

# Pogača uljane repice kao izvor visokovrijednih sastojaka i mogućnosti njene primjene

Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci, 06.09.2019., Rijeka



prof.dr.sc. Dubravka Škevin  
Laboratorij za tehnologiju ulja i masti  
Prehrambeno-biotehnoški fakultet, Zagreb



IP-06-2016-3789 HRZZ: Od nusproizvoda u preradi žitarica i uljarica do funkcionalne hrane primjenom inovativnih procesa  
<http://grains-food.pb.hr/index.php/o-projektu/>

## ULJANA REPICA



- Omjer  $\omega 6:\omega 3$  gotovo idealan
- Sadrži visok udjel polifenola i fitosterola
- Proteini, aminokiseline

- Glukozinolati
- Fenolne kiseline i tanin

### CILJ:

- utvrditi može li mljevenje kriomlinom biti odgovarajući predtretman pogače uljane repice koji bismo ugradili u proizvode pekarske industrije

### HIPOTEZA:

- Mljevenje kriomlinom povećava udjel i bioraspoloživost nutritivnih sastojaka i smanjuje, odnosno inaktivira antinutritivne sastojke

## Materijal i metode:

- Iz kondicioniranog sjemena uljane repice (AF UNIZG, 2013./2014.) laboratorijskim prešanjem na pužnoj preši (Komet, model CA/53, Monforts & Reiners, Rheydt, Germany) proizvedena pogača i djevičansko repičino ulje
- Pogača samljevena na mlinu sa diskovima (Buhler – Mig, Helvoirt, Netherlands), do analiza pri -20 °C
- Mljevenje na krio mlinu "CryoMill" (Retsch, Haan, Germany) bez hlađenja i sa hlađenjem
- Vrijeme mljevenja 2 min, 4 min, 8 min i 12 min
- **Određivanje veličine čestica:** na laserskom analizatoru veličine čestica Malvern 2000 (Malvern Instruments, Worcestershire, UK) prema Benković, M., Srećec, S., Špoljarić, I., Mršić, G., & Bauman, I. (2013). Flow Properties of Commonly Used Food Powders and Their Mixtures. *Food and Bioprocess Technology*, 6(9), 2525–2537.
- **Određivanje osnovnih parametara kvalitete pogače** prema
  - ISO 659:2009 Oilseeds - Determination of oil content (Reference method). (2009). Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization;
  - ISO 665:2000 Oilseeds - Determination of moisture and volatile matter content. (2000). Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization;
  - ISO 20483:2013 Cereals and pulses - Determination of the nitrogen content and calculation of the crude protein content - Kjeldahl method. (2013). Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization;
  - ISO 2171:2007 Cereals, pulses and by-products -- Determination of ash yield by incineration. (2007). Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization.

- **Određivanje sastava i udjela glukozinolata** prema ISO 9167-1:1992 Rapeseed - Determination of glucosinolates content - Part 1: Method using high-performance liquid chromatography. (1992). Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization.
- **Ekstrakcija nepolarnih komponenti** prema Li, T., Beveridge, T., & Drover, J. (2007). Phytosterol content of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) seed oil: Extraction and identification. *Food Chemistry*, 101(4), 1633–1639. **Određivanje sastava masnih kiselina** prema ISO 12966-2:2017 Animal and vegetable fats and oils - Gas chromatography of fatty acid methyl esters - Part 2: Preparation of methyl esters of fatty acids. (2017). Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization.
- **Određivanje sastava i udjela fitosterola** ISO 12228-1:2014 Determination of individual and total sterols contents - Gas chromatographic method - Part 1: Animal and vegetable fats and oils. (2014). Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization.
- **Ekstrakcija i određivanje tanina** prema Price, M. L., Van Scoyoc, S., & Butler, L. G. (1978). A critical evaluation of the vanillin reaction as an assay for tannin in sorghum grain. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 26(5), 1214–1218.
- **Ekstrakcija fenolnih komponenti** prema Martini, D., D'Egidio, M. G., Nicoletti, I., Corradini, D., & Taddei, F. (2015). Effects of durum wheat debranning on total antioxidant capacity and on content and profile of phenolic acids. *Journal of Functional Foods*, 17, 83–92.
- **Određivanje fenolnih komponenti** prema Panić, M., Radić Stojković, M., Kraljić, K., Škevin, D., Radojčić Redonković, I., Gaurina Srček, V., & Radošević, K. (2019). Ready-to-use green polyphenolic extracts from food by-products. *Food Chemistry*, 283, 628–636.
- **Određivanje antioksidacijske aktivnosti fenolnih ekstrakata:**
  - *DPPH metoda* prema Belščak, A., Komes, D., Horžić, D., Ganić, K. K., & Karlović, D. (2009). Comparative study of commercially available cocoa products in terms of their bioactive composition. *Food Research International*, 42(5–6), 707–716.

## 1. Utjecaj mljevenja na parametre raspodjele veličine čestica

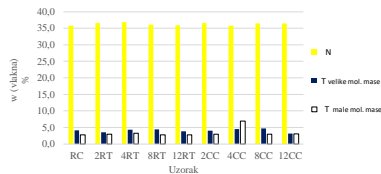
Parametri raspodjele veličine čestica pogače uljane repice (RP = uzorak prije mljevenja, RT = mljevenje pri sobnoj temperaturi, CC = mljevenje uz kriogeno hlađenje)

Uzorak	d(0.1) [µm]	d(0.5) [µm]	d(0.9) [µm]	D [3.2] [µm]	Raspon [f]	Specifična aktivna površina* [m <sup>2</sup> /g]
RP	128.22±3.84	383.63±8.96	881.57±19.66	238.82±6.04	1.91±0.01	0.010
2RT	60.05±0.31	273.04±2.20	770.90±6.22	130.55±0.93	2.60±0.01	0.019
4RT	48.48±1.04	229.43±7.13	698.35±20.30	108.55±2.09	2.83±0.01	0.022
8RT	41.32±0.45	207.42±6.01	669.70±13.56	95.12±1.14	3.10±0.04	0.026
12RT	33.50±0.42	174.85±4.98	615.21±10.57	79.65±1.07	3.33±0.04	0.031
2CC	39.56±2.87	164.20±2.83	360.35±1.51	83.10±4.24	1.95±0.04	0.029
4CC	35.54±0.10	137.36±0.13	288.23±1.12	75.05±0.20	1.84±0.01	0.033
8CC	20.73±0.37	92.31±0.22	204.87±0.67	49.84±0.54	1.99±0.02	0.049
12CC	13.80±0.17	61.78±1.22	148.80±0.98	34.28±0.52	2.19±0.03	0.071

\*SD vrijednosti su manje od 0.001

-krio mljevenje:

- kratko vrijeme, smanjenje veličine čestica (ušteda na E, i na tekućem N<sub>2</sub>)
- raspon pokazuje da su čestice iako malog promjera, različitih veličina unutar frakcija, mogući problemi tijekom primjene u pekarskoj industriji
- povećanje specifične aktivne površine



**Slika:** Udjel netopljivih (N) i topljivih (T) prehranbenih vlakana u odmašćenoj pogači uljane repice (RP) i odmašćenoj pogači mljevenoj pri sobnoj temperaturi (RT) i uz kriogeno hlađenje (CC)

-postupak mljevenja statistički značajno utječe na udjel topljivih prehranbenih vlakana

## 2. Utjecaj mljevenja na kvalitetu pogače uljane repice

Tablica 2.1. Parametri kvalitete laboratorijski proizvedene pogače uljane repice (RP)

Uzorak	Parametar kvalitete			
	w (voda) %	w (ulje) %	w (proteini) %	w (pepeo) %
RP	9,5	14,1	29,5	7,1

- Udjel vode i ulja – usporedivo s parametrima pogače uljane repice proizvedenima u manjim šaržnim pogonima
- udjel proteina, usporediv s udjelom proteina u pogači lana, sunčokreta i buče

## 3. Utjecaj mljevenja na komponente nepolarne frakcije pogače uljane repice

Tablica 3.1. Sastav masnih kiselina pogače uljane repice (RP = uzorak prije mljevenja, RT = mljevenje pri sobnoj temperaturi, CC = mljevenje uz kriogeno hlađenje)

Masna kiselina (% of total)	Uzorak								
	RP	2RT	4RT	8RT	12RT	2CC	4CC	8CC	12CC
C18:0	0.1	nd*	0.1	nd*	nd*	nd*	nd*	nd*	nd*
C18:1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.2
C16:1	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5
C17:1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
C18:2	1.9	1.9	2.0	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9
C18:1n9	64.4	64.3	64.3	64.2	64.2	64.2	64.2	64.2	63.9
C18:2n6	19.1	19.1	19.1	19.2	19.2	19.2	19.1	19.1	19.4
C18:3n3	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.9	6.9	6.8
C20:0	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
C20:1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1	1.0	1.0	1.0
C22:0	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.3
nd*/n3	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.9

\*nije detektirano

- važno s obzirom na udjel ulja (14%) – nutritivna vrijednost (EMK) i oksidacijska stabilnost (dominantna C18:1)
- mljevenje nije imalo utjecaj na sastav masnih kiselina

Sastav i udjel sterola pogače uljane repice (RP = uzorak prije mljevenja, RT = mljevenje pri sobnoj temperaturi, CC = mljevenje uz kriogeno hlađenje)

Uzorak	w (steroli) %											Ukupni steroli (mg/100g)
	Braizkost erol	Kampest erol	Kampest anol	Stigmaste rol	$\beta$ -sitosterol	$\Delta^5$ -avenaster ol	$\Delta^7$ -avenaster ol	$\Delta^7$ -stigmaste rol	$\Delta^5,24$ -stigmasta diester ol	ni**		
RP	11,58 ± 0,46	29,35 ± 1,05	1,08 ± 0,04	0,66 ± 0,06	51,47 ± 0,53	3,54 ± 2,33	0,79 ± 0,38	0,09 ± 0,17	1,26 ± 0,06	0,18 ± 0,22		148,6
2RT	11,02 ± 0,04	27,20 ± 0,41	1,08 ± 0,03	0,68 ± 0,02	51,79 ± 0,57	5,77 ± 1,12	0,60 ± 0,05	0,28 ± 0,05	1,38 ± 0,07	0,22 ± 0,38		138,6
4RT	11,42 ± 0,48	28,88 ± 1,44	1,09 ± 0,08	0,66 ± 0,02	51,23 ± 0,87	4,74 ± 2,19	0,72 ± 0,63	nd*	1,22 ± 0,02	0,04 ± 0,07		143 ± 3
8RT	11,78 ± 0,16	29,95 ± 0,20	1,09 ± 0,04	0,47 ± 0,41	52,33 ± 0,38	2,22 ± 1,01	0,82 ± 0,16	nd*	1,22 ± 0,07	0,13 ± 0,22		149 ± 8
12RT	11,71 ± 0,07	29,12 ± 0,01	1,18 ± 0,02	0,71 ± 0,02	51,33 ± 0,04	3,17 ± 0,11	0,95 ± 0,03	nd*	1,35 ± 0,01	0,48 ± 0,07		147 ± 2
2CC	11,52 ± 0,28	28,65 ± 0,46	1,10 ± 0,03	0,73 ± 0,03	51,81 ± 0,70	3,46 ± 0,97	0,90 ± 0,44	0,14 ± 0,16	1,31 ± 0,07	0,37 ± 0,25		149 ± 3
4CC	12,10 ± 0,21	28,57 ± 0,66	1,07 ± 0,03	0,74 ± 0,03	52,80 ± 1,84	1,09 ± 0,16	1,15 ± 1,50	0,74 ± 0,23	1,23 ± 0,03	0,50 ± 0,59		140 ± 7
8CC	11,39 ± 0,20	28,79 ± 1,05	1,08 ± 0,08	0,80 ± 0,09	51,09 ± 1,04	4,36 ± 2,27	0,79 ± 0,42	0,05 ± 0,10	1,39 ± 0,18	0,27 ± 0,31		145 ± 8
12CC	11,62 ± 0,41	28,23 ± 0,89	1,09 ± 0,03	0,85 ± 0,02	51,66 ± 0,62	3,59 ± 1,82	1,10 ± 0,11	0,15 ± 0,14	1,29 ± 0,05	0,41 ± 0,14		157 ± 5

\*nd - nije detektirano; \*\*ni - nije identificirano

-mljevenje nije imalo utjecaj na pojedinačne, ali na ukupne sterole jest

4. Utjecaj mljevenja na komponente polarne frakcije pogače uljane repice

Tablica 4.1. Sastav i koncentracija slobodnih fenolnih spojeva pogače uljane repice (RP = uzorak prije mljevenja, RT = mljevenje pri sobnoj temperaturi, CC = mljevenje uz kriogeno hlađenje)

Fenolni spoj (mg/100g)	Uzorak								
	RP	2RT	4RT	8RT	12RT	2CC	4CC	8CC	12CC
Slobodne fenolne kiseline									
galna <sup>a,b</sup>	37,41	57,86	55,16	83,57	58,99	42,81	33,57	62,12	31,31
klorogenska <sup>a</sup>	80,69	84,39	88,08	99,64	77,26	75,22	72	78,62	68,01
ferulinska <sup>a</sup>	72,02	75,94	73,89	88,23	68,84	69,82	64,57	91,53	73,95
sinapsinska <sup>a</sup>	94,69	97,45	97,69	118,06	91,47	89,62	83,64	71,33	58,03
p-kumarinska <sup>a</sup>	106,15	112,2	113,38	129,18	99,67	100,24	98,02	105,09	88,33
Derivati fenolnih kiselina									
sinapsin <sup>a</sup>	854,82	912,69	881,58	1045,16	797,61	825,48	774,55	830,1	659,82
ostali derivati	733,72	771,77	706,67	885,74	694,71	714,8	636,35	690,52	566,19
Ostali spojevi									
stringaldehid <sup>a</sup>	14,08	19,7	19,78	23,16	18,35	14,74	14,89	18,72	15,14
kanolol	9,96	9,16	9,06	7,45	7,6	8,1	7,68	8,42	8,45
ni	157,96	157,96	181,81	158,01	294,94	152,13	161,17	142,14	158,73
<b>Ukupno</b>	<b>2161,51</b>	<b>2322,09</b>	<b>2203,29</b>	<b>2775,12</b>	<b>2046,63</b>	<b>2101,99</b>	<b>1926,81</b>	<b>2115,19</b>	<b>1671,58</b>

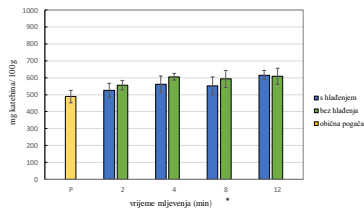
<sup>a</sup>vrijeme mljevenja ima statistički značajan utjecaj na koncentraciju spoja (p<0,05)  
<sup>b</sup>hlađenje uz mljevenje ima statistički značajan utjecaj na koncentraciju spoja (p<0,05)

Tablica 4.2. Sastav i koncentracija vezanih fenolnih spojeva pogače uljane repice (RP = uzorak prije mljevenja, RT = mljevenje pri sobnoj temperaturi, CC = mljevenje uz kriogeno hlađenje)

Fenolni spoj (mg/100 g)	Uzorak								
	RP	2RT	4RT	8RT	12RT	2CC	4CC	8CC	12CC
Sinapsinska kis.	631,33	462,2	554,4	491,67	508,34	534,57	688,55	542,77	725,55
Ferulinska kis.	30,44	26,72	28,52	28,41	26,39	28,24	30,95	28,59	33,69
p-kumarinska kis. <sup>a</sup>	9,45	7,78	8,35	7,84	7,51	9,4	10,49	8,74	9,51
ružmarinska kis.	7,27	4,33	6,41	4,9	5,51	6,01	8,18	5,4	8,29
stringaldehid	4,1	3,37	3,77	4,4	3,7	3,73	4,61	3,5	4,78
ni	127,66	99,76	109,7	104,01	113,53	176,21	133,26	96,1	157,74
<b>Ukupno</b>	<b>810,25</b>	<b>602,17</b>	<b>711,14</b>	<b>641,23</b>	<b>664,96</b>	<b>758,16</b>	<b>876,04</b>	<b>685,1</b>	<b>939,56</b>

<sup>a</sup>hlađenje uz mljevenje ima statistički značajan utjecaj na koncentraciju spoja (p<0,05)

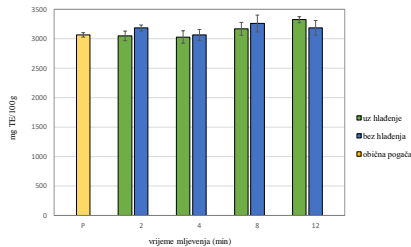
- Dominantna je sinapsinska kiselina i to u vezanoj formi /s esterima i glukozidima)
- Kanolol- nasuprot očekivanju, nije dominantan u pogači. Lipofilni karakter – u većoj mjeri zadržava se u ulju
- Pri povećanoj temperaturi – veće koncentracije slobodnih fenolnih spojeva
- Vrijeme mljevenja nema statistički značajan utjecaj na koncentraciju fenolnih spojeva



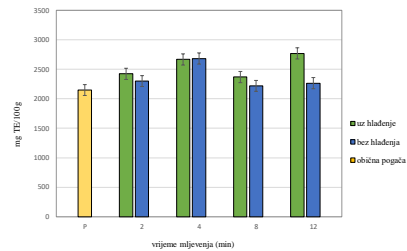
Slika 4.1. Koncentracija tanina u pogači uljane repice (RC= uzorak prije mljevenja, RT = mljevenje pri sobnoj temperaturi, CC = mljevenje uz kriogeno hlađenje)

- produljeno vrijeme mljevenja poboljšava ekstrakciju tanina
- bolja ekstrakcija postiže se pri višim temperaturama mljevenja

### 5. Utjecaj mljevenja na antioksidacijsku aktivnost



**Slika 5.1.** Antioksidacijska aktivnost (redukcija DPPH<sup>•</sup> izražena kao trolox ekvivalent) ekstraktata slobodnih polifenola iz pogače uljane repice (RC= uzorak prije mljevenja, RT = mljevenje pri sobnoj temperaturi, CC = mljevenje uz kriogeno hlađenje)



**Slika 5.2.** Antioksidacijska aktivnost (redukcija DPPH<sup>•</sup> izražena kao trolox ekvivalent) ekstraktata vezanih polifenola iz pogače uljane repice (RC= uzorak prije mljevenja, RT = mljevenje pri sobnoj temperaturi, CC = mljevenje uz kriogeno hlađenje)

- očekivano, AA slabija u ekstraktu vezanih polifenola u odnosu na slobodne  
- nema korelacije između načina i vremena mljevenja i antioksidacijske aktivnosti

### 6. Utjecaj mljevenja na glukozinolate

**Tablica 6.1.** Sastav i koncentracija glukozinolata pogače uljane repice (RP = uzorak prije mljevenja, RT = mljevenje pri sobnoj temperaturi, CC = mljevenje uz kriogeno hlađenje)

Glukozinolat (μmol/g)	Uzorak									
	RP	2RT	4RT	8RT	12RT	2CC	4CC	8CC	12CC	
Glukolberin	0.12	0.71	0.07	0.07	0.05	0.08	0.00	0.04	0.04	
Progoitrin*	6,88	5,04	5,15	5,21	4,84	5,86	4,44	5,08	5,02	
Epi-progoitrin	0.00	0.00	0.07	0.07	0.00	0.08	0.00	0.07	0.08	
Glukorafanin*	0.51	0.44	0.23	0.28	0.32	0.26	0.20	0.28	0.19	
Glukonapoleiferin	0.44	0.17	0.35	0.36	0.33	0.40	0.30	0.35	0.34	
Glukonapin*	4,00	2,94	2,45	2,36	2,52	2,86	2,13	2,38	2,60	
4-hidroksiglukobrasicin	0.30	0.31	0.17	0.19	0.17	0.16	0.10	0.25	0.22	
Glukobrasikanapin*	1,09	0,84	0,73	0,66	0,70	0,82	0,57	0,71	0,75	
Glukobrasicin	0.25	0.28	0.13	0.12	0.13	0.08	0.11	0.16	0.01	
4-metoksiglukobrasicin	0.11	0.10	0.07	0.10	0.11	0.06	0.04	0.10	0.06	
Glukobrasicin	0.28	0.31	0.15	0.08	0.14	0.17	0.11	0.12	0.08	
<b>Ukupno</b>	<b>13,98</b>	<b>11,13</b>	<b>9,58</b>	<b>9,49</b>	<b>9,30</b>	<b>10,83</b>	<b>8,00</b>	<b>9,54</b>	<b>9,38</b>	

\*vrijeme mljevenja ima utjecaja na koncentraciju glukozinolata, način nema

### Zaključak:

- Mljevenje pogače uljane repice ima utjecaja na kvalitetu i nutritivnu vrijednost pogače uljane repice, no u mnogo manjoj mjeri no što se to očekivalo.
- Nije postignuto značajno smanjenje koncentracije antinutritivnih sastojaka (glukozinolata i tanina), a visoke koncentracije fenolnih spojeva i mogućnosti njihovog vezanja na proteine mogle bi smanjiti nutritivnu vrijednost pogače uljane repice
- Kriogeno mljevenje se, ipak, može preporučiti kao predtretman za neke entimske metode obrade ili za ekstrakciju specifičnih sastojaka pogače uljane repice

# Lanena pogača kao izvor visokovrijednih sastojaka i mogućnosti njene primjene

Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci, 06.09.2019., Rijeka

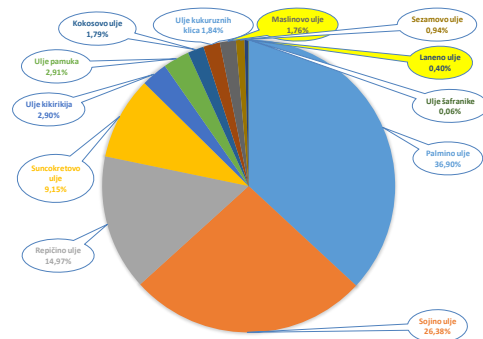


Doc.dr.sc. Marko Obranović,  
Laboratorij za tehnologiju ulja i masti  
Prehrambeno-biotehnoški fakultet, Zagreb

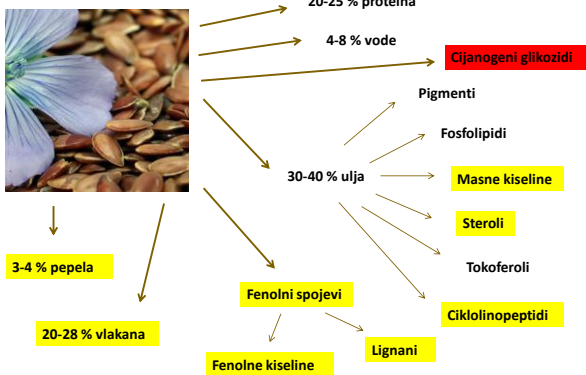


IP-06-2016-3789 HRZZ: Od nusproizvoda u preradi žitarica i uljarica do funkcionalne hrane primjenom inovativnih procesa  
<http://grains-food.pbf.hr/index.php/o-projektu/>

## SVJETSKA PROIZVODNJA ULJA 2014. (FAO)

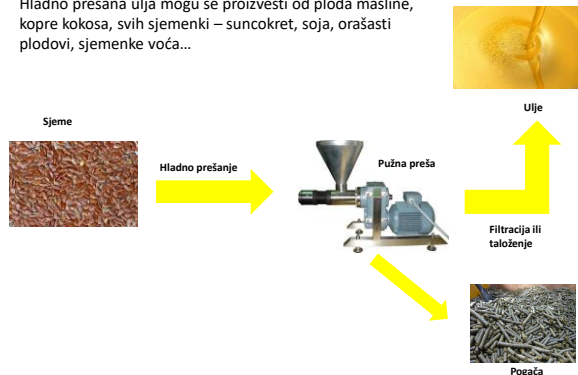


### LANENO SJEME



### PROIZVODNJA HLADNO PREŠANIH ULJA

Hladno prešana ulja mogu se proizvesti od ploda masline, kopre kokosa, svih sjemenki – suncokret, soja, orašasti plodovi, sjemenke voća...



## KAKO ISKORISTITI POGAČU?



## METODE RADA



1. Određivanje udjela vode i hlapljivih tvari u sjemenu i pogači (HRN EN ISO 665:2004)
2. Određivanje udjela ulja u sjemenu i pogači (HRN EN ISO 659:2010)
3. Određivanje udjela proteina u sjemenu i pogači (HRN EN ISO 20483:2014)
4. Određivanje mineralnih tvari u sjemenu i pogači (HRN EN ISO 2171:2010)
5. Mljevenje pogače kriomlinom
6. Određivanje veličine čestica
7. Ekstrakcija nepolarnih komponenti (metoda prema Krajičić i sur., 2013)
8. Određivanje sastava masnih kiselina pomoću GC-a (HRN EN ISO 12966-4:2017)
9. Određivanje udjela i sastava sterola (GC) (HRN EN ISO 12228-1:2014)
10. Određivanje udjela vlakana u pogači (standardna metoda AOAC 2011.25)
11. Određivanje količine ciklinopeptida (CL) u pogači (metoda prema Aladedunye i sur., 2013)
12. Ekstrakcija fenolnih spojeva na ultrazvučno-mikrovalnom reaktoru (Šrajbek, 2017)
13. Određivanje sastava fenolnih spojeva (HPLC) (Cvitančić, 2016)
14. Određivanje antioksidacijske aktivnosti- DPPH metoda (Yu i sur., 2002; Zhou i sur., 2004)
15. Određivanje antioksidacijske aktivnosti- - FRAP metoda (Benzie i Strain, 1996)

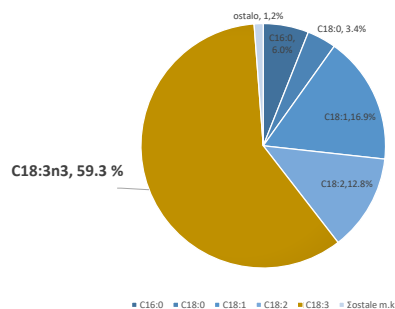
## VELIČINA ČESTICA NAKON MLJEVENJA

Parametri raspodjele veličine čestica ( $\mu\text{m}$ ) te specifična površina ( $\text{m}^2 \text{g}^{-1}$ ) uzoraka mljevenih bez (BH) i uz primjenu kriogenog hlađenja (H), 2, 4, 6, 8, 10, 12 i 16 minuta u odnosu na kontrolni uzorak pogače

Uzorak*	d (0,1) ( $\mu\text{m}$ )	d (0,5) ( $\mu\text{m}$ )	d (0,9) ( $\mu\text{m}$ )	D (3,2) ( $\mu\text{m}$ )	Raspon	Specifična površina ( $\text{m}^2 \text{g}^{-1}$ )
P (kontrolni)	72,00	241,24	434,20	127,02	1,50	0,019
2 BH	51,88	218,71	421,05	106,94	1,69	0,023
4 BH	51,50	194,85	405,19	90,89	1,87	0,027
6 BH	38,66	184,78	397,37	85,88	1,94	0,029
8 BH	35,00	167,07	383,36	78,62	2,09	0,031
10 BH	31,52	155,32	373,80	72,65	2,20	0,034
12 BH	26,79	134,26	355,08	63,69	2,45	0,039
16 BH	25,72	129,66	354,05	61,73	2,53	0,040
2 H	54,65	226,69	425,60	105,46	1,64	0,023
4 H	31,99	173,84	384,24	72,48	2,03	0,034
6 H	25,70	139,36	339,25	61,18	2,25	0,040
8 H	21,48	115,26	287,08	52,79	2,30	0,046
10 H	23,26	122,84	300,25	55,78	2,26	0,044
12 H	13,90	77,88	190,33	36,57	2,27	0,067
16 H	11,14	59,41	151,02	29,10	2,35	0,084

## SPECIFIČAN SASTAV LANENOG ULJA

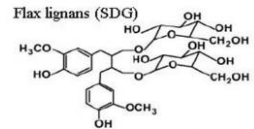
- Sastav masnih kiselina lanenog ulja se razlikuje od drugih jestivih ulja zbog visokog udjela  $\alpha$ -linolenske kiseline (18:3n3)



Masna kiselina	UZORAK (% od ukupnih)				
	P	8 min BH	16 min BH	8 min H	16 min H
<b>C14:0*</b>	ND*	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0
C16:0	6,4 ± 0,1	6,5 ± 0,2	6,5 ± 0,1	6,5 ± 0,0	6,7 ± 0,1
C16:1	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0
C17:0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0
C17:1	0,1 ± 0,0	ND*	ND*	ND*	ND*
<b>C18:0*</b>	3,6 ± 0,0	3,5 ± 0,0	3,7 ± 0,0	3,7 ± 0,0	3,5 ± 0,0
C18:1n9	18,0 ± 0,2	17,6 ± 0,2	18,2 ± 0,2	18,3 ± 0,0	18,0 ± 0,2
C18:2t	0,8 ± 0,0	0,8 ± 0,0	0,8 ± 0,0	0,8 ± 0,0	0,8 ± 0,0
C18:2c	10,9 ± 0,1	10,7 ± 0,2	11,0 ± 0,1	11,1 ± 0,0	10,9 ± 0,2
C18:3n6	0,3 ± 0,0	0,4 ± 0,1	0,3 ± 0,1	0,2 ± 0,0	0,3 ± 0,1
<b>C18:3n3</b>	<b>56,7 ± 0,6</b>	<b>55,5 ± 0,5</b>	<b>57,2 ± 0,5</b>	<b>57,5 ± 0,1</b>	<b>56,2 ± 0,7</b>
C20:0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,1 ± 0,0
C20:1	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0
<b>C22:0*</b>	0,3 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0
<b>C24:0*</b>	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0
Σ zasićene	10,5	10,3	10,8	10,8	10,7
Σ mononezasićene	18,3	17,8	18,4	18,5	18,2
Σ polinezasićene	68,7	67,4	69,3	69,6	68,2
n.i. **	2,5 ± 1,1	4,5 ± 1,1	1,7 ± 0,9	1,1 ± 0,0	2,8 ± 1,1

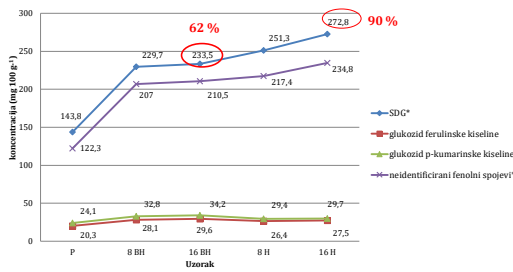
### LIGNANI

- Laneno sjeme je najbogatiji izvor lignana; 75 – 800 puta više nego kod drugih uljarica, žitarica, mahunarki, voća ili povrća
- Glavni predstavnik biljnih lignana je **sekoizolarikirezinol diglukozid (SDG)**
- lignani su hidrofilni spojevi i slabo se otapaju u ulju**
- Ovi spojevi se kod sisavaca ponašaju kao fitoestrogeni pri čemu ih crijevne bakterije pretvaraju u **enteradiol i enteralakton** - pozitivno djelovanje u obrani organizma od prehranom uvjetovanih kroničnih degenerativnih bolesti



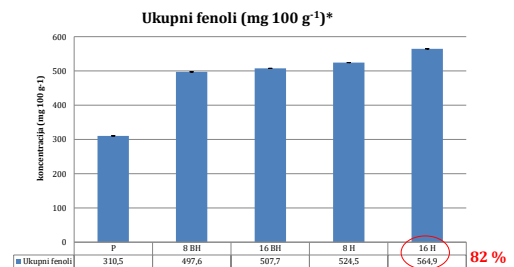
Sekoizolarikirezinol - diglukozid

### REZULTATI – LIGNANI I FENOLNE KISELINE



Slika 4. Sastav i koncentracija (mg 100 g<sup>-1</sup>) polifenolnih spojeva u uzorcima lanene pogače  
\* Statistički značajan utjecaj vremena mlijevenja i interakcije mlijevenja i hlađenja na koncentraciju spoja (p ≤ 0,05)

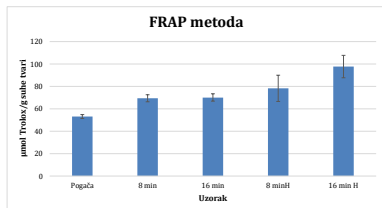
### REZULTATI



Slika 6. Koncentracija (mg 100 g<sup>-1</sup>) ukupnih fenola u uzorcima lanene pogače

\* Statistički značajan utjecaj vremena mlijevenja i interakcije mlijevenja i hlađenja na koncentraciju spoja (p ≤ 0,05)

## ANTIOKSIDACIJSKA AKTIVNOST



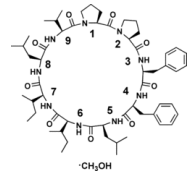
Antioksidacijska aktivnost ekstrakata polifenolnih spojeva određena FRAP metodom (srednja vrijednost mjerenja  $\pm$  standardna devijacija)

Koeficijenti korelacije ( $r$ ) FRAP metode s koncentracijom pojedinačnih i ukupnih fenolnih spojeva.

Metoda	SDG	glukozid ferulinske kiseline	glukozid kumarinske kiseline	$p$ -Neidentificirani spojevi	Ukupni fenoli
FRAP	<b>0,91</b>	0,57	0,34	<b>0,86</b>	<b>0,87</b>

## CIKLINOPEPTIDI

- Grupa cikličkih peptida (CLP) od 8 ili 9 aminokiselina i koji su specifični za lan
- Zbog svoje **hidrofobnosti** lako prelaze u ulje.
- Prirodno prisutno 9 različitih CLP-a
- Nestabilni peptidi s **metioninom** indikatori oksidacije i neugodne promjene okusa – **porast gorčine ulja**

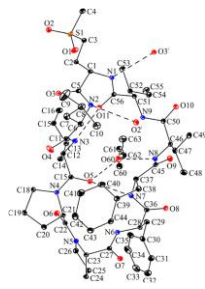


**Ciklinopeptid A**  
cyclo-(Ile-Leu-Val-Pro-Pro-Phe-Phe-Leu-Ile)

## CIKLINOPEPTIDI

Pokazali su:

- Imunosupresivna svojstva slična ciklosporinu
- Imunosupresivna svojstva prema perifernim krvnim limfocitima
- Antimalaričnu aktivnost
- Antitumorska svojstva



**Ciklinopeptid K**

## UDIO CIKLINOPEPTIDA U POGAČI LANA

UZORAK	CL_A ( $\mu\text{g g}^{-1}$ )	CL_B ( $\mu\text{g g}^{-1}$ )	CL_E ( $\mu\text{g g}^{-1}$ )	CL_OKSID ( $\mu\text{g g}^{-1}$ )
P <sup>x</sup>	2076,25 $\pm$ 5,24	788,80 $\pm$ 2,91	737,76 $\pm$ 5,24	362,39 $\pm$ 0,58
8 BH <sup>x</sup>	1989,82 $\pm$ 14,55	744,76 $\pm$ 5,82	565,71 $\pm$ 9,90	ND
16 BH <sup>x</sup>	1793,08 $\pm$ 2,91	671,90 $\pm$ 0,58	494,51 $\pm$ 1,16	100 $\pm$ 1,00
8 H <sup>x</sup>	2067,20 $\pm$ 9,90	753,81 $\pm$ 18,63	597,41 $\pm$ 27,94	331,93 $\pm$ 1,75
16 H <sup>x</sup>	2089,01 $\pm$ 1,16	770,69 $\pm$ 0,58	607,29 $\pm$ 15,13	366,92 $\pm$ 2,33

ND- nije detektirano

<sup>x</sup>način mjeljenja ima statistički značajan utjecaj na udio ciklinopeptida ( $p \leq 0,05$ )



## ZAKLJUČCI

1. Mljevenje uz hlađenje pomoću tekućeg dušika je dovelo do većeg i bržeg smanjenja promjera čestica lanene pogače u usporedbi s mljevenjem na sobnoj temperaturi u istom vremenu.
2. Vrijeme i način mljevenja statistički značajno ( $p \leq 0,05$ ) utječu na koncentraciju polifenolnih spojeva. Utvrđena je značajna korelacija ( $r > 0,66$ ) između koncentracije SDG-a, neidentificiranih polifenolnih spojeva i ukupnih polifenolnih spojeva sa specifičnom površinom čestica.
3. **Kriomljevenje lanene pogače u trajanju od 16 minuta utječe na povećanje udjela SDG-a za 90 % i na povećanje ukupnog udjela fenola za 82 %.**
4. **Udio SDG-a pokazuje snažnu korelaciju s antioksidacijskom aktivnosti.**
5. U pogači lana su detektirani ciklinopeptidi: CL\_A, CL\_B, CL\_E i CL\_OKSID. Način mljevenja je pokazao statistički značajan učinak na udio svih ciklinopeptida



THE END

PITANJA???

