUPNJA ZRELOSTI MASLINA NA
TRITERPENSKE ALKOHOLE
U SVJEŽIM ULJIMA**

Simbolički prikaz kromatograma alifatskih i triterpenskih alkohola



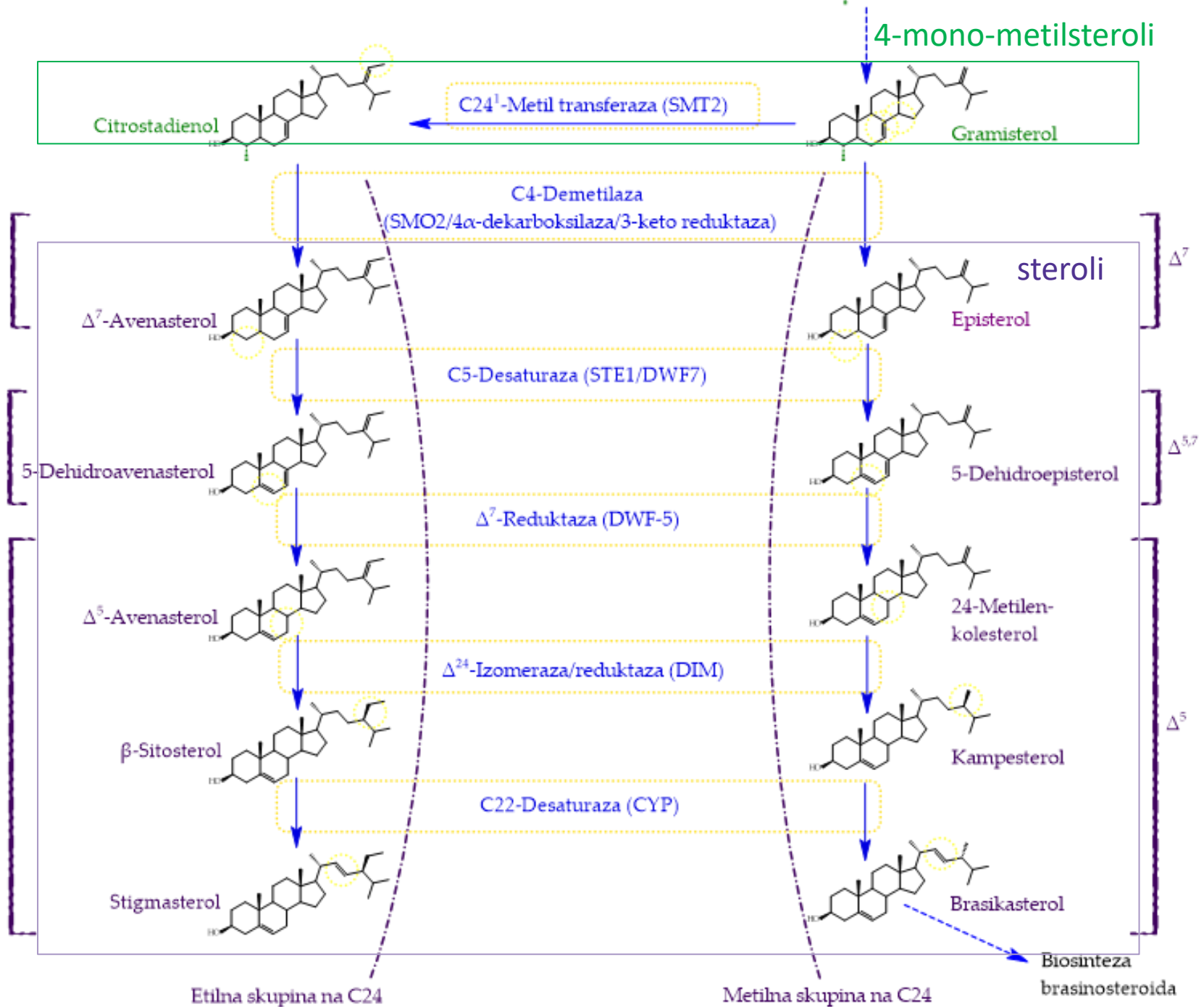
**B
I
O
S
I
N
T
E
Z
A

S
T
E
R
O
L
A**



B
I
O
S
I
N
T
E
Z
A

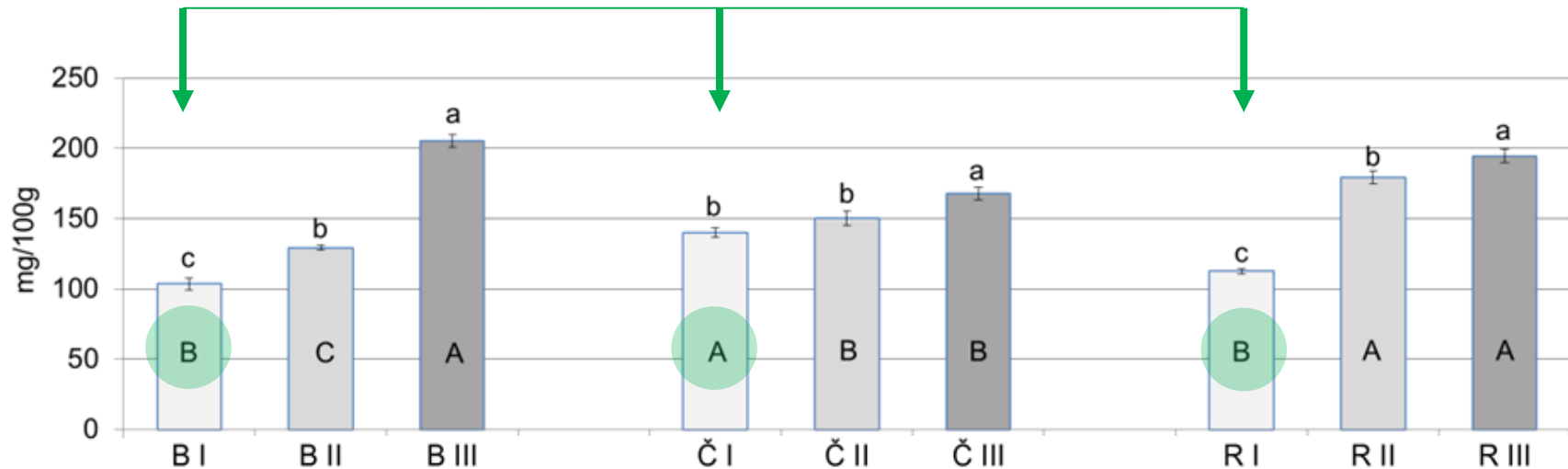
S
T
E
R
O
L
A



TRITERPENSKI ALKOHOLI | svježa ulja | sorta

ukupni triterpenski alkoholi

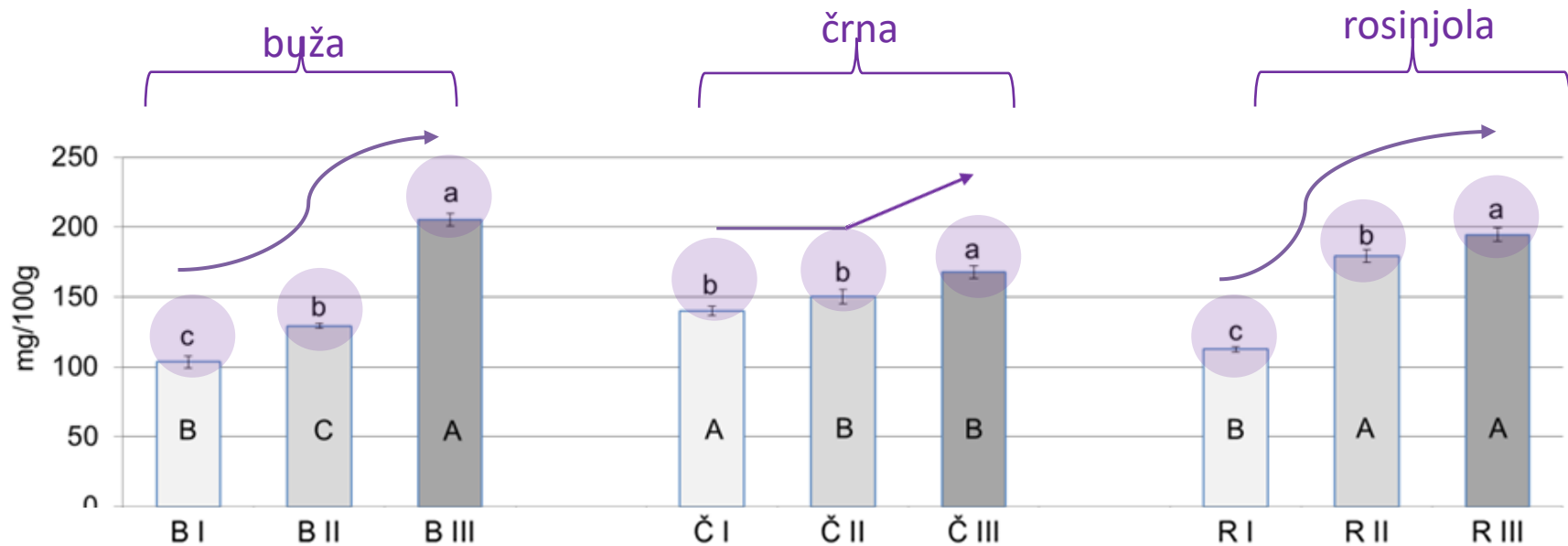
- **c** (uk. TT): različito za svaki st.zrelosti
R II, III > Č II, III; B II, III



TRITERPENSKI ALKOHOLI | svježa ulja | stupanj zrelosti

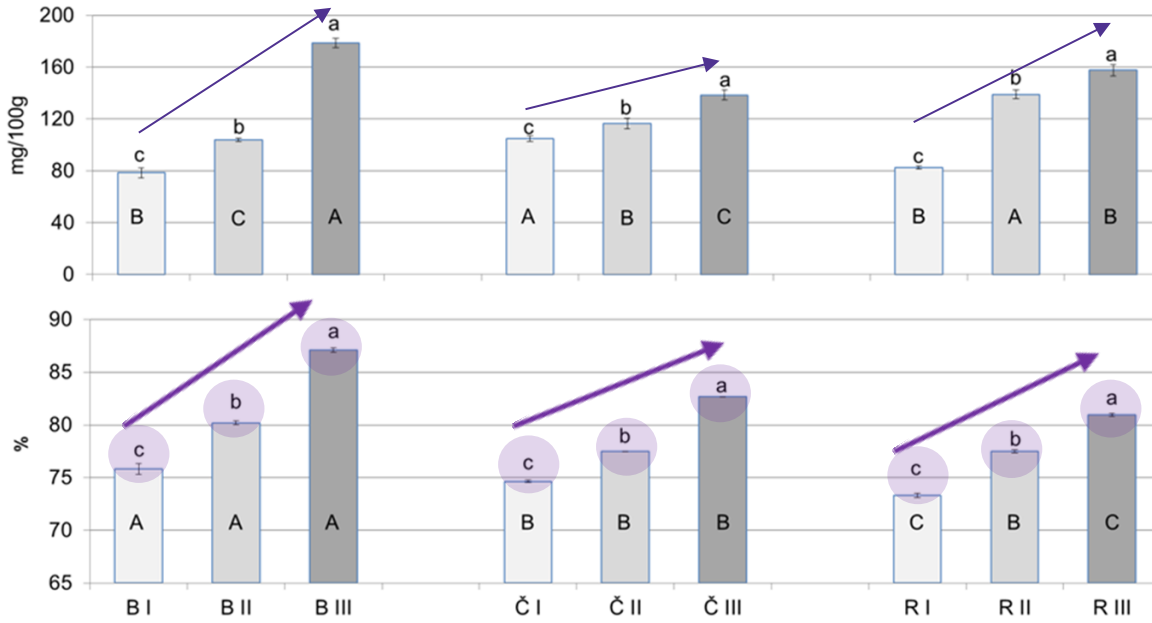
ukupni triterpenski alkoholi

- porast konc. tijekom dozrijevanja



TRITERPENSKI ALKOHOLI | svježa ulja | stupanj zrelosti

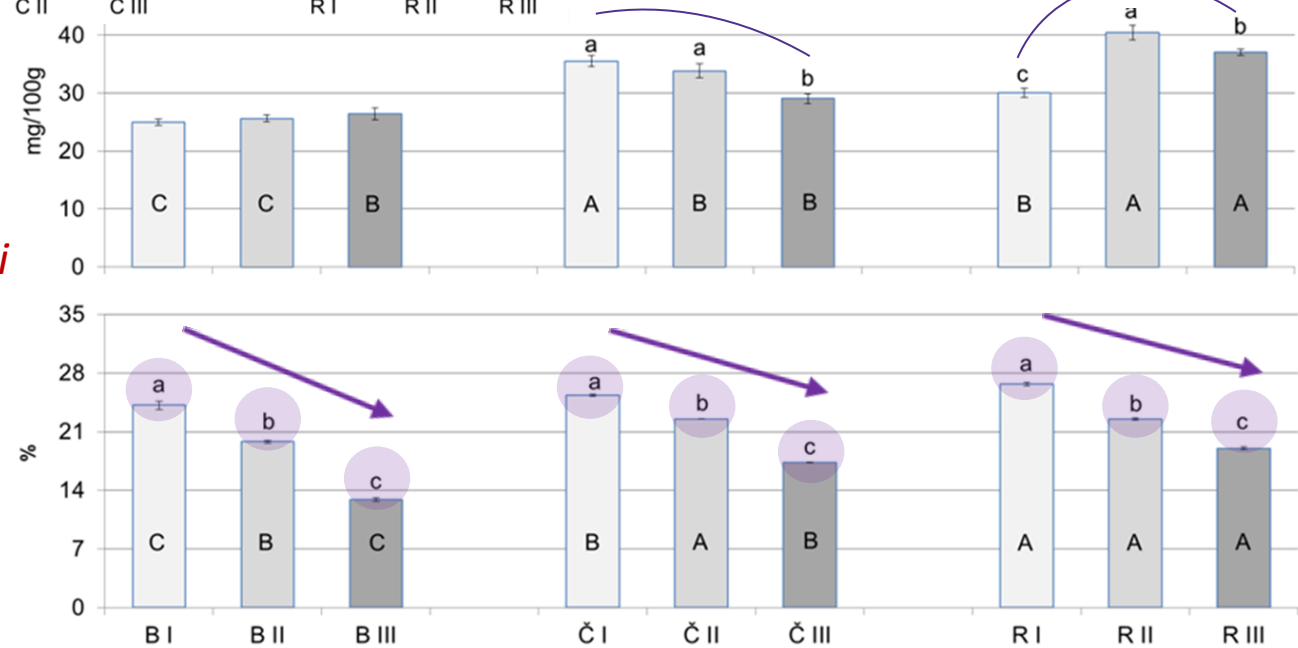
ukupni 4,4'-dimetil-steroli



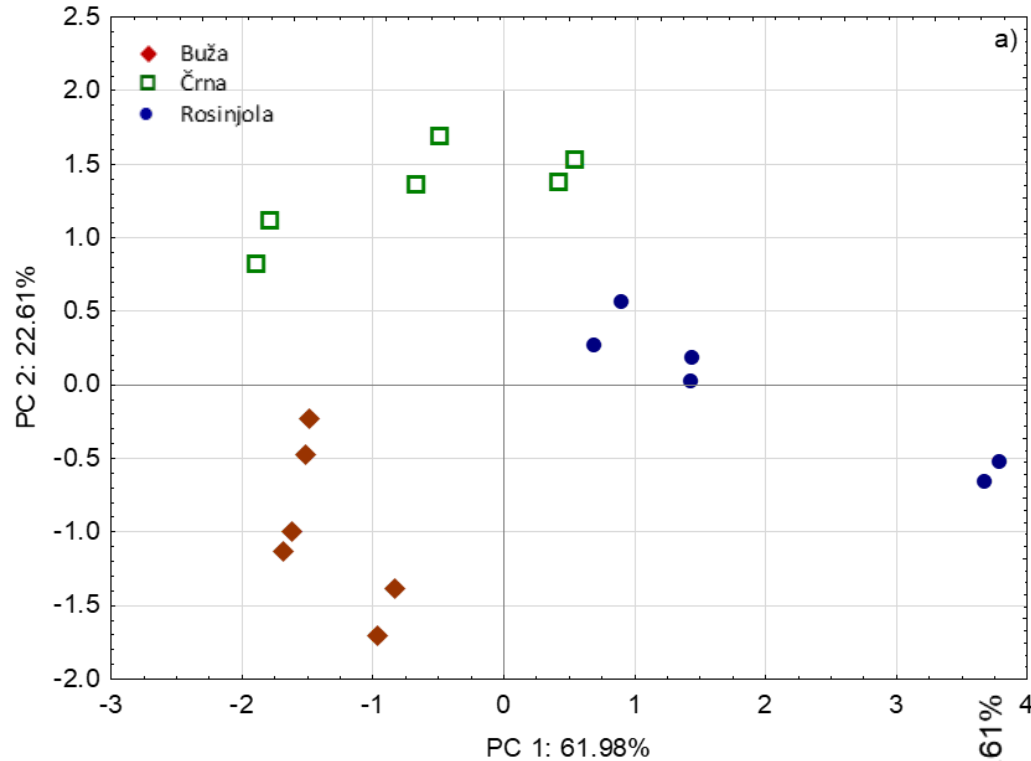
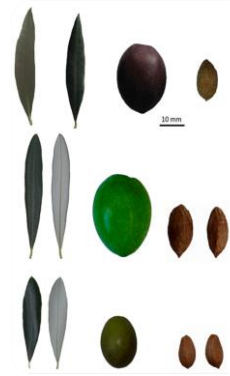
- sorta: **c** (uk. 4,4'-dm-steroli): različito u svakom st. zrelosti
- sorta: **%** (uk. 4,4'-dm-steroli): **B > Č; R**

- sorta: **c** (uk. 4-mm-steroli): različito u svakom st. zrelosti
- sorta: **%** (uk. 4-mm-steroli): **B < Č; R**

ukupni 4-monometil-steroli

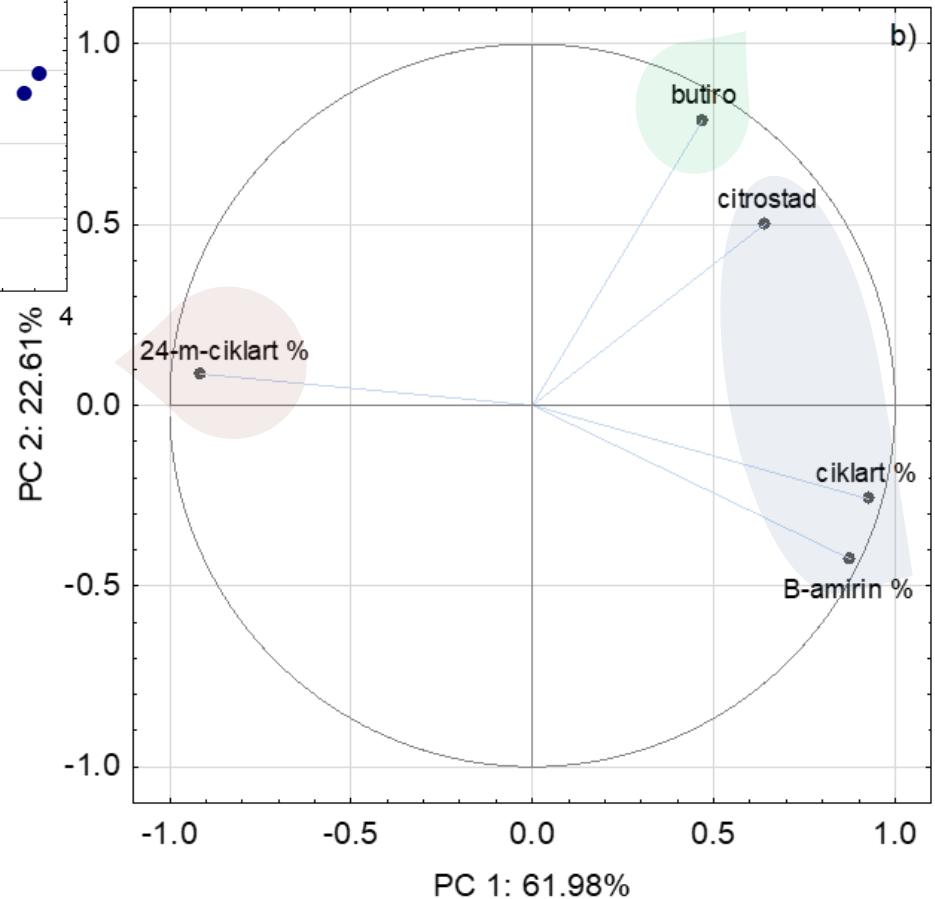


TRITERPENSKI ALKOHOLI | svježa ulja | sorta



PC1 + PC2 = 85 %

- relativno uspješno razdvajanje (5 varijabli)

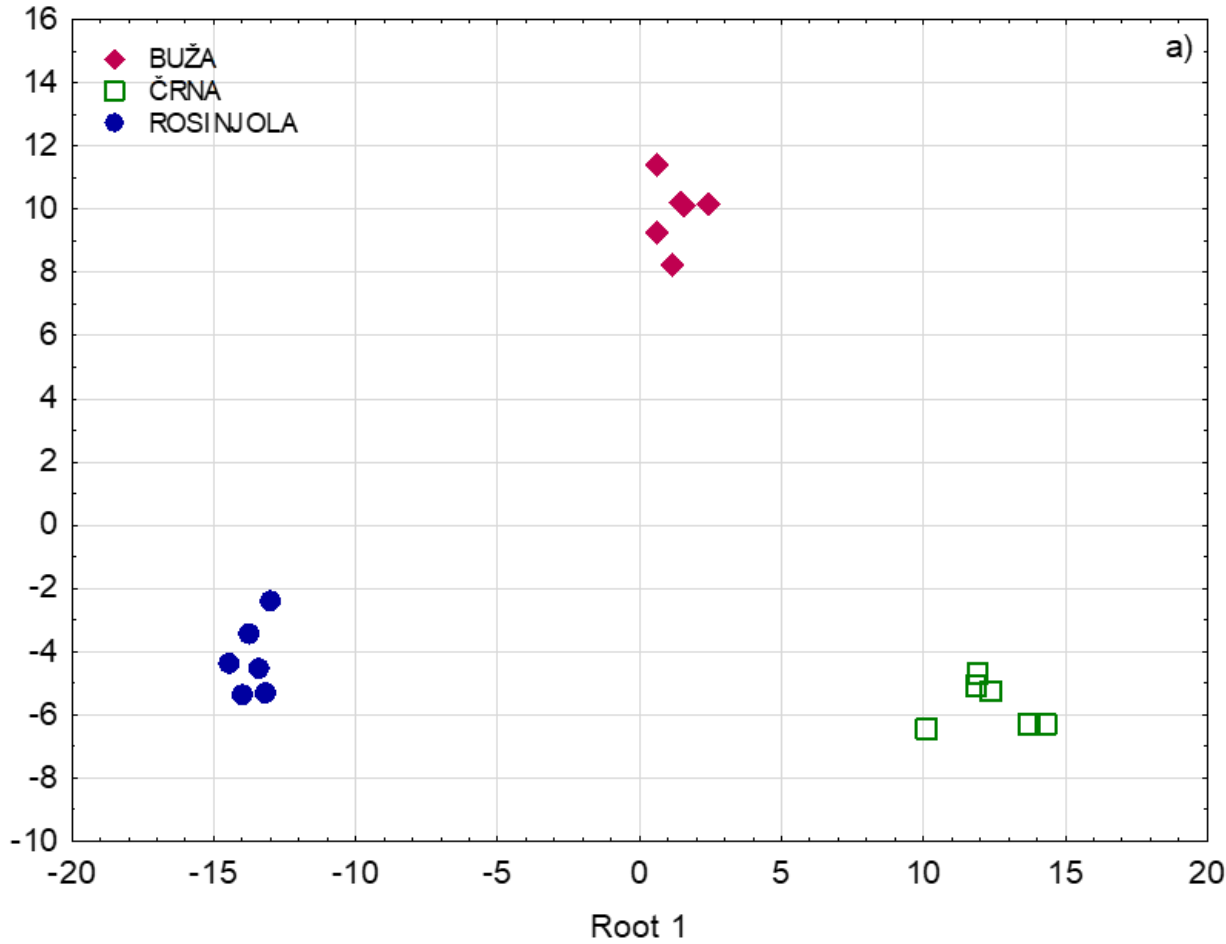


PCA

TRITERPENSKI ALKOHOLI | svježa ulja | sorta



- vrlo uspješan model za uspješnu klasifikaciju prema sorti, neovisno o zrelosti



1. % β -amirin

→ 88,9%

(→ 100% B i R)

2. % butirospermol

→ (100%)

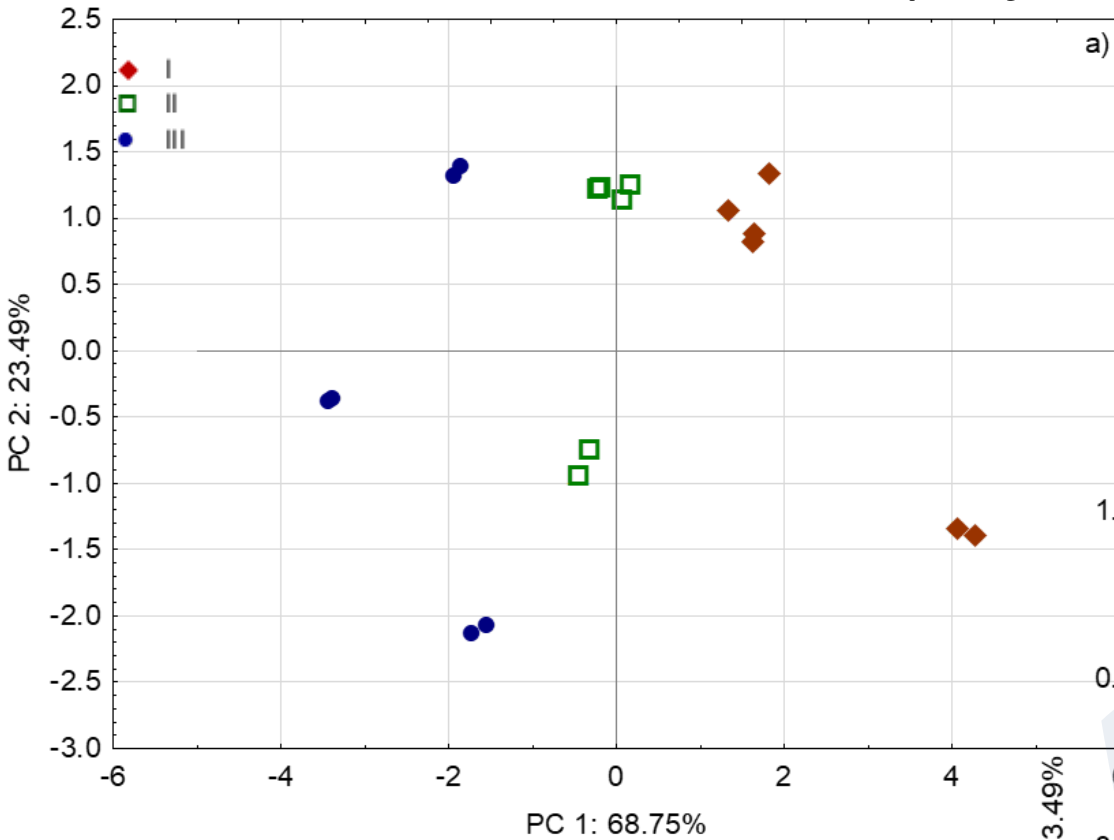
3. % δ -amirin

4. % citrostadienol

5. β -amirin

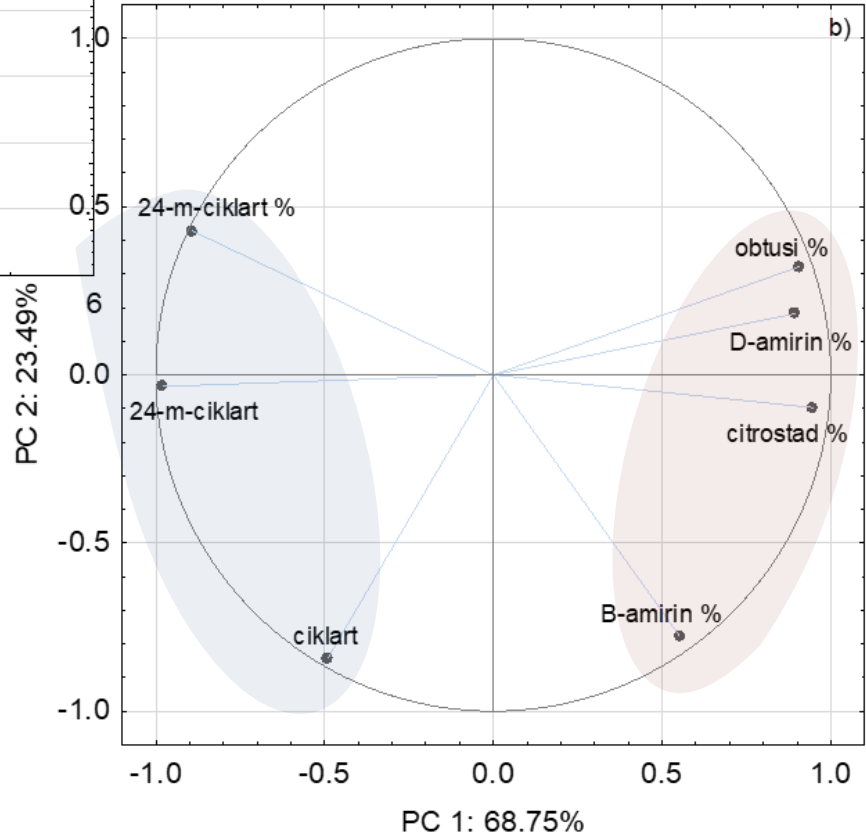
LDA • **100 %** ispravna klasifikacija svih 18 uzoraka svježih ulja (5 varijabli od 16)

TRITERPENSKI ALKOHOLI | svježa ulja | stupanj zrelosti



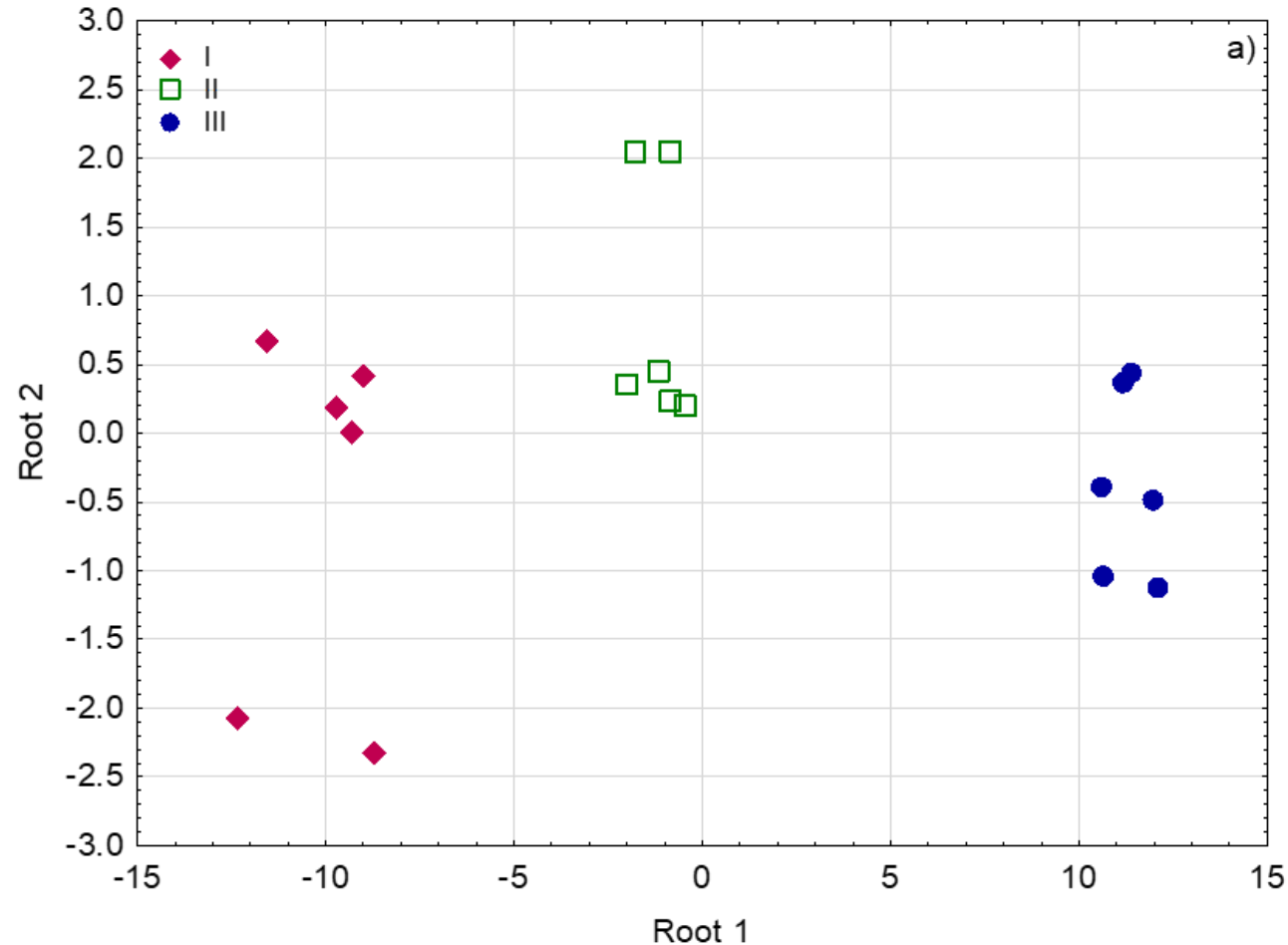
- relativno uspješno razdvajanje, (uzduž PC1; 7 varijabli)

PC1 + PC2 = 92 %



PCA

TRITERPENSKI ALKOHOLI | svježa ulja | stupanj zrelosti



1. % obtusifoliol
→ 83 %
(→ 100% II)
2. % δ -amirin
3. % butirospermol
→ (100%)
4. citrostadienol
5. gramisterola + cikloeukalenola

LDA • 100 % ispravna klasifikacija svih 18 uzoraka svježih ulja (ukupno 16 varijabli)



**UTJECAJ SORTE I STUPNJA ZRELOSTI MASLINA NA
STEROLE I TRITERPENSKE DIOLE
U SVJEŽIM I SKLADIŠTENIM ULJIMA**



Utjecaj skladištenja maslinovog ulja na koncentracije sterola i triterpenskih diola

SMANJENJE uk.S

Thanh i sur. (2006.)

$\Delta^{5,23}$ -stigmastadienol

POJAVA (III sklad.)

$\Delta^{5,24}$ -stigmastadienol

SNIŽENJE (III sklad.)

Δ^7 -stigmastenol
POVEĆANJE (sklad.)

Abu-Alruz i sur. (2011.)

Tretman	kolesterol	24-metilen-kolesterol	kampesterol	kampestanol	stigmasterol	Δ^7 -kampesterol	$\Delta^{5,23}$ -stigmastadienol	klerosterol	β -sitosterol	sitostanol	Δ^5 -avenasterol	$\Delta^{5,24}$ -stigmastadienol	Δ^7 -stigmastenol	Δ^7 -avenasterol	eritrodol	uvaol	ukupni β -sitosterol	UKUPNI STEROLI
	mg/100 g																	
Buža I																		
Mlado ulje	0,36 ^b	0,18 ^a	3,27 ^b	0,05	0,75	0,13	0,00	1,17	98,76 ^b	0,62 ^b	10,46	0,80	0,14 ^c	1,08	0,92	0,48	111,80 ^b	117,76 ^b
sobna T / 1g	0,45 ^a	0,16 ^b	3,24 ^b	0,06	0,71	0,11	0,00	1,30	94,59 ^c	0,83 ^b	9,76	0,73	0,30 ^b	0,98	0,89	0,44	107,20 ^c	113,22 ^c
T hlad. / 1g	0,46 ^a	0,19 ^a	3,39 ^a	0,07	0,76	0,12	0,00	1,24	101,50 ^a	1,70 ^a	9,80	0,78	0,33 ^b	1,03	0,92	0,48	115,02 ^a	121,37 ^a
T zamrzav. / 1g	0,29 ^c	0,18 ^a	3,25 ^b	0,07	0,73	0,10	0,00	1,20	95,98 ^c	0,68 ^b	10,09	0,66	0,47 ^a	0,95	0,88	0,41	108,62 ^c	114,67 ^c
Buža II																		
Mlado ulje	0,36	0,37 ^a	4,13 ^a	0,05	1,37 ^a	0,14	0,00	1,63	117,66 ^a	0,76	16,39 ^a	1,02 ^a	0,10 ^b	1,00 ^b	1,26 ^a	0,46	137,45 ^a	144,98 ^a
sobna T / 1g	0,46	0,37 ^a	4,03 ^b	0,10	1,32 ^a	0,15	0,00	1,51	113,63 ^b	1,76	14,83 ^b	0,84 ^b	0,30 ^a	1,06 ^b	1,23 ^a	0,58	132,57 ^b	140,35 ^b
T hlad. / 1g	0,41	0,40 ^a	4,13 ^a	0,09	1,32 ^a	0,16	0,00	1,40	117,14 ^a	1,57	15,75 ^{ab}	1,00 ^a	0,26 ^a	1,01 ^b	1,29 ^a	0,56	136,86 ^a	144,64 ^a
T zamrzav. / 1g	0,43	0,22 ^b	3,70 ^c	0,07	0,82 ^b	0,14	0,00	1,32	110,59 ^c	0,87	11,54 ^c	0,85 ^b	0,09 ^b	1,17 ^a	1,02 ^b	0,46	125,17 ^c	131,81 ^c
Buža III																		
Mlado ulje	0,34	0,31 ^b	3,62 ^a	0,04 ^b	2,44 ^a	0,14 ^a	0,00 ^b	1,19	103,59 ^a	0,85	15,66 ^a	1,10 ^a	0,09 ^c	1,12	2,30 ^a	0,74 ^a	122,39 ^a	130,50 ^a
sobna T / 1g	0,40	0,27 ^c	3,36 ^c	0,05 ^b	2,30 ^c	0,10 ^b	0,01 ^a	1,14	96,19 ^c	1,35	13,86 ^c	1,02 ^b	0,50 ^a	1,06	2,15 ^b	0,66 ^b	113,56 ^c	121,60 ^c
T hlad. / 1g	0,40	0,32 ^a	3,51 ^b	0,08 ^a	2,36 ^b	0,13 ^a	0,00 ^b	1,61	99,80 ^b	0,93	15,07 ^b	0,92 ^c	0,38 ^b	1,04	2,23 ^{ab}	0,73 ^a	118,34 ^b	126,55 ^b
T zamrzav. / 1g	0,30	0,30 ^b	3,46 ^b	0,05 ^b	2,32 ^{bc}	0,14 ^a	0,00 ^b	1,37	99,60 ^b	0,71	15,26 ^{ab}	0,88 ^c	0,39 ^b	1,06	2,16 ^b	0,74 ^a	117,82 ^b	125,83 ^b
Črna I																		
Mlado ulje	0,39 ^c	0,36 ^c	5,03 ^a	0,09	1,32 ^b	0,18	0,00	2,23	173,87 ^{ab}	1,42	21,34 ^b	1,71 ^a	0,28 ^c	1,17 ^a	1,04	0,84 ^a	200,57 ^{ab}	209,41 ^b
sobna T / 1g	0,51 ^a	0,53 ^a	5,10 ^a	0,12	1,59 ^a	0,19	0,00	2,22	176,64 ^a	1,79	22,50 ^a	1,67 ^a	0,32 ^{bc}	1,07 ^b	0,80	0,81 ^{ab}	204,82 ^a	214,24 ^a
T hlad. / 1g	0,45 ^b	0,38 ^{bc}	4,82 ^b	0,12	1,27 ^c	0,16	0,00	2,14	163,61 ^c	1,23	20,18 ^c	1,44 ^b	0,40 ^b	1,06 ^b	0,96	0,72 ^c	188,61 ^c	197,27 ^c
T zamrzav. / 1g	0,33 ^d	0,39 ^b	4,99 ^{ab}	0,13	1,32 ^b	0,16	0,00	2,04	170,37 ^b	1,28	20,99 ^{bc}	1,47 ^b	0,55 ^a	1,08 ^b	0,99	0,73 ^{bc}	196,15 ^b	205,09 ^b
Črna II																		
Mlado ulje	0,33 ^c	0,50 ^a	5,37 ^a	0,06 ^c	1,70 ^a	0,17	0,00	2,33	188,13 ^a	1,29 ^b	24,62 ^a	1,84 ^a	0,29	1,07 ^b	1,02	0,79	218,22 ^a	227,70 ^a

Statistički značajne razlike između različitih razina faktora skladištenje utvrđene su zasebno za svaki tretman sorta × stupanj zrelosti i obilježene su različitim slovima (LSD test, $p < 0,05$). Ukupni β -sitosterol: $\Delta^{5,23}$ -stigmastadienol, klerosterol, β -sitosterol, sitostanol, Δ^5 -avenasterol i $\Delta^{5,24}$ -stigmastadienol.

Utjecaj skladištenja maslinovog ulja na koncentracije sterola i triterpenskih diola

$\Delta^{5,23}$ -stigmastadienol
POJAVA (III sklad.)

$\Delta^{5,24}$ -stigmastadienol
SNIŽENJE (III sklad.)

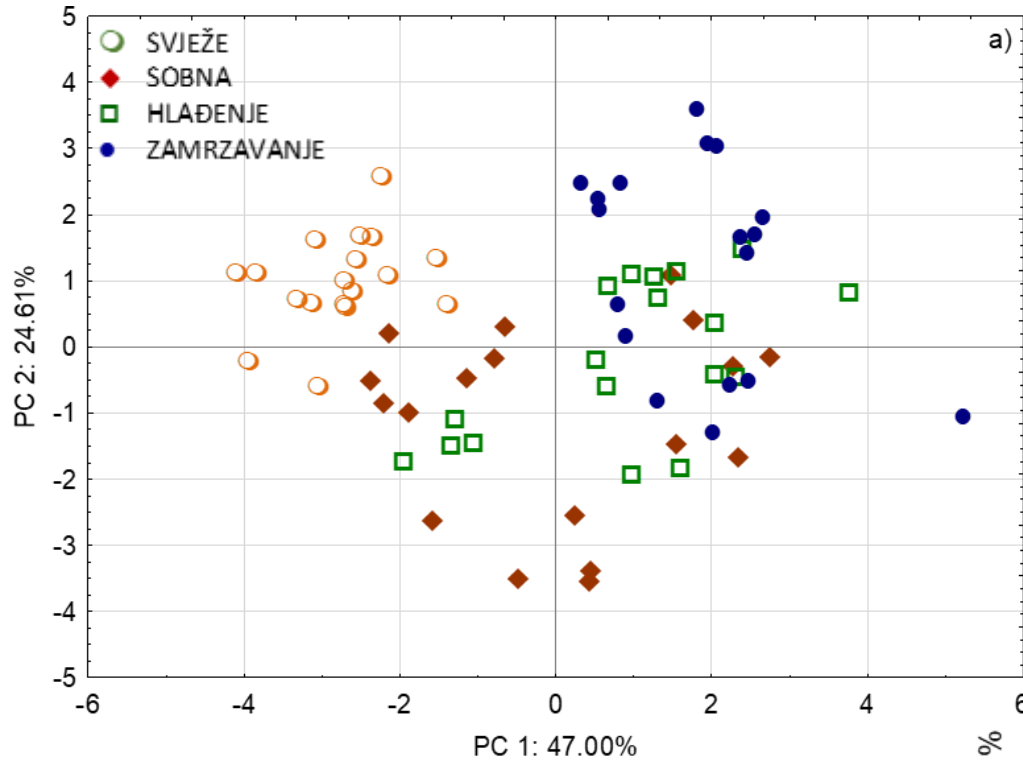
Δ^7 -stigmastenol
POVEĆANJE (sklad.)

SMANJENJE uk.S

sobna T / 1g	0,40 ^b	0,42 ^b	5,35 ^a	0,14 ^a	1,41 ^c	0,16	0,00	2,22	183,37 ^b	1,10 ^b	22,63 ^c	1,80 ^a	0,35	1,24 ^a	1,04 ^{ab}	0,84	211,12 ^b	220,58 ^b
T hlad. / 1g	0,46 ^a	0,54 ^a	5,13 ^b	0,13 ^a	1,64 ^b	0,12	0,00	3,23	178,53 ^c	1,27 ^b	23,33 ^b	1,49 ^b	0,33	1,00 ^c	0,92 ^c	0,78	207,85 ^{bc}	217,21 ^{bc}
T zamrzav. / 1g	0,35 ^{bc}	0,54 ^a	5,17 ^b	0,11 ^b	1,63 ^b	0,16	0,00	2,19	177,49 ^c	1,75 ^a	22,73 ^c	1,48 ^b	0,25	1,02 ^c	1,09 ^a	0,72	205,64 ^c	214,87 ^c
Črna III																		
Mlado ulje	0,37	0,54 ^c	5,13 ^b	0,04 ^b	1,66 ^b	0,17	0,00	2,09	171,92 ^a	0,87	22,12 ^a	1,63 ^a	0,26 ^c	0,95 ^{ab}	1,21	0,80 ^a	198,63 ^a	207,75 ^a
sobna T / 1g	0,35	0,65 ^a	5,29 ^a	0,10 ^a	1,71 ^a	0,16	0,00	2,02	173,73 ^a	0,94	22,07 ^a	1,52 ^b	0,56 ^a	0,99 ^a	1,26	0,72 ^b	200,27 ^a	210,09 ^a
T hlad. / 1g	0,54	0,58 ^b	4,91 ^c	0,11 ^a	1,61 ^c	0,17	0,00	3,59	164,71 ^b	1,04	20,99 ^b	1,28 ^c	0,34 ^b	0,91 ^{bc}	1,16	0,66 ^b	191,61 ^b	200,78 ^b
T zamrzav. / 1g	0,32	0,59 ^b	4,94 ^c	0,08 ^a	1,62 ^c	0,13	0,00	1,88	163,31 ^b	1,49	20,19 ^c	1,13 ^d	0,36 ^b	0,87 ^c	1,24	0,67 ^b	188,01 ^c	196,92 ^c
Rosinjola I																		
Mlado ulje	0,39	0,14 ^b	5,24 ^a	0,14 ^a	1,02 ^{ab}	0,12	0,00	1,47	124,62 ^a	0,96	12,04	1,24	0,20	0,68 ^b	1,21	0,62 ^a	140,33 ^a	148,25 ^a
sobna T / 1g	0,41	0,19 ^a	5,20 ^a	0,10 ^b	1,04 ^a	0,13	0,00	1,48	124,65 ^a	0,86	12,21	1,17	0,35	0,72 ^a	1,33	0,62 ^a	140,37 ^a	148,50 ^a
T hlad. / 1g	0,35	0,17 ^{ab}	4,96 ^b	0,10 ^b	0,98 ^{bc}	0,12	0,02	1,43	119,82 ^b	1,20	11,27	1,04	0,43	0,67 ^b	1,28	0,56 ^{ab}	134,78 ^b	142,57 ^b
T zamrzav. / 1g	0,45	0,17 ^{ab}	4,93 ^b	0,09 ^b	0,96 ^c	0,09	0,01	2,07	115,71 ^c	1,02	10,96	1,02	0,37	0,65 ^c	1,20	0,54 ^b	130,78 ^b	138,49 ^b
Rosinjola II																		
Mlado ulje	0,37	0,32	6,74	0,29	6,15 ^a	0,40	0,51	1,88	138,68 ^a	1,08	18,25 ^a	1,55	2,96 ^b	2,10 ^a	1,73 ^c	0,66	161,94 ^a	181,27 ^a
sobna T / 1g	0,44	0,39	6,48	0,41	6,18 ^a	0,41	0,53	1,73	139,88 ^a	0,92	18,61 ^a	1,43	2,98 ^b	2,11 ^a	1,78 ^{bc}	0,66	163,09 ^a	182,48 ^a
T hlad. / 1g	0,32	0,39	6,45	0,45	6,15 ^a	0,38	0,56	1,85	137,96 ^a	0,91	18,43 ^a	1,37	3,11 ^a	2,13 ^a	1,99 ^a	0,65	161,07 ^a	180,45 ^a
T zamrzav. / 1g	0,35	0,36	6,32	0,43	5,82 ^b	0,38	0,52	1,74	134,16 ^b	1,06	17,39 ^b	1,31	2,91 ^b	1,98 ^b	1,82 ^b	0,58	156,19 ^b	174,74 ^b
Rosinjola III																		
Mlado ulje	0,32 ^b	0,37	4,70 ^b	0,08 ^b	4,32 ^b	0,16 ^b	0,00 ^c	1,62	115,39 ^b	0,67 ^b	21,24 ^a	1,28 ^a	0,20 ^d	0,82 ^b	1,92 ^b	0,63	140,21 ^a	151,18 ^b
sobna T / 1g	0,49 ^a	0,39	5,24 ^a	0,28 ^a	4,94 ^a	0,28 ^a	0,31 ^a	1,92	118,16 ^a	1,55 ^a	16,92 ^d	1,26 ^b	1,75 ^a	1,50 ^a	1,60 ^c	0,60	140,11 ^a	154,99 ^a
T hlad. / 1g	0,31 ^b	0,45	4,57 ^c	0,07 ^b	4,24 ^c	0,15 ^b	0,00 ^c	1,35	113,99 ^b	0,69 ^b	20,82 ^b	1,01 ^c	0,60 ^b	0,80 ^{bc}	2,06 ^a	0,63	137,86 ^a	149,04 ^b
T zamrzav. / 1g	0,34 ^b	0,41	4,38 ^d	0,05 ^b	4,05 ^d	0,15 ^b	0,04 ^b	1,38	108,21 ^c	0,56 ^b	20,21 ^c	1,28 ^a	0,47 ^c	0,79 ^c	1,95 ^b	0,60	131,68 ^b	142,33 ^c

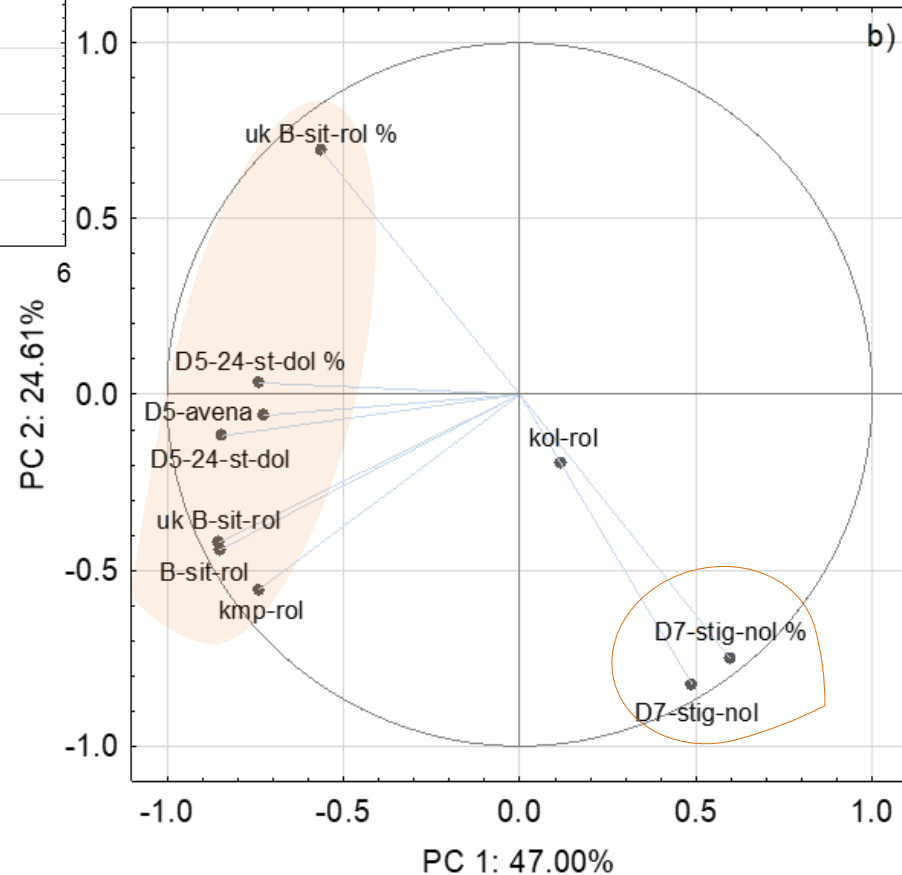
Statistički značajne razlike između različitih razina faktora skladištenje utvrđene su zasebno za svaki tretman sorta × stupanj zrelosti i obilježene su različitim slovima (LSD test, $p < 0,05$). Ukupni β -sitosterol: $\Delta^{5,23}$ -stigmastadienol, klerosterol, β -sitosterol, sitostanol, Δ^5 -avenasterol i $\Delta^{5,24}$ -stigmastadienol.

STEROLI | svježa i sklad. ulja | skladištenje



PC1 + PC2 = 72 %

- razdvajanje na temelju uvjeta skladištenja nije dobro
- uzorci svježih ulja više izdvojeni

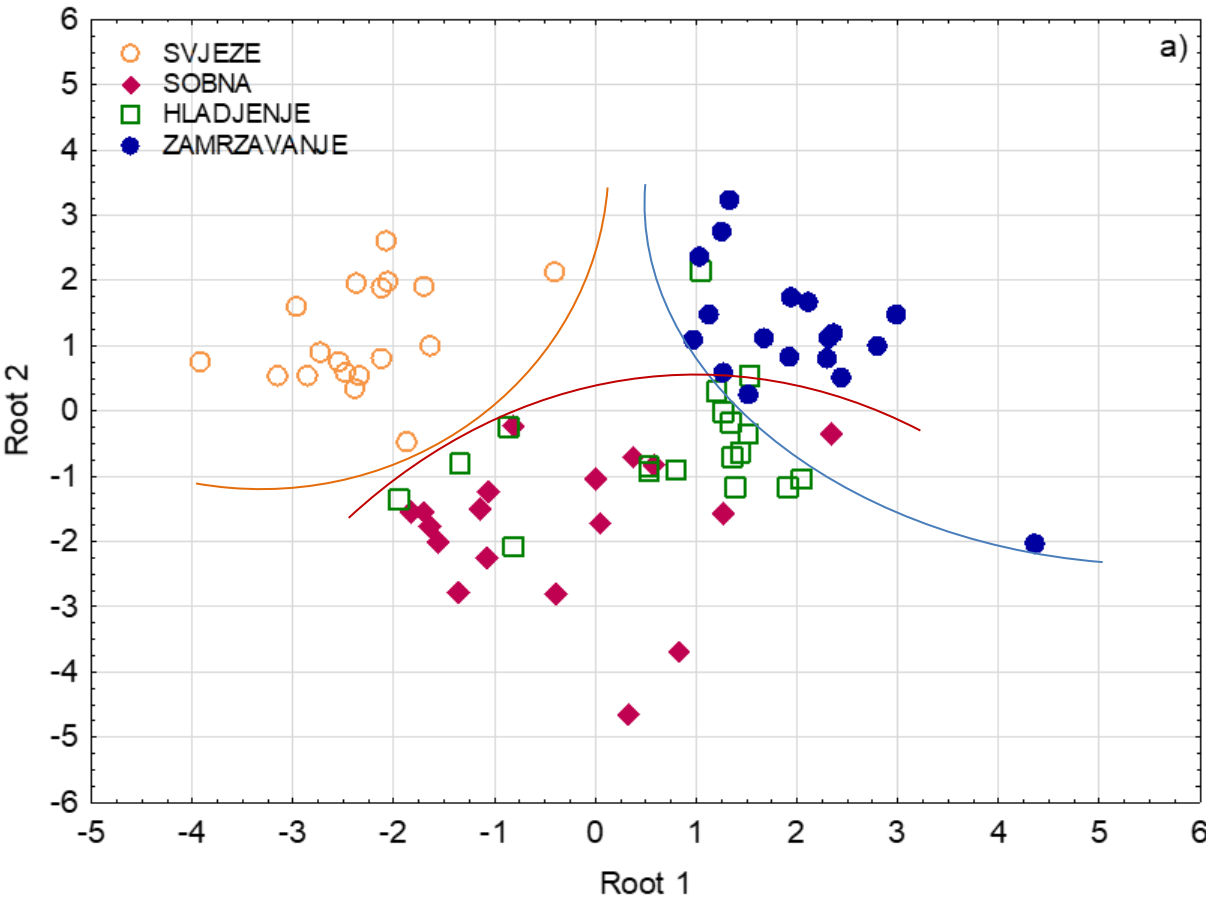


STEROLI | svježa i sklad. ulja | skladištenje



- relativno dobro međusobno razdvajanje:

- svježih ulja,
- ulja usklad. na sob. T i
- ulja na T zamrz.



Izdvojeno 6 varijabli:

1. $\Delta 5,24$ -stigmastadienol

→ 57 %

(100% svježih ulja;
100 % ulja na -20°C)

2. – 6. varijabla

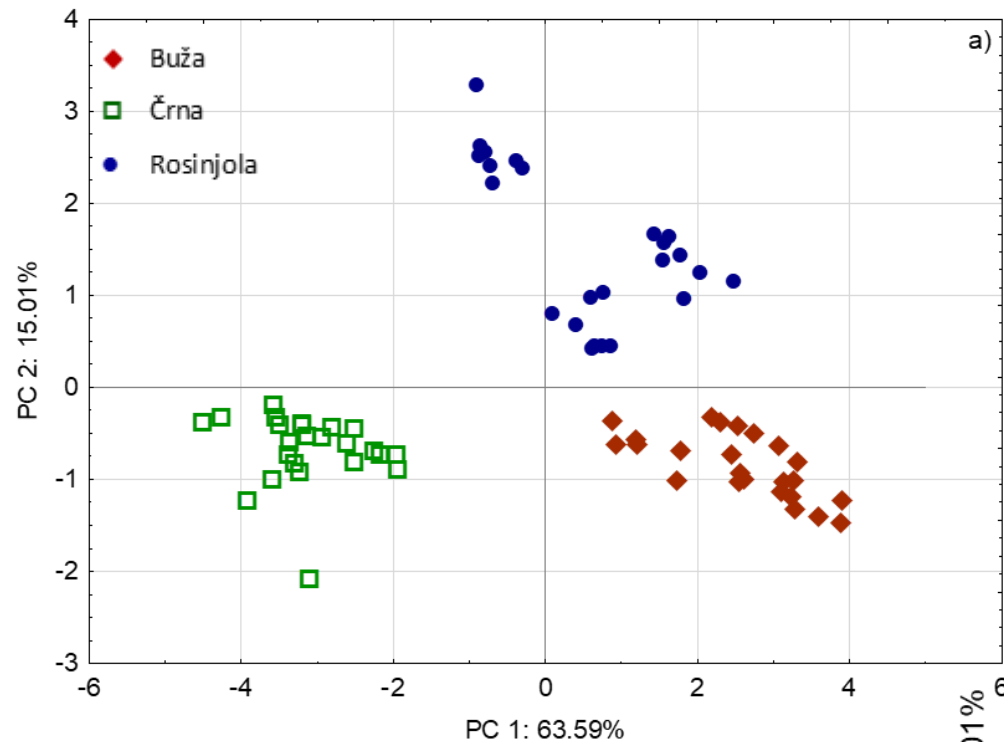
→ 86 %

LDA • 86 % ispravna klasifikacija (18 svj.+54 sklad = 72 uzoraka ulja; 34 varijable)

STEROLI | svježā i sklad. ulja | sorta

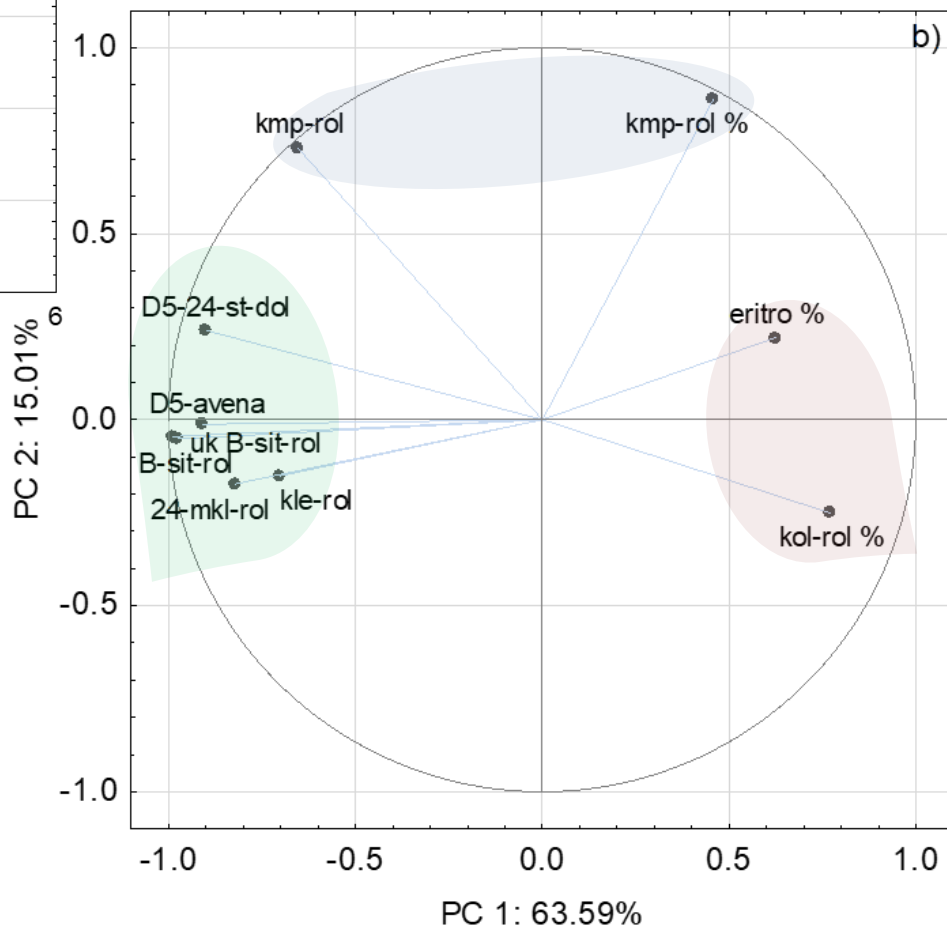


- relativno uspješno razdvajanje
- 2 manje, a svih ostalih 10 varijabli iste kao kod svježih ulja



PC1 + PC2 = 79 %

„Promjene tijekom starenja ulja nisu značajnije utjecale na potencijal sterola kao pokazatelja sortnog podrijetla.”



PCA

STEROLI | svježa i sklad. ulja | sorta

„Rezultat LDA gdje je sorta odabrana kao grupirajući faktor postigao je 100% točnu klasifikaciju maslinovih ulja na osnovi sorte neovisno o stupnju zrelosti i vremenu, odnosno temperaturi skladištenja.“



Iste tri varijable kao u setu svježih ulja:

1. β -sit-rol

→ 90% (100% Č)

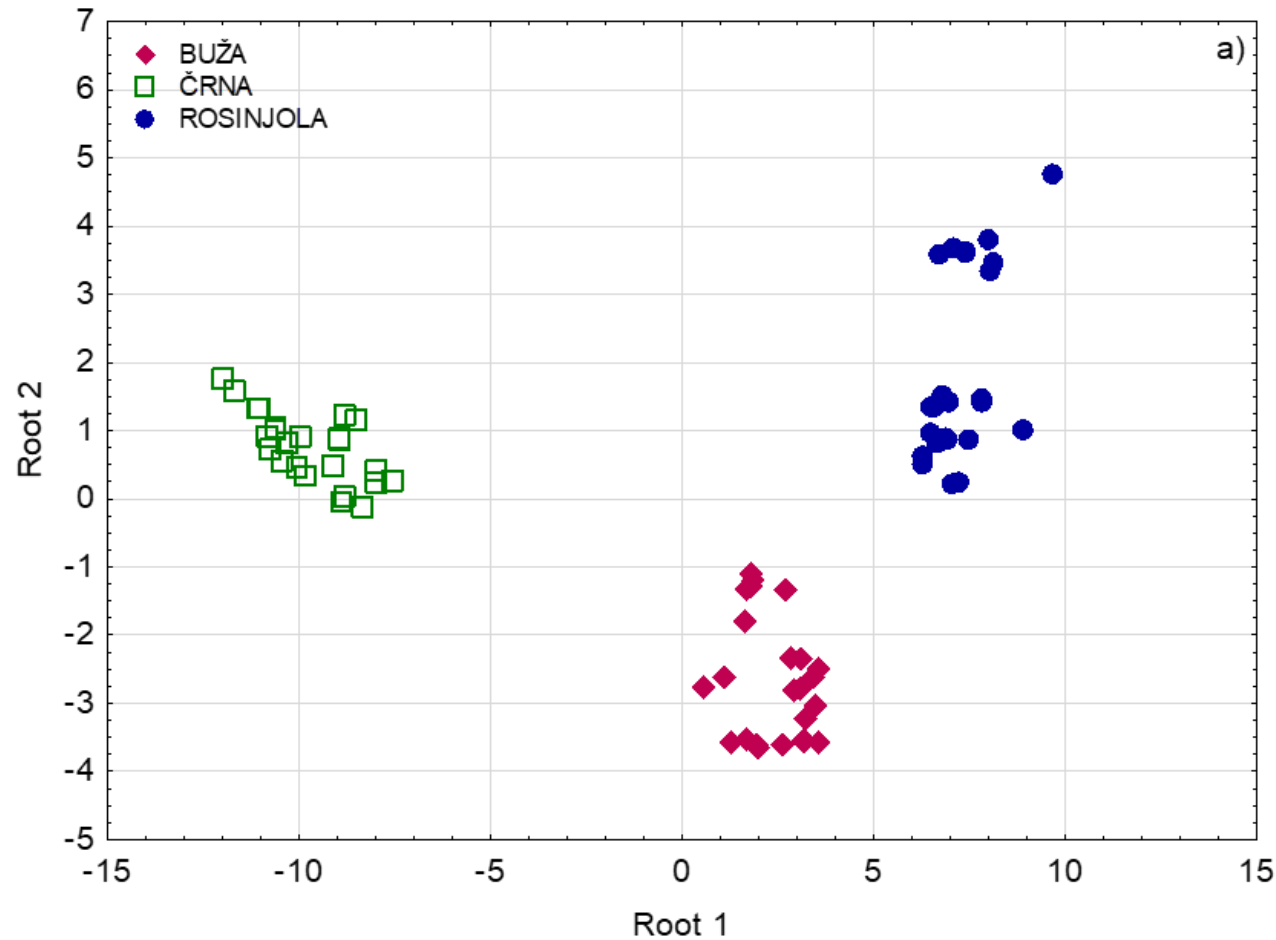
2. % kmp-rol

→ (100% B)

3. Δ^5 -avena

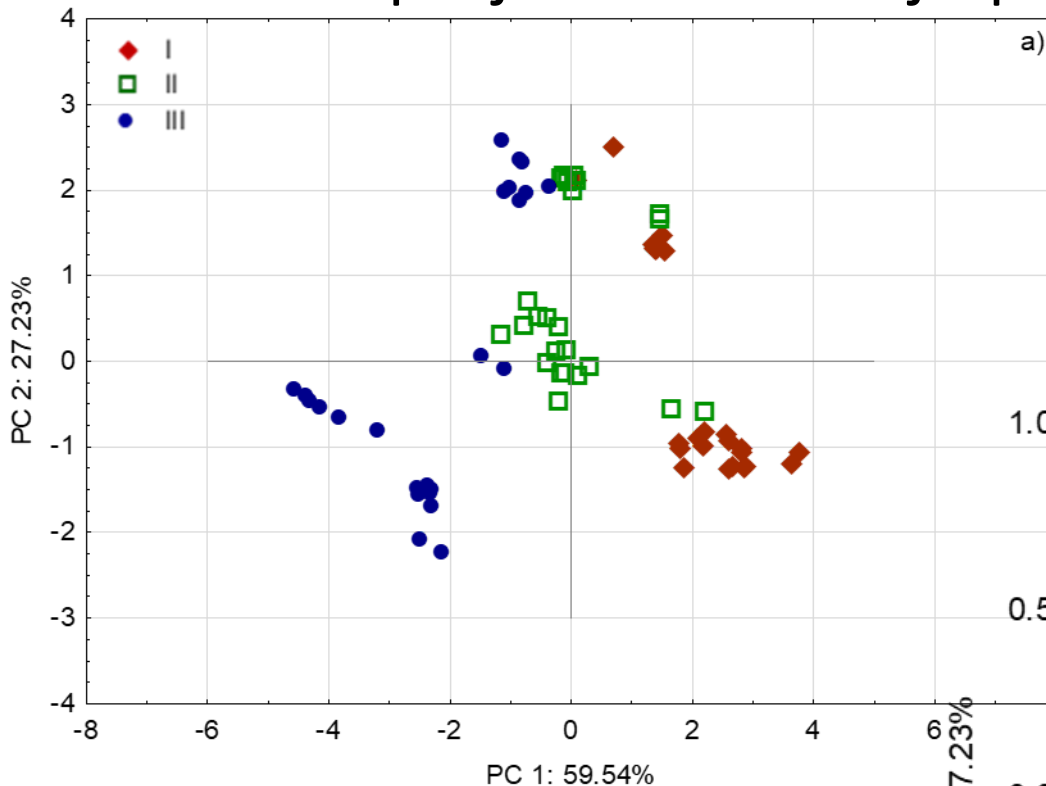
→ 100%

(osim c umjesto % Δ^5 -avena)

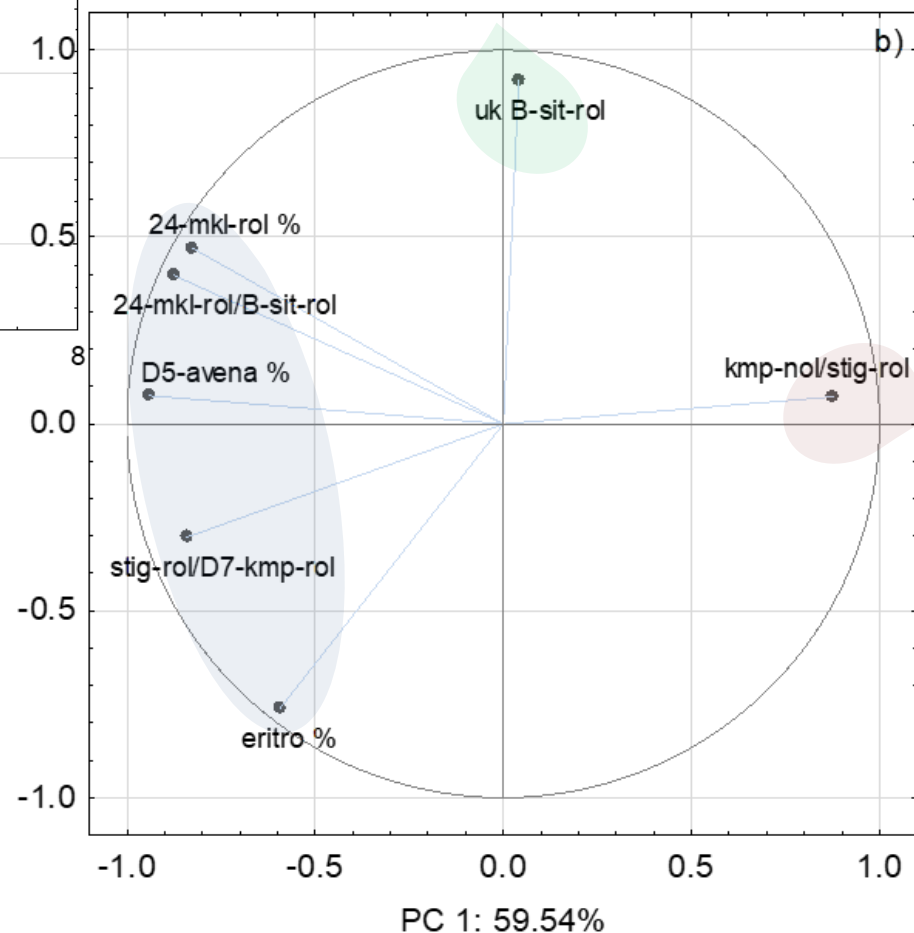


LDA • 100 % točna klasifikacija (18 svj.+54 sklad = 72 uzoraka ulja; 34 varijable)

STEROLI | svježa i sklad. ulja | stupanj zrelosti



- nepotpuno razdvajanje (7 varijabli); rasap vj. kao posljedica utjecaja sorte

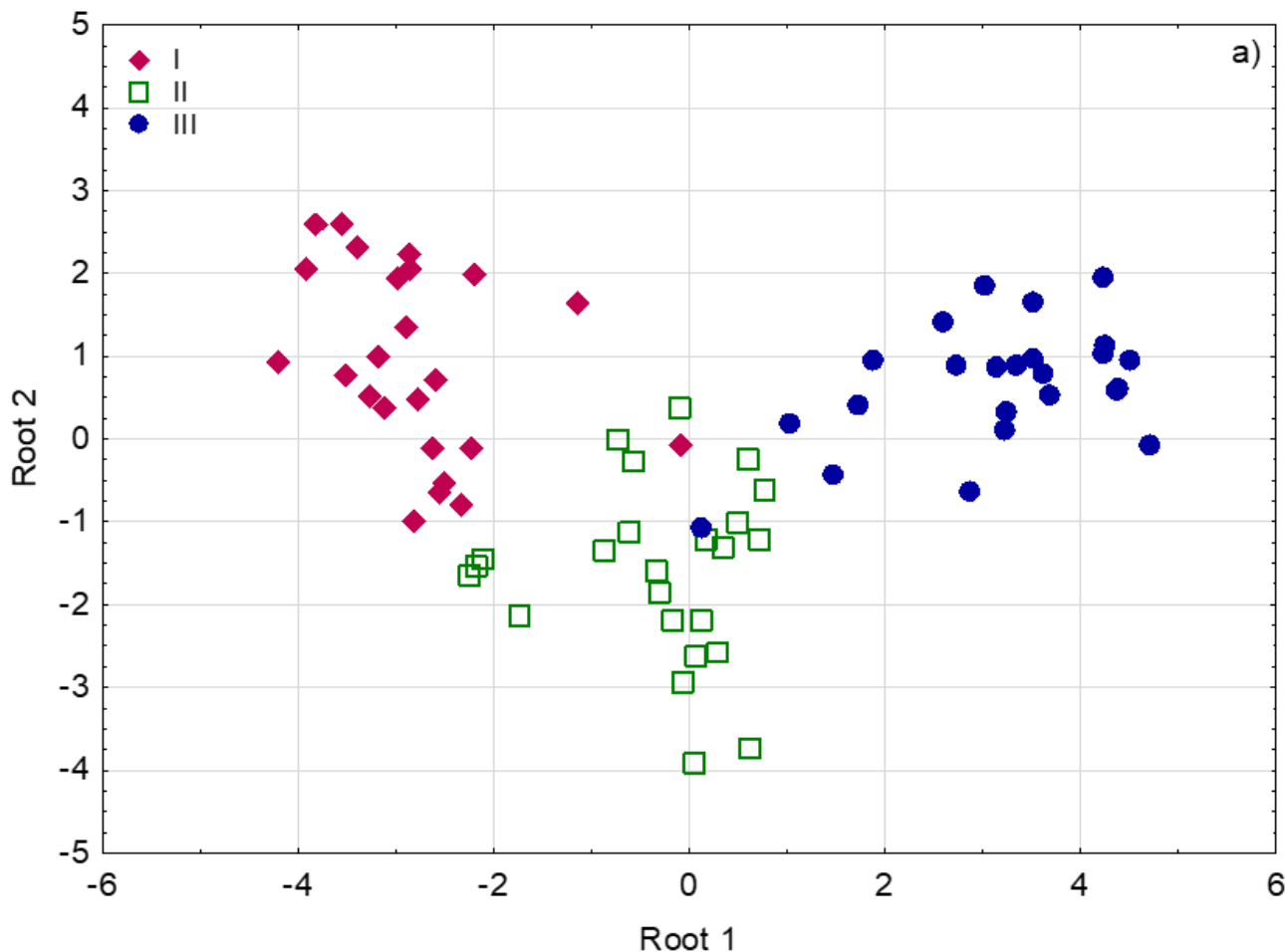


PC1 + PC2 = 87 %

UVEDENE NOVE VARIJABLE:

- 24-mkl-rol/B-sit-rol
- stig-rol/D7-kmp-rol
- kmp-nol/stig-rol

STEROLI | svježa i sklad. ulja | stupanj zrelosti



„Promjene tijekom skladištenja ulja su ipak donekle utjecale na stabilnost sterola kao pokazatelja stupnja zrelosti.”

- 1. 24-mkl-rol/ β -sit-rol
- 2. – 7. varijabli
→ 97 %

LDA • 97 % točna klasifikacija (18 svj.+ 54 sklad. = 72 uzorka ulja; 34 varijable)



**UTJECAJ SORTE I STUPNJA ZRELOSTI MASLINA NA
ALIFATSKE ALKOHOLE
U SVJEŽIM I SKLADIŠTENIM ULJIMA**



Utjecaj skladištenja maslinovog ulja na koncentracije i % alifatskih alkohola

SMANJENJE: oksidacija; esterifikacija s MK u voskove (*Mariani i Venturini, 2006.*).

POVEĆANJE: razgradnja duljih MK (*Caradec i sur., 2004.*); ili hidroliza voskova (*Mariani i sur., 2018.*)

PCA analiza – neuspješno razdvajanje s obz. na tretmane skladištenja

Tretman	decosanol	tricosanol	tetracosanol	pentacosanol	hexacosanol	heptacosanol	octacosanol	UKUPNI ALIFATSKI	decosanol	tricosanol	tetracosanol	pentacosanol	hexacosanol	heptacosanol	octacosanol
	mg/100 g								%						
Buža I															
Mlado ulje	1,24	0,20	2,35	0,26	3,53	0,19	1,50	9,27	13,49	2,12	^a 25,36	2,80	38,09	2,01	16,13
sobna T / 1g	1,12	0,16	2,16	0,18	3,18	0,15	1,41	8,36	13,39	1,97	^b 25,78	2,19	38,06	1,75	16,88
T hlad. / 1g	1,21	0,16	2,30	0,26	3,38	0,17	1,42	8,90	13,55	1,83	^b 25,83	2,91	38,02	1,86	16,01
T zamrzav. / 1g	1,21	0,18	2,34	0,25	3,49	0,21	1,45	9,14	13,23	1,96	^b 25,67	2,75	38,17	2,32	15,91
Buža II															
Mlado ulje	1,66	0,19	2,13	0,21	2,83	0,15	1,26	8,43	19,74	2,23	25,22	2,47	33,56	1,82	14,96
sobna T / 1g	1,55	0,19	2,01	0,21	2,68	0,13	1,17	7,93	19,53	2,33	25,33	2,60	33,84	1,64	14,72
T hlad. / 1g	1,63	0,19	2,12	0,22	2,86	0,15	1,26	8,43	19,31	2,24	25,22	2,56	33,92	1,83	14,92
T zamrzav. / 1g	1,70	0,18	2,19	0,23	2,88	0,14	1,21	8,53	19,95	2,17	25,68	2,65	33,75	1,67	14,13
Buža III															
Mlado ulje	2,17 ^a	0,20 ^b	2,92 ^a	0,24 ^{ab}	3,68 ^a	0,20	1,45	10,86 ^a	20,03	1,87 ^b	26,87 ^b	2,19 ^a	33,84	1,88	13,33
sobna T / 1g	2,11 ^a	0,27 ^a	3,00 ^a	0,19 ^c	3,44 ^{ab}	0,19	1,31	10,52 ^a	20,10	2,60 ^a	28,50 ^a	1,83 ^b	32,71	1,80	12,46
T hlad. / 1g	2,18 ^a	0,20 ^b	2,93 ^a	0,27 ^a	3,71 ^a	0,19	1,54	11,01 ^a	19,84	1,77 ^b	26,64 ^b	2,41 ^a	33,65	1,69	14,01
T zamrzav. / 1g	1,95 ^b	0,18 ^b	2,51 ^b	0,21 ^{bc}	3,07 ^b	0,15	1,19 ^c	9,26 ^b	21,08	1,92 ^b	27,12 ^b	2,22 ^a	33,19	1,67	12,80
Črna I															
Mlado ulje	0,96 ^b	0,17	2,11 ^a	0,37	4,72 ^a	0,25	1,97	10,54 ^a	9,09 ^b	1,57	20,04 ^b	3,54	44,74 ^a	2,39	18,63 ^a
sobna T / 1g	1,08 ^a	0,14	1,83 ^c	0,33	4,11 ^{bc}	0,18	1,64 ^c	9,31 ^b	11,63 ^a	1,47	19,66 ^c	3,54	44,14 ^b	1,92	17,65 ^b
T hlad. / 1g	0,88 ^c	0,14	1,97 ^b	0,34	4,01 ^c	0,21	1,70 ^b	9,24 ^b	9,47 ^b	1,50	21,32 ^a	3,67	43,39 ^c	2,26	18,40 ^a
T zamrzav. / 1g	0,85 ^c	0,13	1,96 ^b	0,36	4,41 ^{ab}	0,25	1,86 ^{ab}	9,83 ^{ab}	8,69 ^b	1,32	19,90 ^{bc}	3,70	44,82 ^a	2,54	18,93 ^a
Črna II															

Statistički značajne razlike između različitih razina faktora skladištenja utvrđene su zasebno za svaki tretman sorta × stupanj zrelosti i obilježene su različitim slovima (LSD test, $p < 0,05$).

Utjecaj skladištenja maslinovog ulja na koncentracije sterola i triterpenskih diola

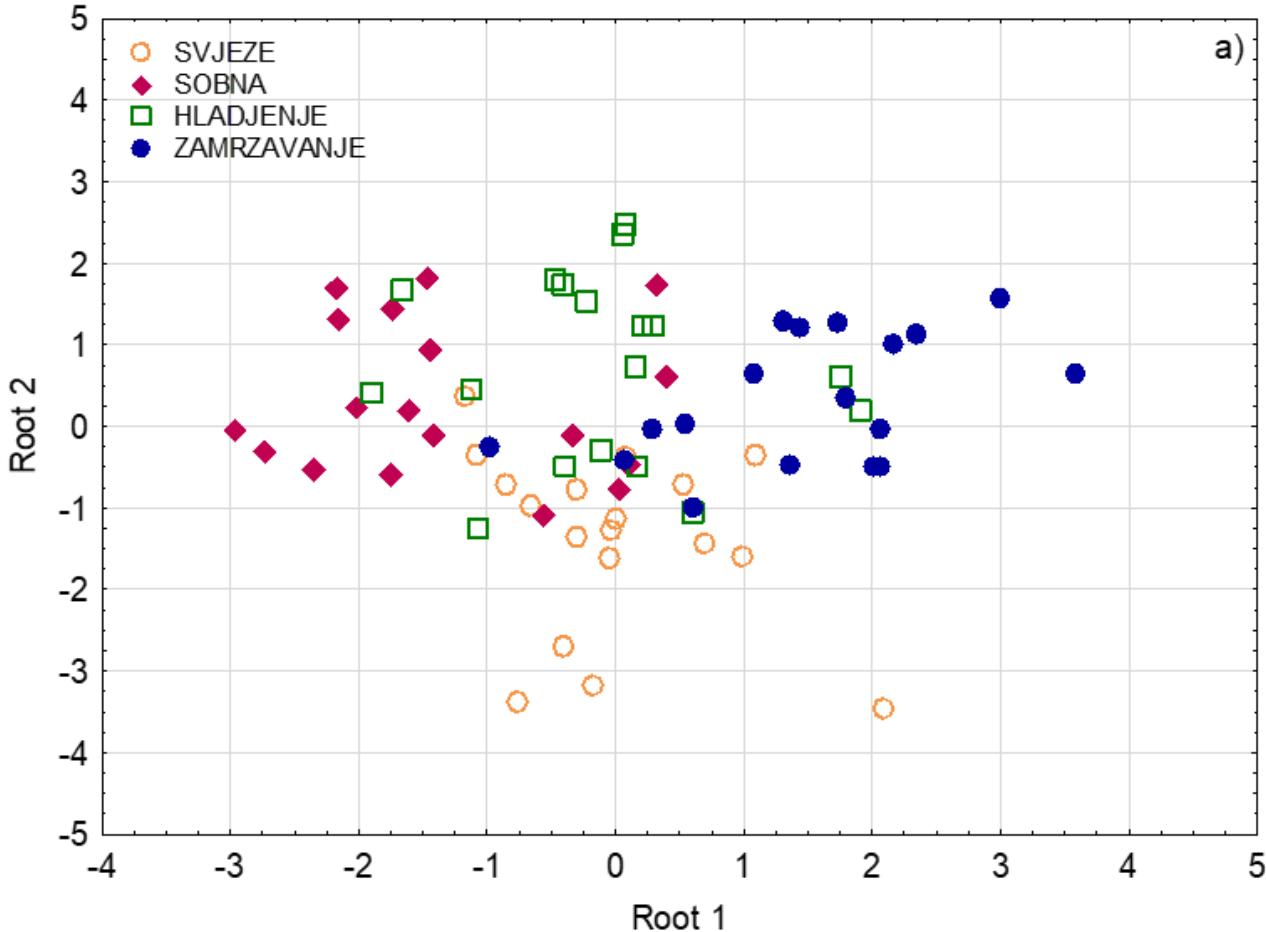
SMANJENJE: oksidacija; esterifikacija s MK u voskove (*Mariani i Venturini, 2006.*).

POVEĆANJE: razgradnja duljih MK (*Caradec i sur., 2004.*); ili hidroliza voskova (*Mariani i sur., 2018.*)

PCA analiza – neuspješno razdvajanje s obz. na tretmane skladištenja

Mlado ulje	1,03	0,15	1,85	b 0,32	4,30	b 0,22	ab 1,60	b 9,48	b	10,92	a 1,59	19,57	3,42	45,33	2,30	16,89	
sobna T / 1g	0,96	0,17	2,16	a 0,38	4,63	a 0,26	a 1,92	a 10,47	a	9,19	b 1,57	20,58	3,61	44,15	2,43	18,29	
T hlad. / 1g	1,03	0,13	1,83	b 0,32	4,16	b 0,18	b 1,60	b 9,20	b	11,10	a 1,38	19,78	3,44	45,02	1,93	17,36	
T zamrzav. / 1g	1,03	0,15	1,83	b 0,32	4,15	b 0,19	b 1,55	b 9,23	b	11,15	a 1,60	19,87	3,50	44,97	2,08	16,83	
Črna III																	
Mlado ulje	1,45	0,18	2,20	b 0,28	3,76	0,18	1,47	9,52	a	15,21	1,87	23,11	2,94	39,51	1,89	15,46	
sobna T / 1g	1,49	0,19	2,32	a 0,30	3,71	0,17	1,49	9,66	a	15,39	1,99	24,01	3,05	38,36	1,79	15,41	
T hlad. / 1g	1,50	0,18	2,16	bc 0,28	3,75	0,20	1,52	9,60	a	15,63	1,86	22,51	2,95	39,08	2,11	15,87	
T zamrzav. / 1g	1,50	0,17	2,10	c 0,27	3,60	0,17	1,40	9,21	b	16,30	1,87	22,81	2,95	39,05	1,81	15,21	
Rosinjola I																	
Mlado ulje	0,50	a 0,11	a 1,75	0,36	5,79	0,35	a 2,69	ab 11,54	a	4,36	0,93	a 15,13	ab 3,08	50,20	ab 3,01	23,28	b
sobna T / 1g	0,51	a 0,11	a 1,74	0,37	5,77	0,36	a 2,76	a 11,62	a	4,39	0,95	a 14,93	b 3,19	49,69	b 3,09	23,76	a
T hlad. / 1g	0,46	b 0,07	c 1,64	0,32	5,50	0,32	b 2,59	bc 10,90	b	4,21	0,68	b 15,04	b 2,93	50,50	a 2,89	23,75	a
T zamrzav. / 1g	0,47	b 0,09	b 1,64	0,33	5,40	0,31	b 2,48	c 10,73	b	4,39	0,87	a 15,31	a 3,04	50,33	a 2,90	23,16	b
Rosinjola II																	
Mlado ulje	2,28	ab 0,27	4,01	a 0,36	5,25	a 0,28	2,27	14,73	a	15,63	1,85	27,28	2,42	35,54	1,92	15,37	
sobna T / 1g	2,16	bc 0,25	3,63	b 0,32	4,78	b 0,26	2,11	13,52	b	15,98	1,85	26,87	2,39	35,34	1,94	15,63	
T hlad. / 1g	2,30	a 0,26	3,87	a 0,38	5,04	ab 0,27	2,17	14,28	ab	16,11	1,84	27,07	2,64	35,30	1,89	15,15	
T zamrzav. / 1g	2,04	c 0,22	3,31	c 0,30	4,21	c 0,23	1,79	12,10	c	16,86	1,84	27,32	2,49	34,77	1,90	14,84	
Rosinjola III																	
Mlado ulje	1,93	b 0,23	3,71	a 0,28	b 3,70	b 0,22	b 1,46	b 11,53	b	16,73	2,02	a 32,15	a 2,42	32,06	b 1,94	a 12,69	b
sobna T / 1g	2,03	a 0,22	3,66	a 0,31	a 4,43	a 0,25	a 1,90	a 12,80	a	15,86	1,69	b 28,58	b 2,42	34,61	a 1,99	a 14,85	a
T hlad. / 1g	1,95	b 0,23	3,78	a 0,28	b 3,76	b 0,20	bc 1,49	b 11,70	b	16,66	1,96	a 32,33	a 2,43	32,14	b 1,72	b 12,76	b
T zamrzav. / 1g	1,86	c 0,21	3,47	b 0,26	c 3,39	c 0,19	c 1,35	c 10,74	c	17,35	2,00	a 32,35	a 2,41	31,59	b 1,76	b 12,54	b

Statistički značajne razlike između različitih razina faktora skladištenje utvrđene su zasebno za svaki tretman sorta × stupanj zrelosti i obilježene su različitim slovima (LSD test, $p < 0,05$).

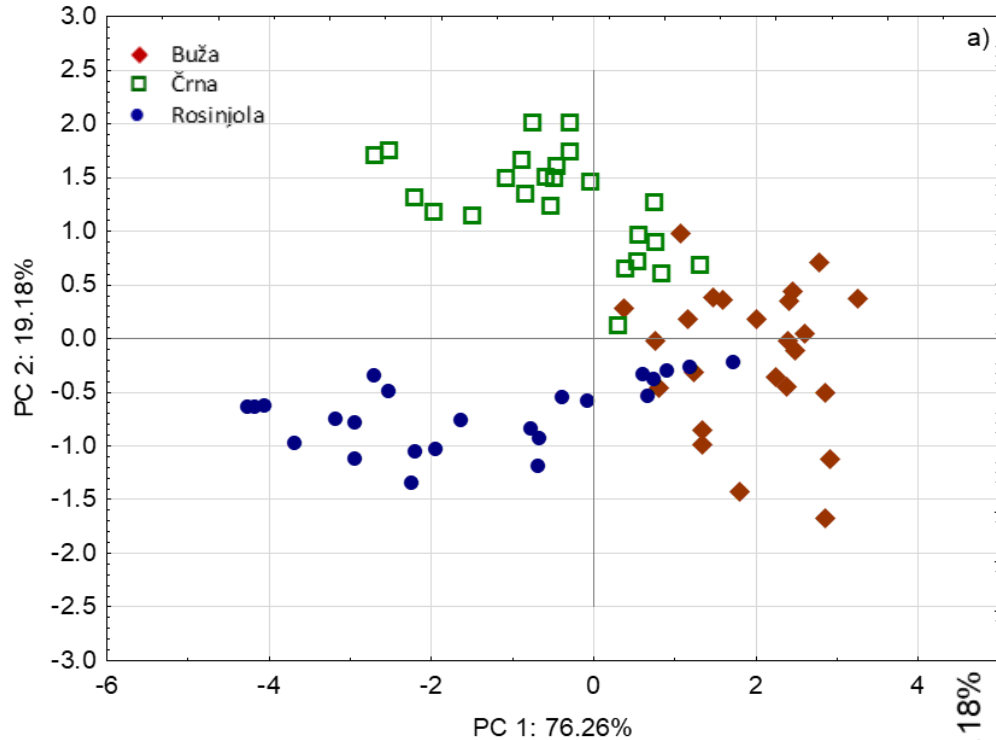


- 13 varijabli
→ nepotpuno
razdvajanje na
osnovi uvjeta
skladištenja

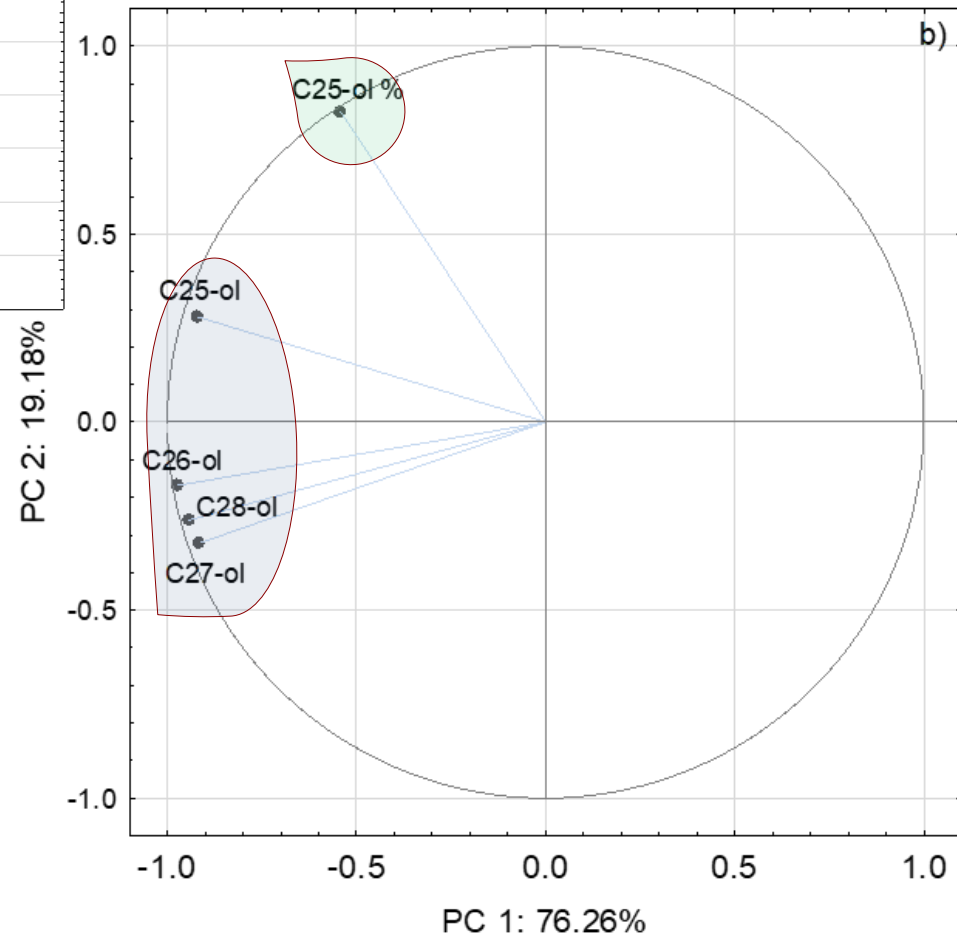
LDA

- samo 78 % točna klasifikacija (18 svj.+ 54 sklad. = 72 uz.; 14 varijabli)

ALIFATSKI A. | svježa i sklad. ulja | sorta



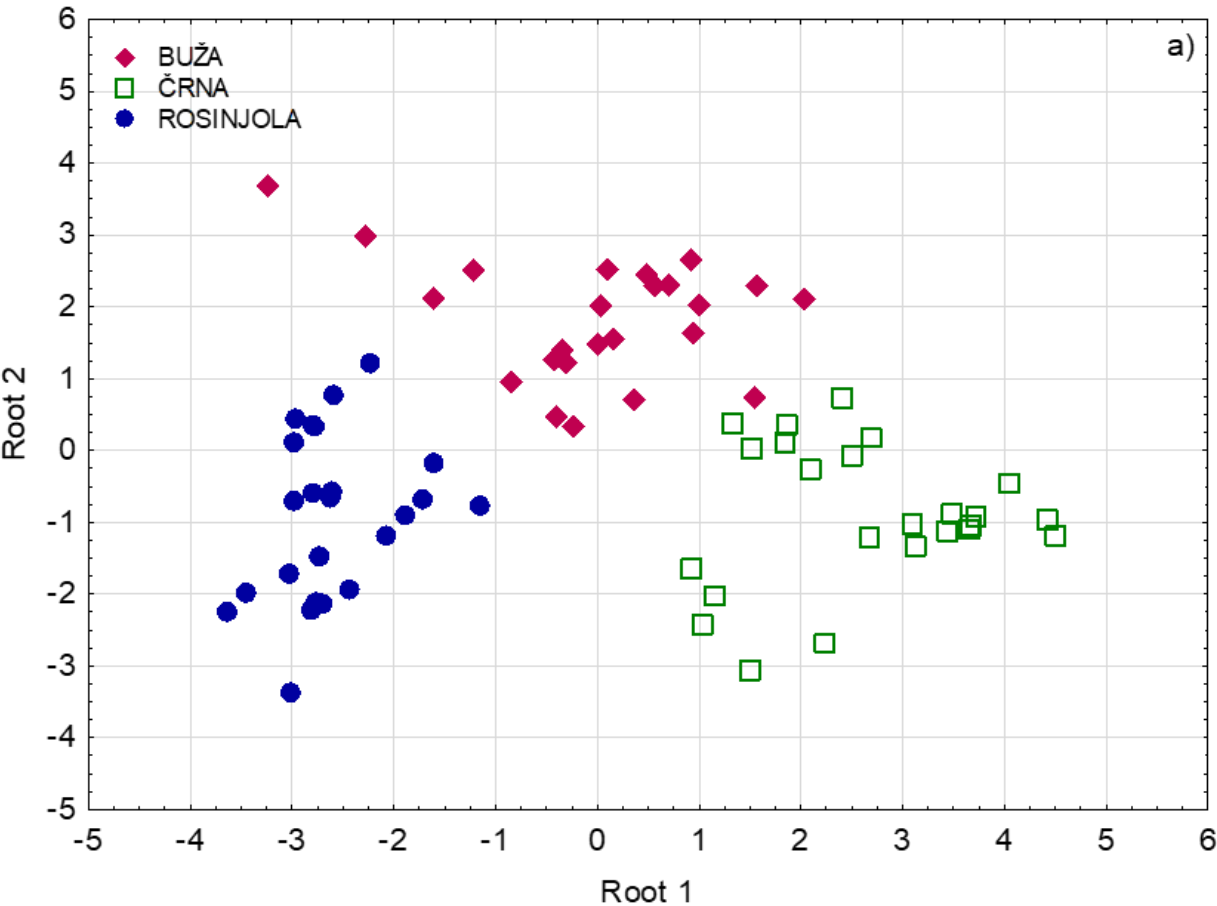
- relativno uspješno, iako nepotpuno razdvajanje
- 3/5 varijabli iz svj. uzoraka:
c i % C 25; c C27



PC1 + PC2 = 95 %

PCA

ALIFATSKI A. | svježa i sklad. ulja | sorta



- 3/4 varijable prepoznatih u svj. uljima

1. C 25

2. % C 25

→ 90 % Č

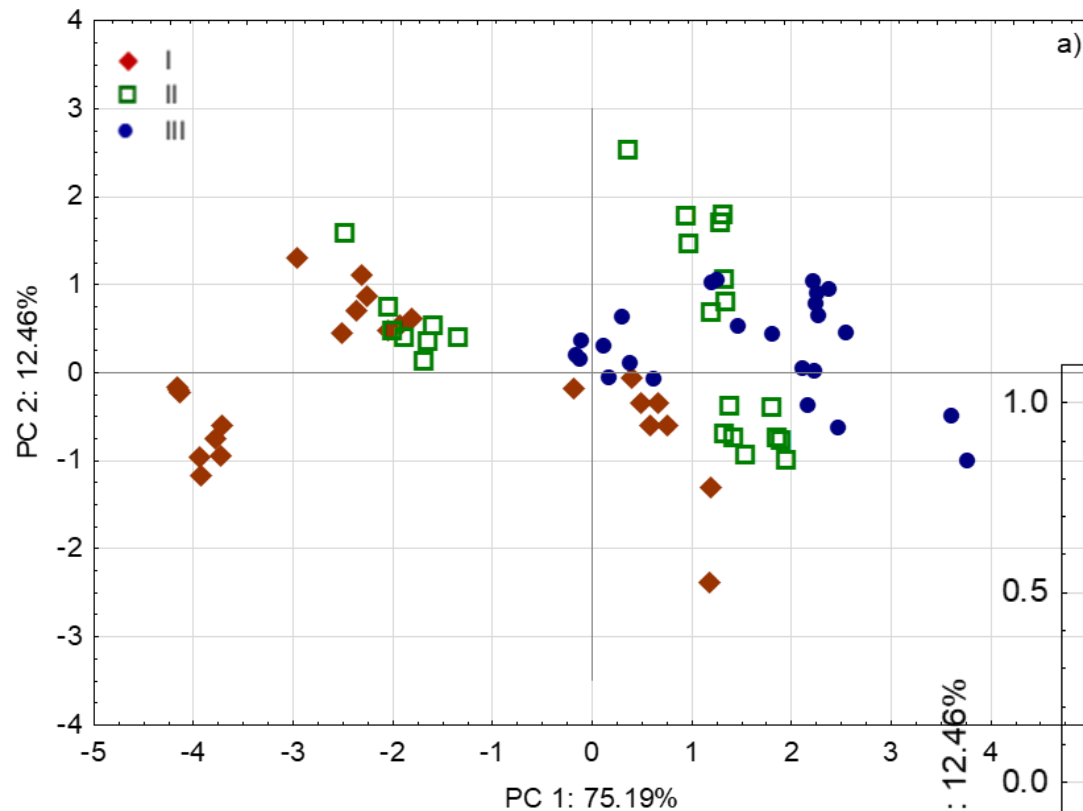
3. C 22

4. % C 26

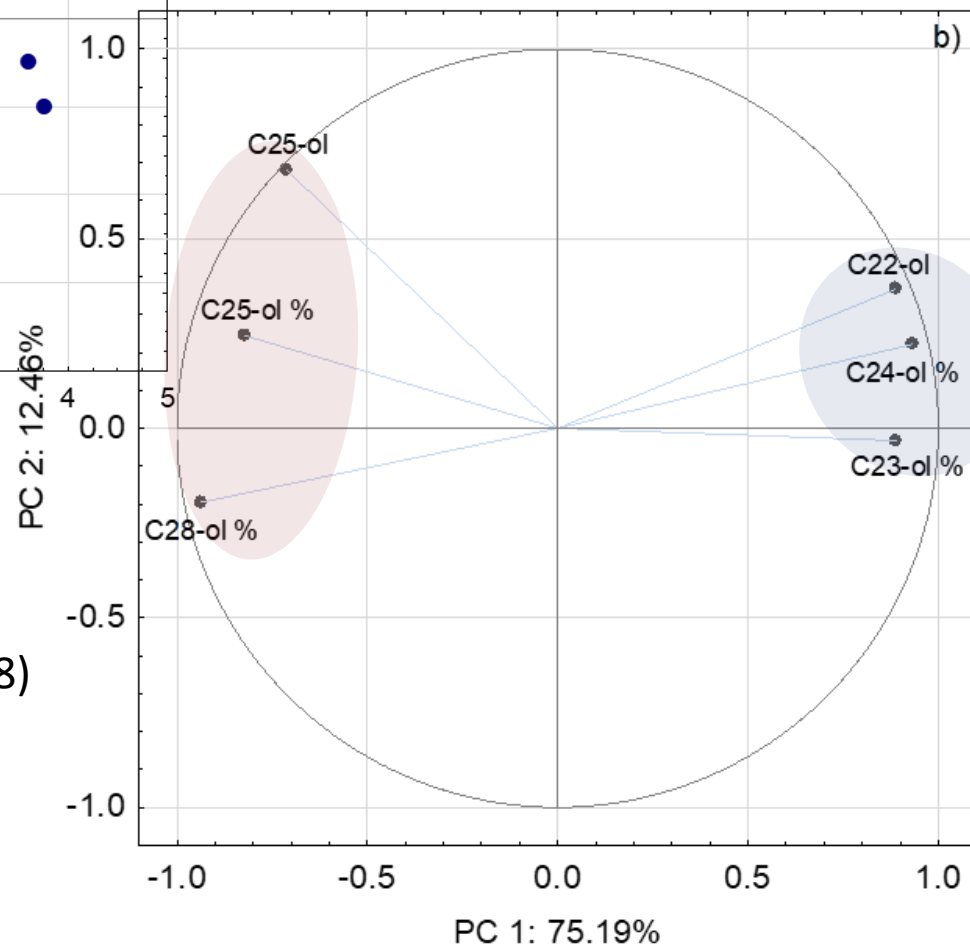
→ (100%)

LDA • 100 % točna klasifikacija na osnovi sorte (18 svj.+ 54 sklad. = 72 uz.; 14 varijabli)

ALIFATSKI A. | svježa i sklad. ulja | stupanj zrelosti



- slabo razdvajanje (6 varijabli)
- gubitak dijela informacija o stupnju zrelosti sadržanih u sastavu AA



PC1 + PC2 = 88 %

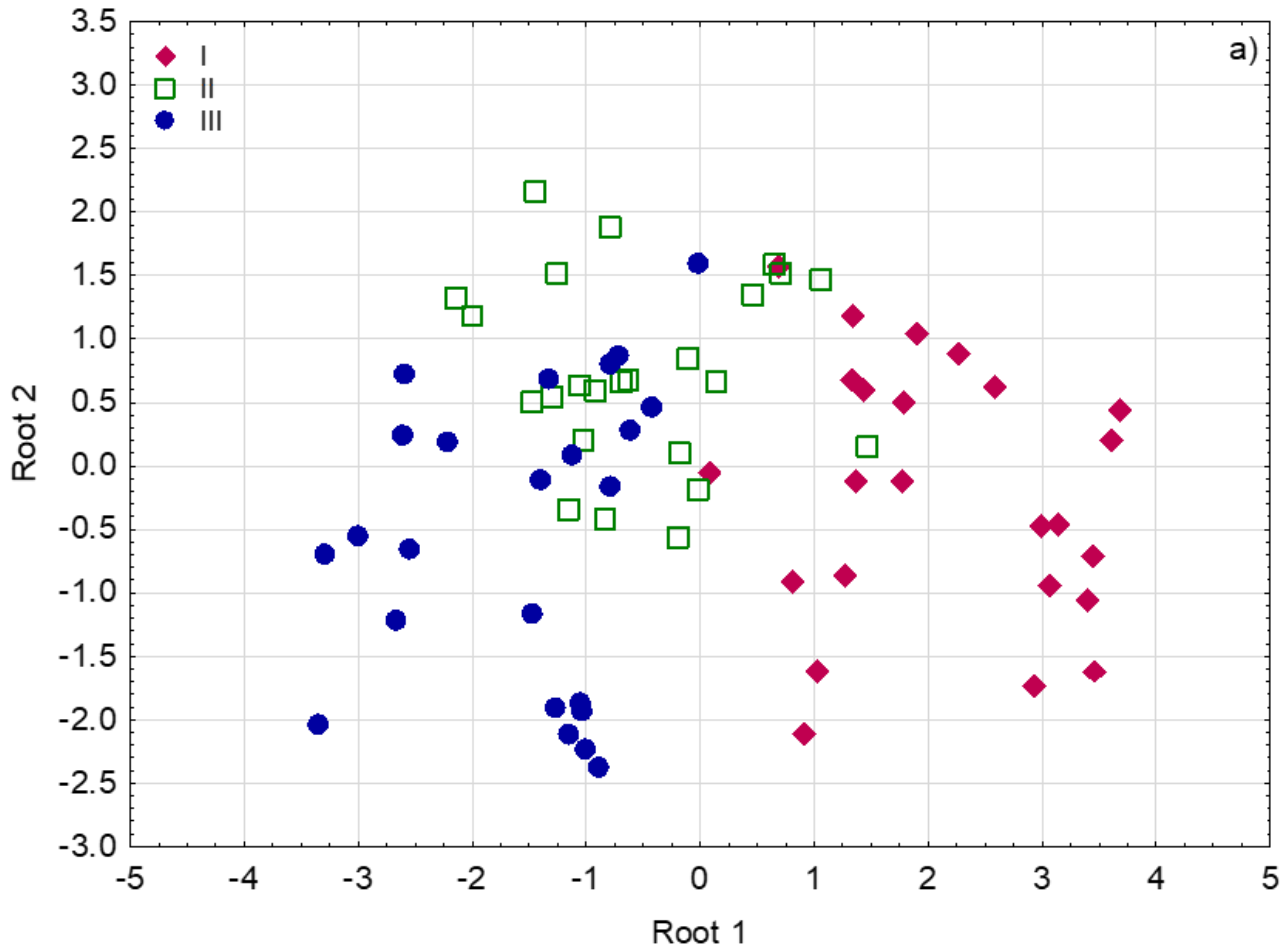
VARIJABLE IZ SETA SVJ. ULJA:

→ c i % (C 25); c (C22); % (C28)

NOVE VARIJABLE:

→ % (C 24); % (C 23)

ALIFATSKI A. | svježa i sklad. ulja | stupanj zrelosti



- 3/6 varijabli prepoznatih u svj. uljima

1. C 25
2. % C 23
3. % C 28
4. C 22
5. % C 24
6. % C 25

LDA

- 83 % točna klasifikacija (18 svj.+ 54 sklad. = 72 uzorka ulja; 14 varijabli)



**UTJECAJ SORTE I STUPNJA ZRELOSTI MASLINA NA
TRITERPENSKE ALKOHOLE
U SVJEŽIM I SKLADIŠTENIM ULJIMA**



Utjecaj skladištenja maslinovog ulja na koncentracije triterpenskih alkohola

- sporadične promjene, za većinu TTA bez pravila

↗ c δ-amirin obtusifoliol – ↗ c i %

Tretman	δ-amirin	obtusifoliol	β-amirin	butirospermol	gramisterol + cikloekalenol	cikloartenol	24-metilen-cikloartenol	citrostadienol	UKUPNI 4-MONOMETIL STEROLI	UKUPNI-4,4-DITMETIL STEROLI	UKUPNI TRI-TERPENSKI ALKOHOLI
mg/100 g											
Buža I											
Mlado ulje	1,47	6,06	3,14	5,86 ^a	2,34	27,66	40,37	16,60	25,01	78,51 ^a	103,52
sobna T / 1g	1,61	6,33	2,29	5,13 ^b	2,56	24,83	35,56	14,84	23,73	69,43 ^b	93,16
T hlad. / 1g	1,40	6,30	3,25	6,08 ^a	2,37	28,74	41,88	17,40	26,08	81,36 ^a	107,44
T zamrzav. / 1g	1,38	7,37	3,19	5,67 ^{ab}	2,22	26,61	38,76	15,80	25,39	75,61 ^{ab}	101,00
Buža II											
Mlado ulje	1,60 ^c	7,02 ^c	3,68 ^c	6,68 ^b	2,71 ^b	31,75	60,06	15,91 ^b	25,63 ^b	103,76	129,38 ^b
sobna T / 1g	1,71 ^a	8,63 ^b	4,22 ^{ab}	7,45 ^a	3,05 ^a	34,93	66,27	17,88 ^a	29,56 ^a	114,58	144,14 ^a
T hlad. / 1g	1,67 ^b	8,75 ^b	4,15 ^b	7,17 ^a	2,90 ^{ab}	34,38	64,80	17,25 ^a	28,90 ^a	112,17	141,07 ^a
T zamrzav. / 1g	1,71 ^a	10,13 ^a	4,43 ^a	7,08 ^{ab}	2,80 ^b	33,99	63,89	16,87 ^{ab}	29,80 ^a	111,10	140,90 ^a
Buža III											
Mlado ulje	2,18	7,51	5,89	9,06	3,46	53,97	107,76	15,49 ^{ab}	26,46	178,86	205,32
sobna T / 1g	1,95	6,88	5,42	7,87	3,35	49,47	94,91	13,67 ^{bc}	23,90	159,62	183,52
T hlad. / 1g	2,18	7,64	6,01	9,34	3,53	57,19	110,00	16,19 ^a	27,36	184,72	212,08
T zamrzav. / 1g	1,96	7,91	5,58	8,25	2,91	50,14	95,69	12,39 ^c	23,21	161,62	184,82
Črna I											
Mlado ulje	2,07 ^a	8,94 ^b	3,93 ^b	12,02	3,70	37,17	49,43 ^b	22,88	35,52	104,61 ^b	140,13
sobna T / 1g	1,80 ^b	8,71 ^b	3,58 ^c	11,52	3,95	37,37	62,40 ^a	21,41	34,07	116,66 ^a	150,73
T hlad. / 1g	1,95 ^a	8,62 ^b	3,96 ^b	12,49	3,64	38,43	50,82 ^b	23,40	35,65	107,66 ^b	143,31
T zamrzav. / 1g	2,03 ^a	10,59 ^a	4,26 ^a	12,26	3,60	37,70	49,72 ^b	22,54	36,73	105,96 ^b	142,69
Črna II											
Mlado ulje	1,96	8,42	3,52	11,51	3,90	37,15	62,39 ^a	21,54	33,86	116,52 ^{ab}	150,38 ^{ab}



Statistički značajne razlike između različitih razina faktora skladištenje utvrđene su zasebno za svaki tretman sorta × stupanj zrelosti i obilježene su različitim slovima (LSD test, $p < 0,05$). Ukupni 4-monometil steroli obuhvaćaju spojeve: obtusifoliol, gramisterol + cikloekalenol, citrostadienol; Ukupni-4,4-ditmetil steroli obuhvaćaju spojeve: δ-amirin, β-amirin, butirospermol, cikloartenol, 24-metilen-cikloartenol

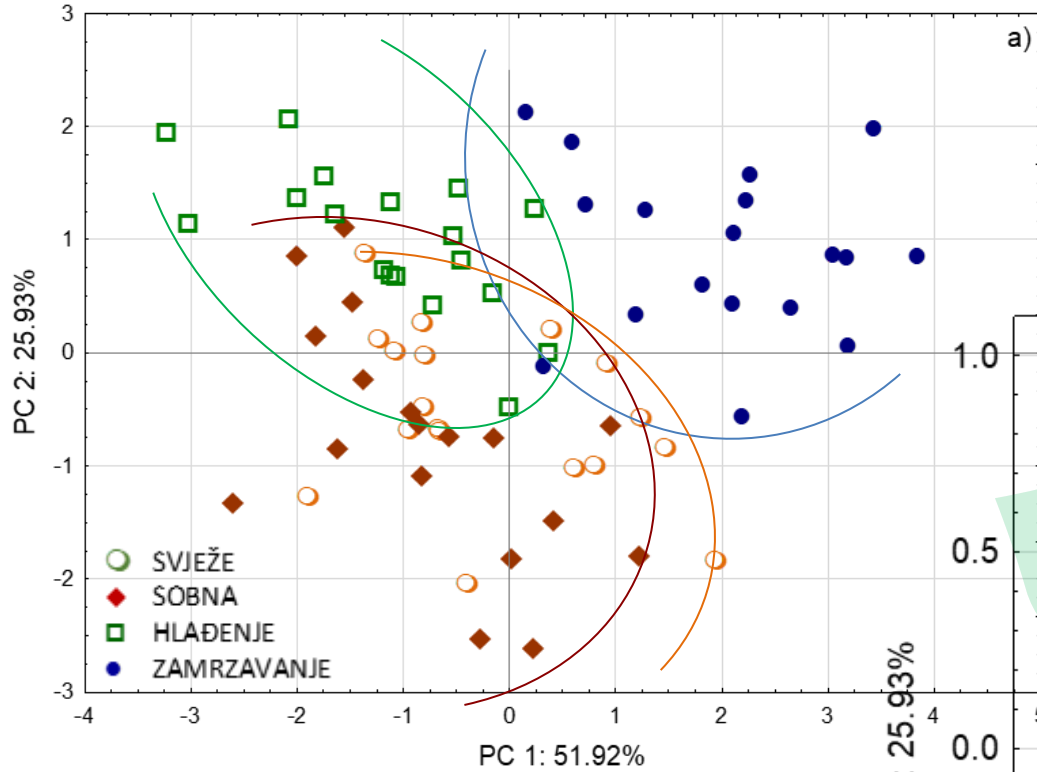
Utjecaj skladištenja maslinovog ulja na koncentracije sterola i triterpenskih diola

↗ c - δ-amirin obtusifoliol – ↗ c i %

sobna T / 1g	2,05	8,74	3,90	11,60	3,84	36,80	48,95 ^b	22,24	34,82	103,30 ^c	138,12 ^b
T hlad. / 1g	2,02	9,40	3,91	12,13	4,08	40,22	66,79 ^a	22,76	36,24	125,06 ^a	161,30 ^a
T zamrzav. / 1g	1,92	9,11	3,70	10,89	3,86	36,74	61,59 ^a	21,29	34,25	114,85 ^b	149,10 ^{ab}
Črna III											
Mlado ulje	1,80	8,33 ^c	3,45	10,77	3,82	39,85	82,63	16,89	29,04	138,50	167,55
sobna T / 1g	1,87	9,30 ^b	3,72	10,74	4,03	41,00	84,95	17,29	30,63	142,26	172,89
T hlad. / 1g	1,88	9,88 ^b	3,86	11,69	3,89	43,18	89,47	17,87	31,63	150,08	181,71
T zamrzav. / 1g	1,80	10,94 ^a	3,81	10,31	3,60	38,72	80,22	16,18	30,72	134,87	165,59
Rosinjola I											
Mlado ulje	2,02 ^b	7,32 ^c	5,12 ^b	11,92 ^b	2,08 ^{ab}	42,83 ^b	20,59 ^b	20,63 ^b	30,04 ^b	82,47 ^b	112,51 ^b
sobna T / 1g	2,01 ^b	8,35 ^b	5,52 ^a	12,82 ^a	2,27 ^a	46,96 ^a	22,93 ^a	22,71 ^a	33,34 ^a	90,23 ^a	123,57 ^a
T hlad. / 1g	2,16 ^a	9,56 ^a	5,76 ^a	13,01 ^a	2,30 ^a	47,77 ^a	22,95 ^a	23,08 ^a	34,93 ^a	91,65 ^a	126,58 ^a
T zamrzav. / 1g	1,85 ^c	8,30 ^b	4,88 ^b	10,95 ^c	1,89 ^b	40,30 ^b	19,07 ^b	19,73 ^b	29,93 ^b	77,05 ^b	106,98 ^b
Rosinjola II											
Mlado ulje	1,77 ^{ab}	9,66 ^b	6,40 ^b	9,43 ^{ab}	5,49 ^{ab}	49,62 ^b	71,82 ^b	25,26 ^b	40,42 ^b	139,05 ^b	179,46 ^b
sobna T / 1g	1,80 ^a	11,40 ^a	6,95 ^a	9,96 ^a	5,84 ^a	53,07 ^a	76,36 ^a	27,56 ^a	44,80 ^a	148,15 ^a	192,95 ^a
T hlad. / 1g	1,73 ^b	10,14 ^b	6,54 ^b	9,37 ^b	5,25 ^b	48,84 ^b	69,28 ^b	24,15 ^b	39,54 ^b	135,76 ^b	175,30 ^b
T zamrzav. / 1g	1,52 ^c	8,85 ^c	5,53 ^c	8,10 ^c	4,43 ^c	42,77 ^c	60,42 ^c	20,42 ^c	33,71 ^c	118,35 ^c	152,06 ^c
Rosinjola III											
Mlado ulje	1,69 ^b	7,76 ^c	6,81 ^b	9,35 ^b	4,15	64,44 ^{ab}	75,23 ^b	25,13 ^b	37,04 ^b	157,53 ^a	194,57 ^b
sobna T / 1g	1,81 ^a	9,89 ^a	7,19 ^a	10,37 ^a	5,43	60,70 ^{bc}	80,25 ^a	27,74 ^a	43,07 ^a	160,33 ^a	203,40 ^{ab}
T hlad. / 1g	1,73 ^{ab}	9,48 ^a	7,36 ^a	9,82 ^b	4,38	67,58 ^a	78,88 ^{ab}	26,03 ^b	39,88 ^b	165,37 ^a	205,25 ^a
T zamrzav. / 1g	1,52 ^c	8,43 ^b	6,26 ^c	8,58 ^c	1,94	59,03 ^c	68,42 ^c	17,79 ^c	28,16 ^c	143,80 ^b	171,96 ^c

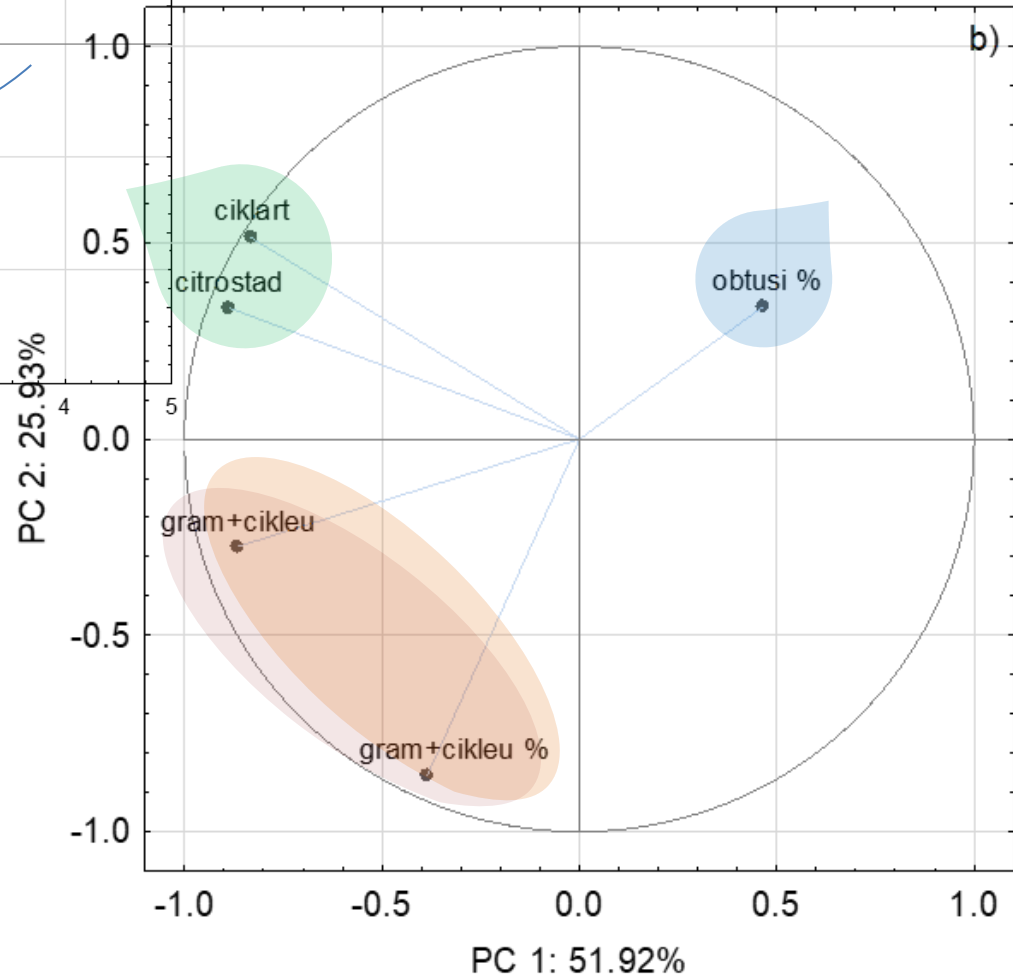
Statistički značajne razlike između različitih razina faktora skladištenje utvrđene su zasebno za svaki tretman sorta × stupanj zrelosti i obilježene su različitim slovima (LSD test, $p < 0,05$). Ukupni 4-monometil steroli obuhvaćaju spojeve: obtusifoliol, gramisterol + cikloeukalenol, citrostadienol; Ukupni 4,4-ditmetil steroli obuhvaćaju spojeve: δ-amirin, β-amirin, butirospermol, cikloartenol, 24-metilen-cikloartenol

TRITERPENSKI A. | svježa i sklad. ulja | skladištenje



- slabo razdvajanje (6 varijabli)
- tendencija grupiranja - skladištenje

PC1 + PC2 = 78 %

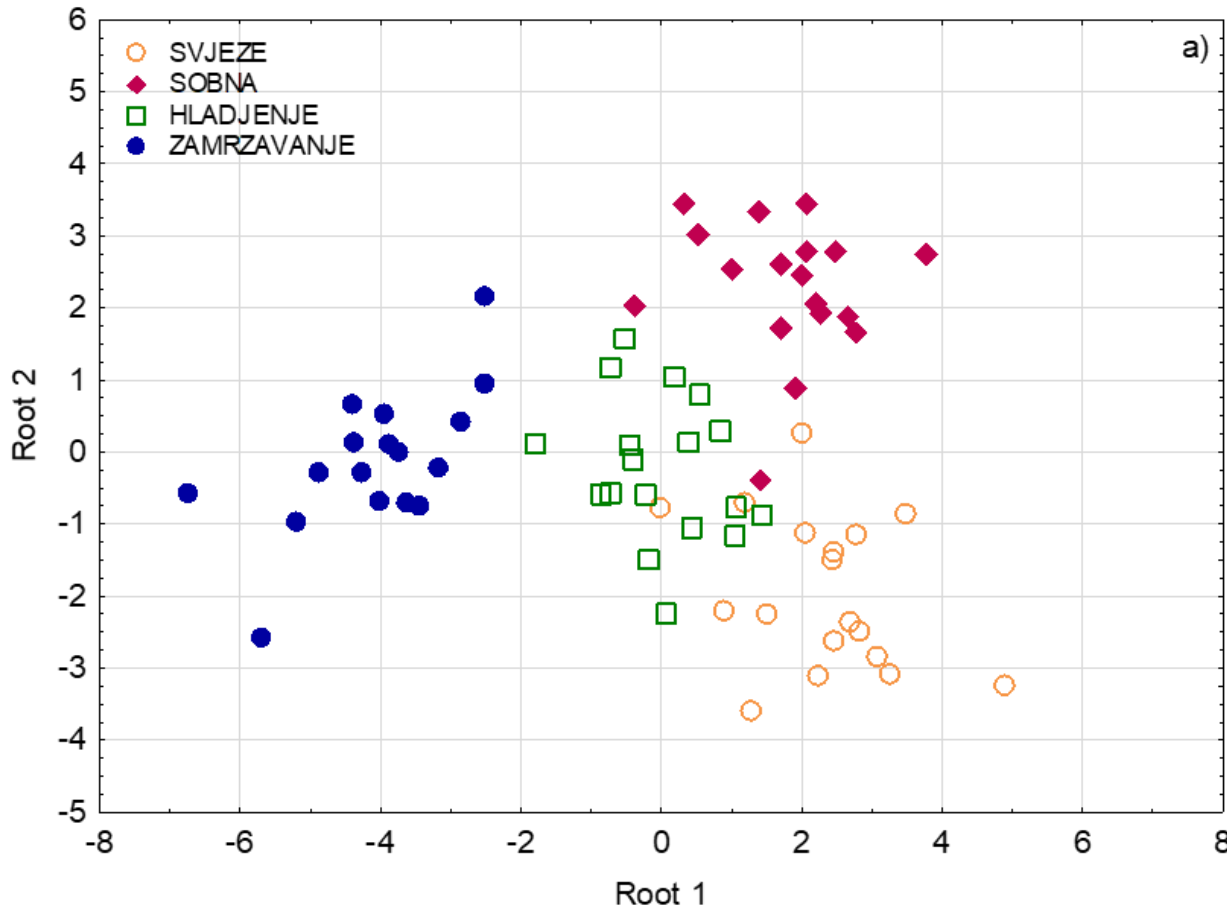


PCA

TRITERPENSKI A. | svježa i sklad. ulja | skladištenje



- relativno dobro međusobno razdvajanje sve 4 grupe, ne samo svježe ulje
- **% obtusifoliol** – pod utjecajem uvjeta skladištenja

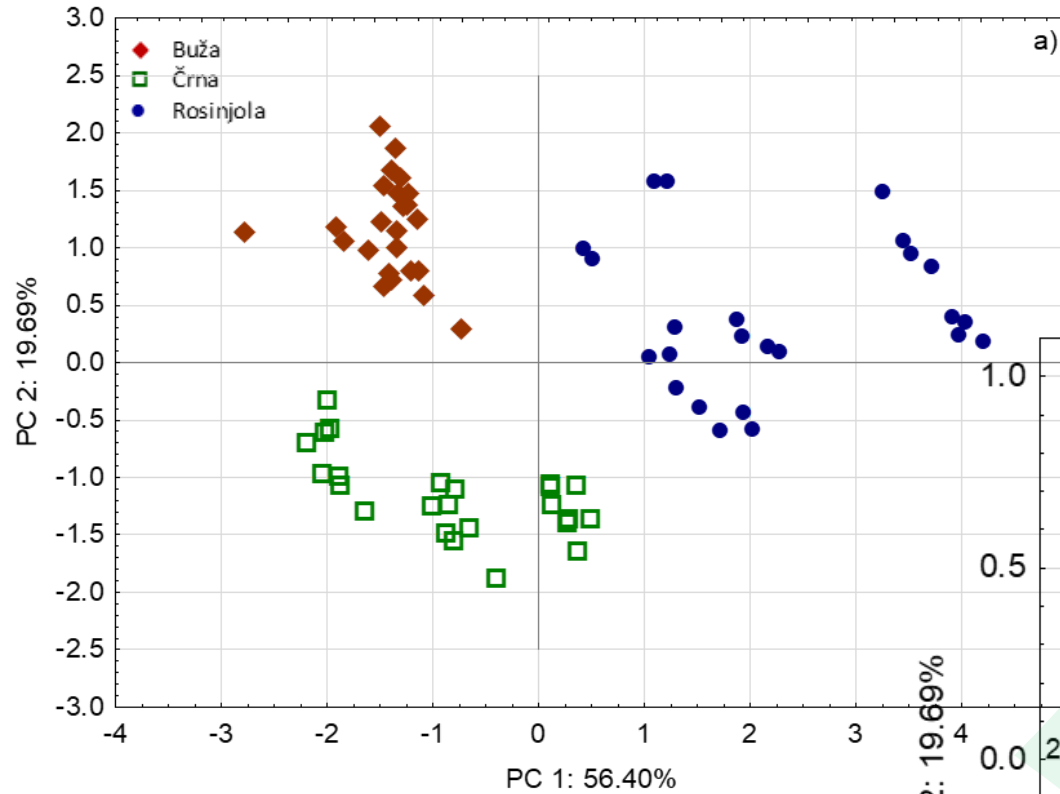


1. **% obtusifoliol**
2. % gramisterola + cikloeukalenola
3. butirospermol
4. % δ -amirin
5. cikloartenol
6. δ -amirin
7. gramisterola + cikloeukalenola
8. obtusifoliol
- 94 %
- ... 13.

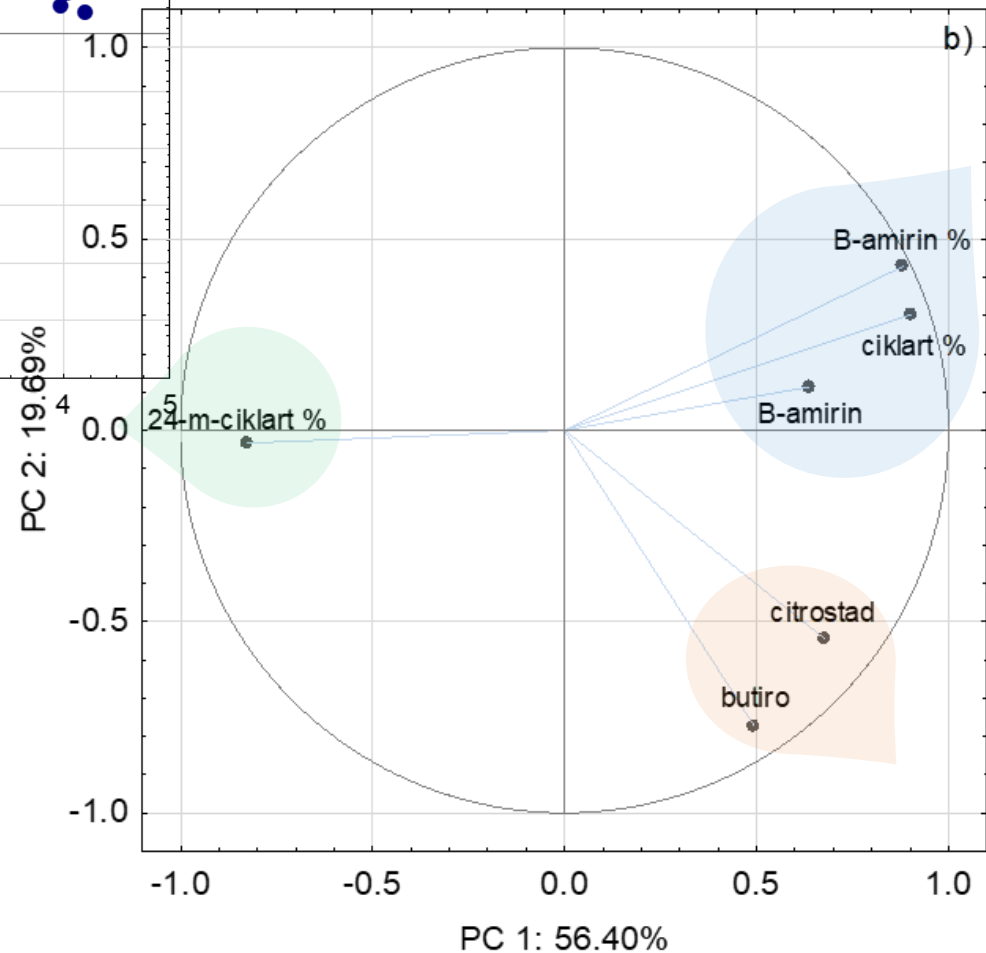
LDA

- **94 %** točna klasifikacija (18 svj.+ 54 sklad. = 72 uzorka ulja; 16 varijabli)

TRITERPENSKI A. | svježa i sklad. ulja | sorta



- uspješno razdvajanje (6 varijabli, 5 kao u svježim uz.)

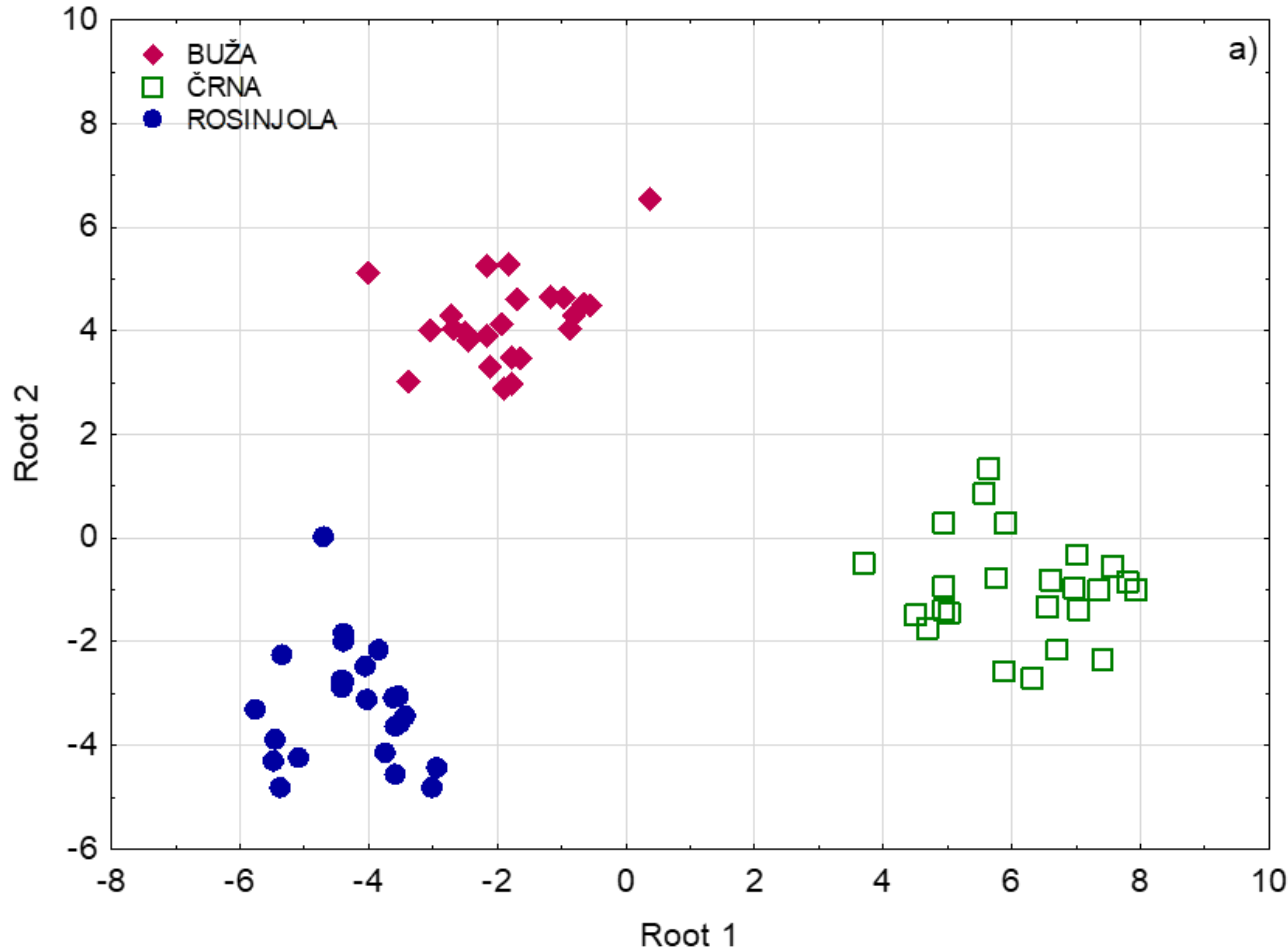


PC1 + PC2 = 76 %

- ulja pojedinih sorti – gotovo iste varijable kao u svježim uljima

PCA

TRITERPENSKI A. | svježā i sklad. ulja | sorta



1. % β -amirin

→ 88% (100% R)

2. butirospermol

→ 99 % (100% Č)

3. cikloartenol

→ 100 %

4. δ -amirin

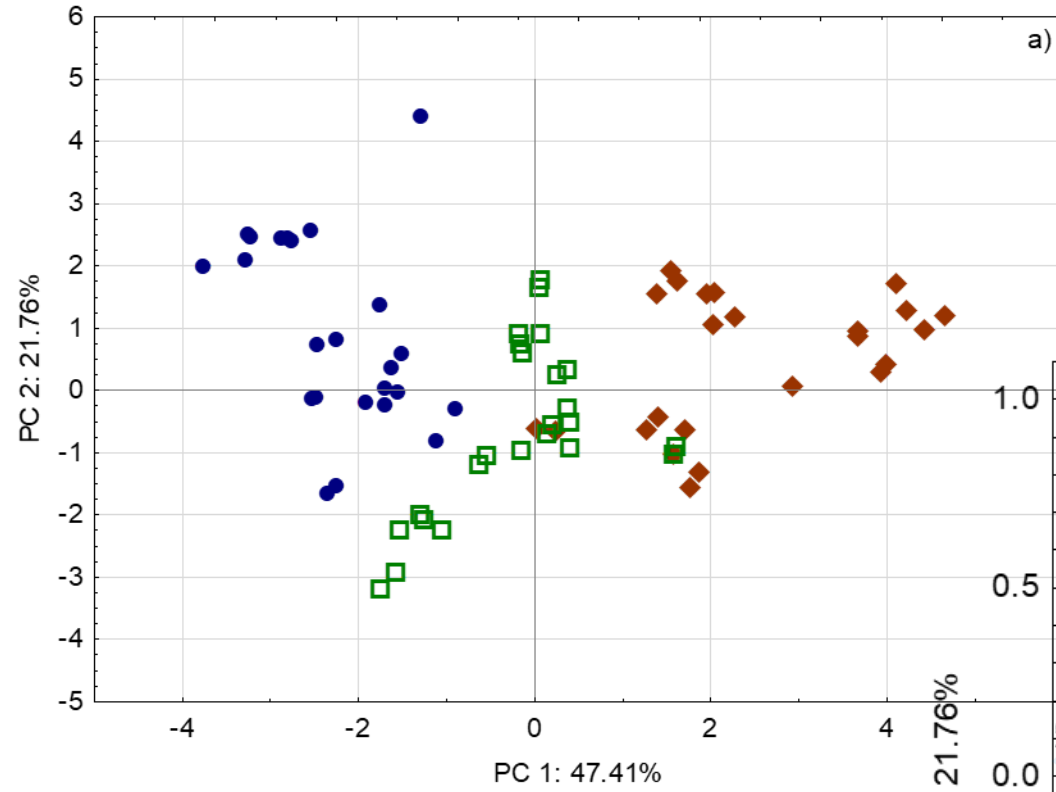
5. % gramisterol + cikloeukalenol

6. % cikloartenol

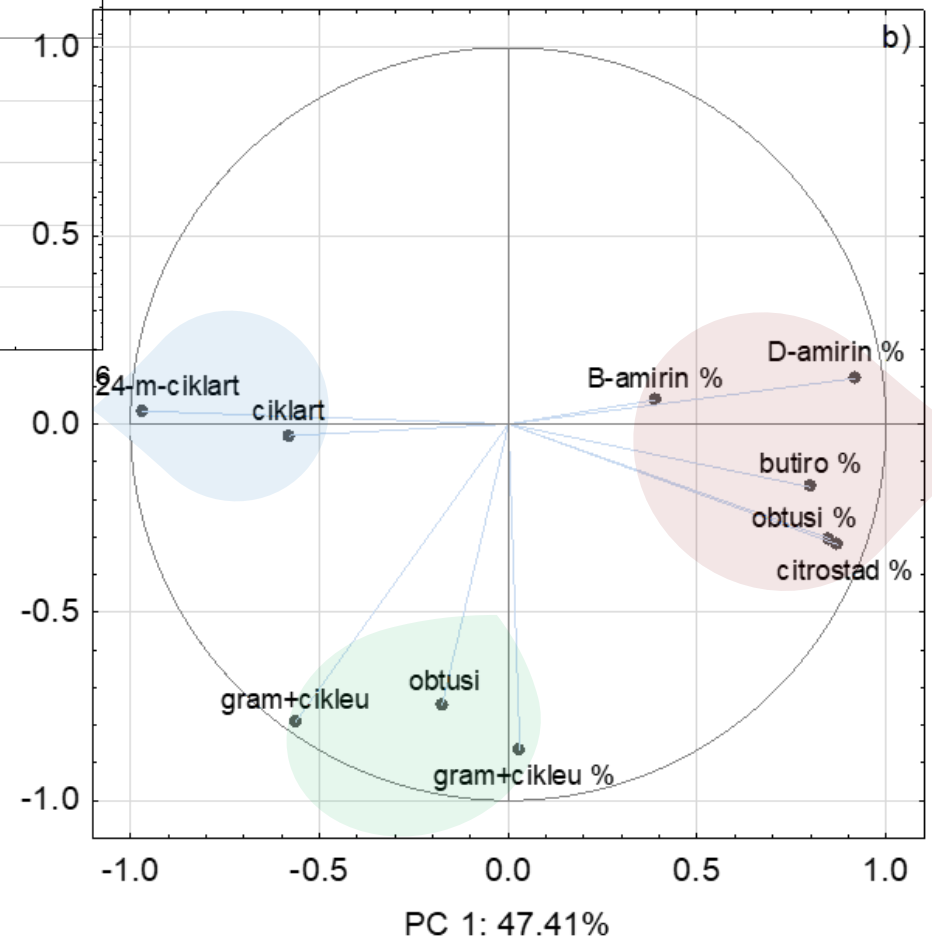
LDA

- 100 % točna klasifikacija (18 svj.+ 54 sklad. = 72 uzorka ulja; 16 varijabli)

TRITERPENSKI A. | svježa i sklad. ulja | stupanj zrelosti



- relativno uspješno razdvajanje, rasap i preklapanje uzoraka



PC1 + PC2 = 69 %

VARIJABLE IZ SETA SVJ. ULJA (5/10):

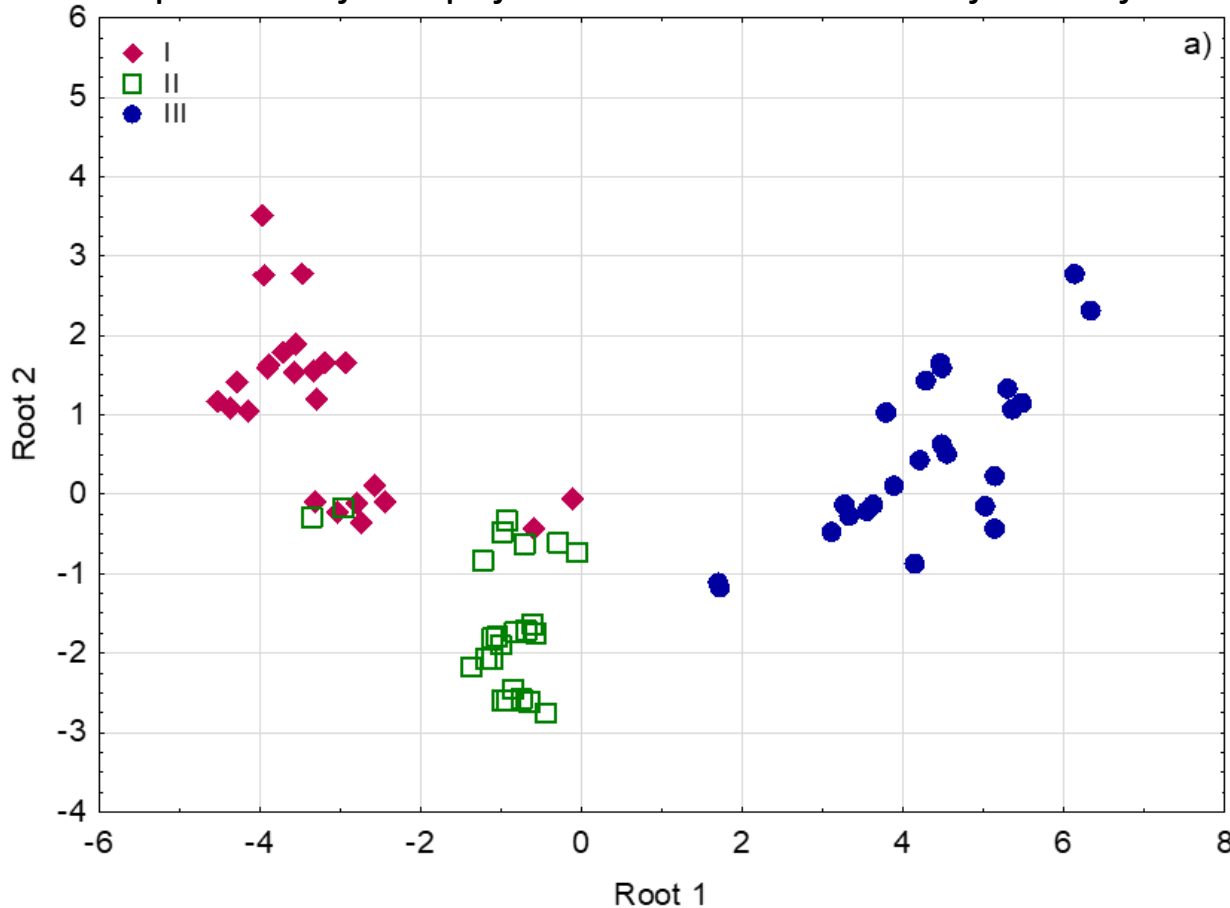
→ c (24-m-ciklart); c (ciklart); % (δ - i β -amirin); % (obtusifoliol), % (citrostadienol)

PCA

TRITERPENSKI A. | svježa i sklad. ulja | stupanj zrelosti



- Promjene nakon skladištenja – donekle utjecale na učinkovitost pokazatelja stupnja zrelosti utvrđenih u svježim uljima



1. 24-m-ciklart
2. % cikloartenol
3. β -amirin
4. % δ -amirin
5. % obtusifoliol
6. % citrostadienol
7. citrostadienol
8. cikloartenol

LDA

- 92 % točna klasifikacija (18 svj.+ 54 sklad. = 72 uzorka ulja; 16 varijabli)

A watercolor illustration of olive branches. The branches are brown and bear several olives in various stages of ripeness, from green to dark purple. The leaves are elongated and pointed, with green and yellowish-green washes. The background is white with splatters of blue, purple, and red watercolor paint.

ZAKLJUČCI

Zaključci - 1/6

Sorta i stupanj zrelosti

1. značajno utječu na koncentracije i relativne udjele pojedinačnih i ukupnih sterola te alifatskih i triterpenskih alkohola u maslinovim uljima hrvatskih sorti maslina, Buže, Črne i Rosinjole
2. značajna međuovisnost utjecaja ovih dvaju faktora
3. Multivarijatne metode statističke analize podataka:
 - uspješno razlikovanje i klasifikacija za oba faktora
 - pouzdani pokazatelji sortnog podrijetla, odnosno stupnja zrelosti, unatoč utjecaju drugog faktora

Zaključci - 2/6

Sortne karakteristike (neovisno o stupnju zrelosti).

4. BUŽA

- maks. % (kolesterol, dokožanol, 24-metilen-kolesterol i ukupni 4,4-dimetil-steroli)
- min. c (kampesterol, klerosterol, β -sitosterol, Δ^5 -avenasterol, $\Delta^{5,24}$ -stigmastadienol, Δ^7 -stigmastenol, ukupni β -sitosterol, ukupnih steroli i obtusifoliol)
- min. % (pentakožanol i citrostadienol)
- vrlo niske do niske koncentracije ukupnih sterola (117,8 – 145,0 mg/100 g)

5. ČRNA

- maks. c (24-metilen-kolesterol, klerosterol, β -sitosterol, Δ^5 -avenasterol, $\Delta^5,24$ -stigmastadienol, ukupnog β -sitosterol i ukupni steroli)
- maks. % (β -sitosterol i pentakožanol)
- min. % (kampesterol i β -amirin)
- visoka do vrlo visoka koncentraciju ukupnih sterola (207,8 – 227,7 mg/100 g)

6. ROSINJOLA

- maks. c (β -amirin, cikloartenol, heptakožanol i ukupni alifatski alkoholi)
- maks. % (kampesterol, stigmasterol, β -amirin i cikloartenol)
- min. % (ukupnog β -sitosterol i 24-metilen-kolesterol)
- niska do srednja koncentracija ukupnih sterola (148,3 – 181,3 mg/100 g)
- R II i R III: % (ukupni β -sitosterol) < 93 % (regulatorni minimum)
- R II : % (Δ^7 -stigmastenol) > 0,5 % (regulatorni maksimum)

Zaključci - 3/6

Karakteristike stupnja zrelosti (neovisno o sorti):

7. RANIJI STUPANJ ZRELOSTI

- min. **c** (24-metilen-kolesterol, stigmasterol, Δ^5 -avenasterol, dokožanol, 24-metilencikloartenol, ukupnih 4,4-dimetil-sterol i ukupni triterpenski alkoholi)
- maks. **%** (δ -amirin, obtusifoliol, butirospermol, citrostadienol i ukupnih 4-monometil-steroli)
- min. **%** (24-metilen-kolesterol, stigmasterol, Δ^5 -avenasterol, dokožanol, 24-metilencikloartenol i ukupni 4,4-dimetil-steroli)

8. SREDNJI STUPANJ ZRELOSTI

- maks. **c** (β -sitosterol, ukupnog β -sitosterol i ukupnih sterol)

9. KASNIJI STUPANJ ZRELOSTI

- maks. **c** (eritrodiol, 24-metilencikloartenol, ukupnih 4,4-dimetil-steroli i ukupni triterpenski alkoholi)
- maks. **%** (eritrodiol, tetrakožanol, cikloartenol i ukupni 4,4-dimetil-steroli)
- **niži %** (β -sitosterol, pentakožanol, heksakožanol i oktakožanol) **u odn. na st. zrelosti „II”**
- min. **%** (δ -amirin, obtusifoliol, butirospermol, citrostadienol i ukupni 4-monometil-steroli)

Zaključci - 4/6

10. Analitički pokazatelji sorte

- c_S (β -sitosterol i Δ^5 -avenasterol)
- $\%_S$ (kampesterol)
- $\%_{TTA}$ (β -amirin)
- c_{AA} i $\%_{AA}$ (pentakozanol)

11. Analitički pokazatelji stupnja zrelosti

- c_S (24-metilen-kolesterol i eritrodiool)
- $\%_{TTD}$ (uvaol)
- sitostanol/uvaol
- $\%_{AA}$ (oktakozanol, trikozanol i dokozaol)
- $\%_{TTA}$ (obtusifoliol, δ -amirin i butirospermol)

Zaključci - 5/6

Vrijeme i temperatura skladištenja:

- 12. imaju utjecaj na c i % (S, AA, TTA), ali znatno slabije promjene u odnosu na sortu i/ili stupanj zrelosti**
- 13. bez pravilnih promjena nakon skladištenja, ali utvrđene su tendencije:**
 - ↘ c (β -sitosterola, Δ^5 -avenasterola, uk. β -sitosterola i uk. sterola)**
 - ↘ c, % ($\Delta^{5,24}$ -stigmastadienola)**
 - ↗ c, % ($\Delta^{5,23}$ -stigmastadienola, Δ^7 -stigmastenola i obtusifoliola)**
- 14. Pojedini S, AA, TTA - postojani pouzdani pokazatelji sortnog podrijetla ili stupnja zrelosti i nakon razdoblja skladištenja na različitim temperaturama**

Zaključci - 6/6

Za donošenje zaključaka sa širom primjenom, istraživanja u budućnosti:


- **ostale hrvatske sorte → baze podataka**
- **više godina berbe, različiti klimatski uvjeti**
- **zemljopisna mikro lokacija, parametri uzgoja i proizvodnje**

Navedeno bi omogućilo:


- **očuvanje i valorizaciju bioraznolikosti autohtonog hrvatskog sortimenta maslina**
- **bolje upravljanje proizvodnjom vrhunskog sortnog maslinovog ulja**
- **priznavanje dodane vrijednosti proizvoda**
- **bolje gospodarenje sortama za koje sastav ne udovoljava zakonom propisanim granicama**



Hvala na pažnji!



**Utjecaj sorte, stupnja zrelosti plodova masline i
temperature čuvanja djevičanskog maslinovog ulja
na sastav i koncentracije sterola te alifatskih i triterpenskih alkohola**



Poslijediplomski sveučilišni studij Prehrambena tehnologija i nutricionizam,
smjer Prehrambena tehnologija

Pristupnica: **Marina Lukić**, dipl. ing. preh. tehn.

Mentor: **prof. dr. sc. Tihomir Moslavac**

Osijek, 7. srpnja 2022.