

Sklop 2:

Preučevanje antiksenoze kot mehanizma
naravne odpornosti zelja na napad izbranih
škodljivih žuželk

Izvajalci:

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta
Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije
KGZS, KGZ Nova Gorica



Poškodbe *Phyllotreta* spp.

- Izjedajo luknje v listih

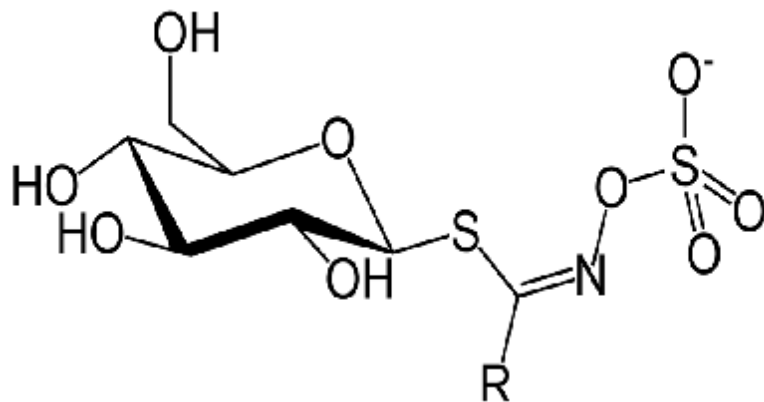


Poškodbe *Eurydema* spp.

- Nastanejo značilne belkaste pege



Glukozinolati



- Sekundarni metaboliti, značilni za križnice
- Dejavniki antioksidacije (negativen vpliv na ovipozicijo,...)
- Vpliv na naravne sovražnike škodljivih organizmov
- Njihovi razgradni produkti – izotiocianati (insekticidno delovanje),...
- DELITEV: aromatski, alifatski, indolni

- Antiksenoza je oblika odpornosti, pri kateri rastline odvrčajo žuželke od rastlin in s tem preprečijo nastanek poškodb na rastlinah. Navadno je izražena kot nepreferenca žuželk do odpornih rastlin, v primerjavi z občutljivimi rastlinami. Deluje le na škodljivce, ki aktivno iščejo svojega gostitelja in je lahko dolgotrajna oblika odpornosti, če imajo škodljivci na voljo alternativne gostitelje, na katerih se razmnožujejo in prehranjujejo.
- Antibioza je oblika odpornosti, pri kateri rastline vplivajo na biologijo škodljivih žuželk; tako da je številčnost in posledična škoda na gojenih rastlinah manjša kot na občutljivih rastlinah. Ta oblika odpornosti velikokrat vpliva na povečano smrtnost žuželk ali na njihovo kratkotrajnejše razmnoževanje.

Cilji:

- ugotoviti ali je vsebnost in sestava glukozinolatov v genotipih zelja, ki jih pridelujemo pri nas, pomemben dejavnik antioksidacije kot mehanizma naravne odpornosti,
- ugotoviti, katere sestavine glukozinolatov imajo pri odpornosti/občutljivosti zelja najpomembnejšo vlogo,
- presoditi uporabnost izbora genotipa kot enega od agrotehničnih ukrepov, ki omogočajo okolju prijazen način zatiranja sicer pri nas zelo številnih škodljivcev zelja.

Materiali in metode



- Poljski poskus (2009-2010)
- 2 lokaciji:
 - Laboratorijsko polje BF (234 m²)
 - Zgornji Lipnica (528 m²)
- Privabilni posevki:
 - krmna ogrščica ('Daniela')
 - bela gorjušica ('Zlata')
 - oljna redkev ('Apoll')
- Glavni posevek:
 - 'Hinova '
 - 'Tucana'
- Setev privabilnih posevkov prej kot sajenje glavnega posevka

- Monitoring poškodb (10-dnevni intervali)

- 2009: začetek 12. maj ; 2010: začetek 4. maj

- Lestvica indeksov poškodb

- *Phyllotreta* spp. (5-stopenjska EPPO lestvica [1: brez poškodb; 2: <2% poškodovane listne površine, 3: 2-10%; 4: 11-25%; 5: >25 %])

- Monitoring poškodb *Eurydema* spp. (6-stopenjska lestvica (Stoner in Shelton) [1: brez poškodb; 2: <1 %, 3: 2-10%, 4: 11-25%, 5: 26-50%, 6: >50%])

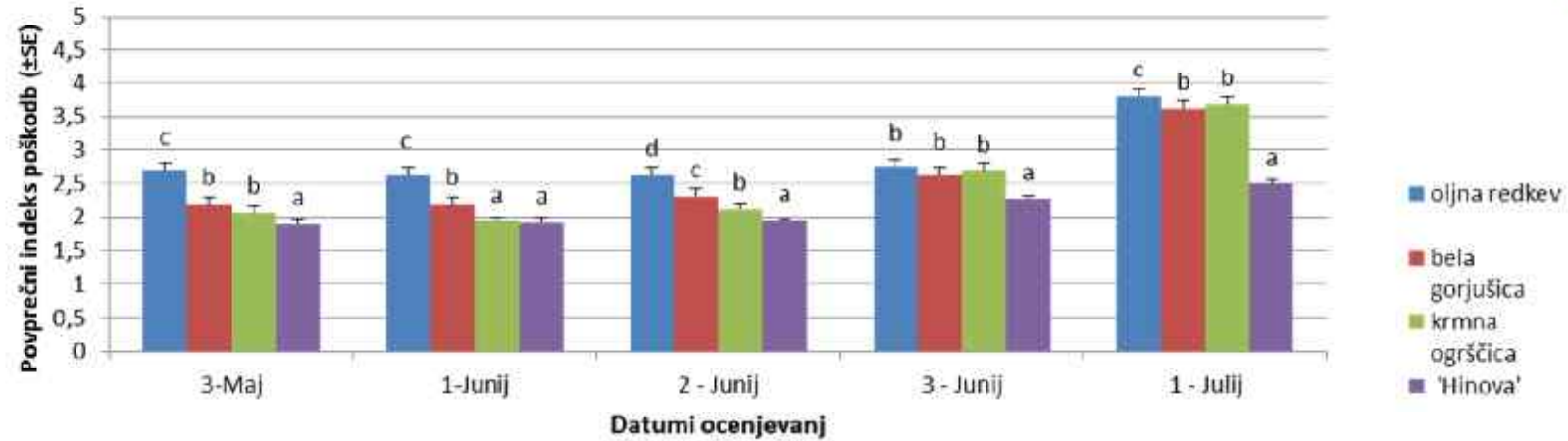
- Analiza glukozinolatov (Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije)



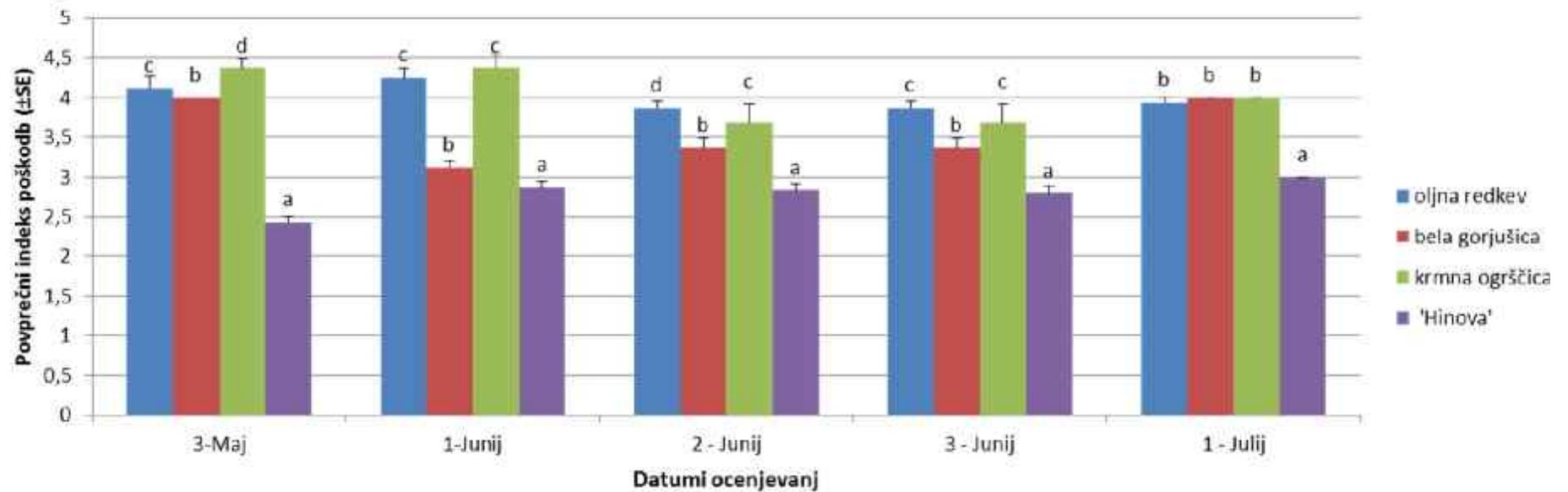
Rezultati



A

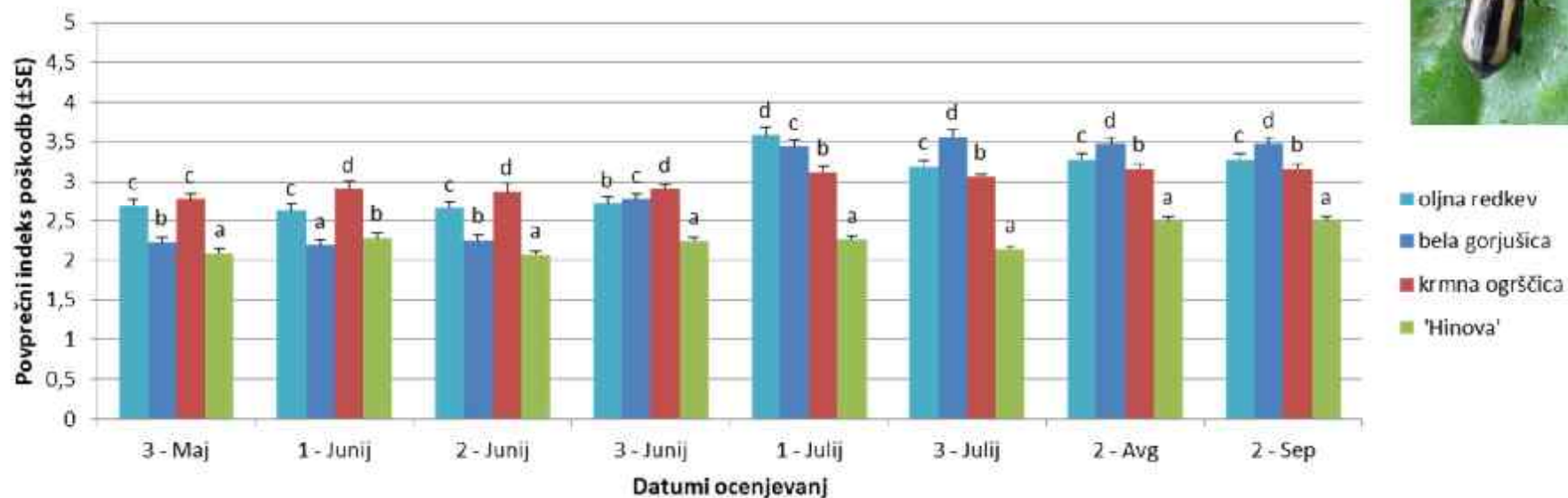


B

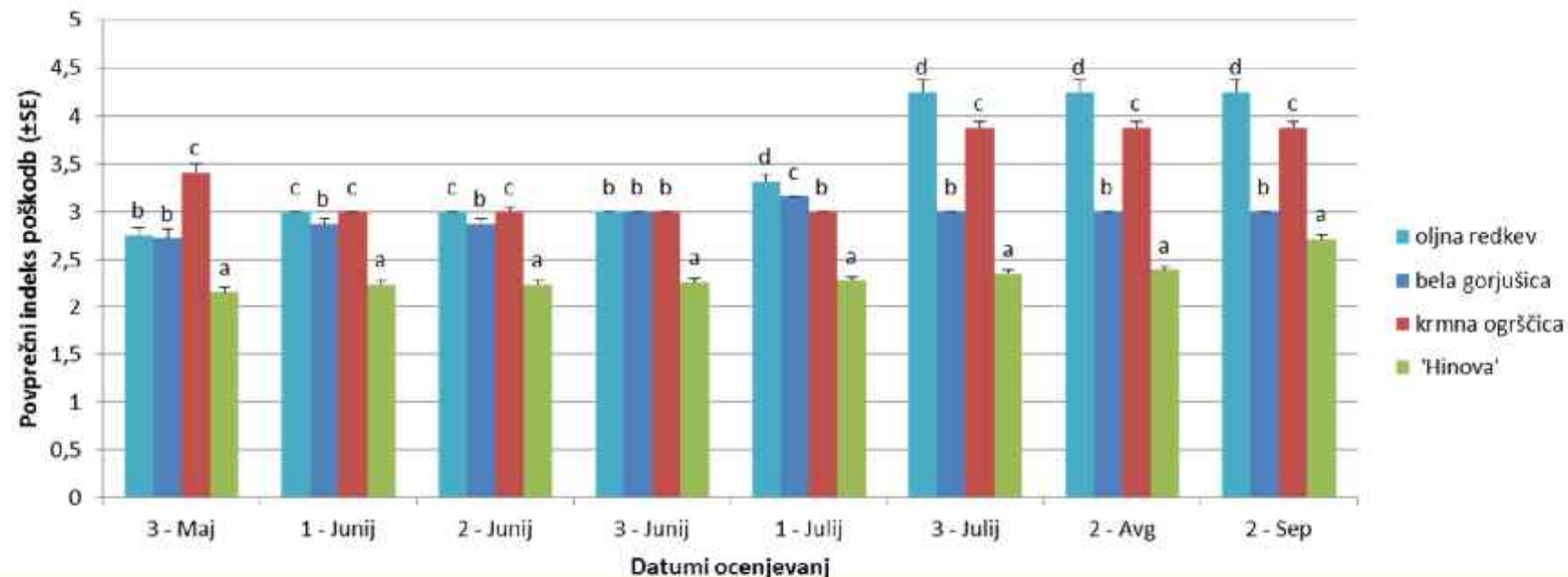


Povprečni indeks poškodb *Phyllotreta* spp. na obravnavanih križnicah v Ljubljani v A) 2009 in B) 2010

A



B



Povprečni indeks poškodb *Phyllotreta* spp. na obravnavanih križnicah na Gorenjskem v A)2009 in B) 2010



Prisotnost GLS v izbranih križnicah

Nomenklatura	Trivialno ime	Vrsta križnice
<i>Alifatski</i>		
3-Methylsulfinylpropyl	Glucioiberin	oljna redkev, krmna ogrščica, bela gorjušica
3-Butenyl	Gluconapin	krmna ogrščica, zelje
4-Methylsulfinyl-3-butenyl	Glucoraphenin	oljna redkev, krmna ogrščica, bela gorjušica
2 (S)-2-Hydroxy-3-butenyl	Epiprogoitrin	krmna ogrščica, bela gorjušica
2 (R)-2-Hydroxy-3-butenyl	Progoitrin	oljna redkev, krmna ogrščica, bela gorjušica
2-Propenyl	Sinigrin	zelje
<i>Indolni</i>		
3-Indolmethyl	Glucobrassicin	oljna redkev, bela gorjušica, k. ogrščica, zelje
<i>Aromatski</i>		
2-Phenylethyl	Gluconasturtiin	krmna ogrščica, oljna redkev
4-Hydroxybenzyl	Sinalbin	oljna redkev, krmna ogrščica, bela gorjušica



Povprečne vrednosti glukozinolatov (v $\mu\text{mol/g}$ suhe mase)

	Trivialno ime	Oljna redkev	Krmna ogrščica	Bela gorjušica	'Hinova'	'Tucana'
<i>Alifatski</i>						
3-Methylsufinylpropyl	Gluciberin	< 0.1	< 0.1	< 0.1	0.33±0.08	0.38±0.09
2 (R)-2-Hydroxy-3-butenyl	Progoitrin	< 0.1	1.55±0.51	< 0.1	1.13±0.02	0.27±0.03
2 (S)-2-Hydroxy-3-butenyl	Epiprogoitrin	a	0.19±0.06	2.45±0.38	b	b
2-Propenyl	Sinigrin	a	a	a	0.30±0.03	0.35±0.06
3-Butenyl	Gluconapin	a	0.38±0.05	a	0.17±0.03	0.24±0.10
4-Methylsulfinyl-3-butenyl	Glucoraphenin	8.66±1.81	0.99±0.87	0.51±0.19	< 0.1	< 0.1
<i>Indolni</i>						
3-Indolmethyl	Glucobrassicin	3.24±0.86	1.39±0.49	1.71±0.88	0.40±0.15	0.79±0.27
<i>Aromatski</i>						
2-Phenylethyl	Gluconasturtiin	< 0.1	0.13±0.04	a	b	b
4-Hydroxybenzyl	Sinalbin	0.36±0.12	11.16±6.50	30.12±5.52	b	b

Vpliv različnih dejavnikov na vsebnost GLS

a) Glede na rastlinsko vrsto				
<i>Alifatski</i>				
		df	F	P
3-Methylsulfinylpropyl	Glucobrassicin	2	4.39	0.0233*
2 (R)-2-Hydroxy-3-butenyl	Progoitrin	3	0.80	0.5088
2 (S)-2-Hydroxy-3-butenyl	Epiprogoitrin	1	10.29	0.0055*
2-Propenyl	Sinigrin	1	0.53	0.4797
3-Butenyl	Gluconapin	1	3.55	0.0686
4-Methylsulfinyl-3-butenyl	Glucoraphenin	2	9.89	0.0003*
<i>Indolni</i>				
3-Indolmethyl	Glucobrassicin	3	3.15	0.0282*
<i>Aromatski</i>				
2-Phenylethyl	Gluconasturtiin	1	0.12	0.7643
4-Hydroxybenzyl	Sinalbin	2	5.50	0.0090*

c) Glede na r. stadij rastlin				
<i>Alifatski</i>				
3-Methylsulfinylpropyl	Glucobrassicin	7	1.70	0.1653
2 (R)-2-Hydroxy-3-butenyl	Progoitrin	6	5.78	0.0040*
2 (S)-2-Hydroxy-3-butenyl	Epiprogoitrin	4	15.90	<0.0001*
2-Propenyl	Sinigrin	3	0.09	0.9639
3-Butenyl	Gluconapin	9	0.50	0.8612
4-Methylsulfinyl-3-butenyl	Glucoraphenin	8	1.43	0.2160
<i>Indolni</i>				
3-Indolmethyl	Glucobrassicin	10	5.18	<0.0001*
<i>Aromatski</i>				
2-Phenylethyl	Gluconasturtiin	1	0.40	0.6399
4-Hydroxybenzyl	Sinalbin	3	0.71	0.5522

b) Glede na rastlinski organ				
<i>Alifatski</i>				
3-Methylsulfinylpropyl	Glucobrassicin	3	1.14	0.3544
2 (R)-2-Hydroxy-3-butenyl	Progoitrin	3	0.72	0.5551
2 (S)-2-Hydroxy-3-butenyl	Epiprogoitrin	1	32.15	<0.0001*
2-Propenyl	Sinigrin	1	0.53	0.4797
3-Butenyl	Gluconapin	2	1.94	0.1603
4-Methylsulfinyl-3-butenyl	Glucoraphenin	1	54.26	<0.0001*
<i>Indolni</i>				
3-Indolmethyl	Glucobrassicin	3	1.94	0.1272
<i>Aromatski</i>				
2-Phenylethyl	Gluconasturtiin	1	0.49	0.3878
4-Hydroxybenzyl	Sinalbin	1	20.84	<0.0001*



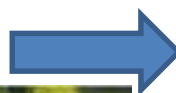
	T povpr	RH povprečje	sonce UR	PADAVINE	T max
progoitrin	-0.05	-0.06	0.01	a	0.04
glucoraphenin	-0.00	0.15	0.04	-0.0553	-0.04
glucobrassicin	-0.13	0.03	-0.24	-0.09	-0.57
gluconasturtiin	0.10	0.07	1	-1	1
epiprogoitrin	0.26	0.04	-0.04	0.59	0.37
sinigrin	-0.16	-0.20	0.13	-0.08	0.07
gluconapin	-0.25	-0.18	0.43	0.32	0.08
glucoiberin	-0.06	-0.01	0.14	-0.08	a
sinalbin	0.04	-0.15	0.17	0.04	a



Korelacije med vsebnostjo posameznega glukozinolata in posameznim podnebnim dejavnikom 5 dni pred vzorčenjem



Korelacije med vsebnostjo posameznega glukozinolata in posameznim podnebnim dejavnikom 2 dneva pred vzorčenjem



	T povpr	RH povprečje	sonce UR	PADAVINE	T max
progoitrin	0.96	a	1	a	1
glucoraphenin	-0.10	-0.01	0.23	a	-0.59
glucobrassicin	-0.44	a	0.34	-0.26	-0.13
gluconasturtiin	1	1	1	a	1
epiprogoitrin	0.50	-0.45	-0.81	a	-0.13
sinigrin	0.08	-0.26	-0.15	-0.32	-0.55
gluconapin	-0.16	-0.01	0.21	-0.66	0.84
glucoiberin	-0.31	a	-0.27	-0.52	-0.68
sinalbin	-0.15	a	0.56	-0.30	0.20

	T povpr	RH povprečje	sonce UR	PADAVINE	T max
progoitrin	1	1	-1	-1	-1
glucoraphenin	0.12	0.12	0.40	-0.25	0.55
glucobrassicin	-0.33	-0.01	0.60	-0.43	0.07
gluconasturtiin	1	1	-1	-1	-0.54
epiprogoitrin	-0.83	0.17	-0.41	-0.99	a
sinigrin	-0.32	0.15	a	a	a
gluconapin	-0.67	0.77	a	a	a
glucoiberin	-0.21	0.06	a	a	a
sinalbin	0.21	0.26	-0.20	0.80	0.47



Korelacije med vsebnostjo posameznega glukozinolata in posameznim podnebnim dejavnikom 1 dan pred vzorčenjem





	r	P	\hat{Y}
Bela gorjušica			
Epiprogoitrin	0.69	0.0057*	1.24265 + 0.433471*epiprogoitrin
Glucobrassicin	-0.54	0.0119*	2.45713 - 0.12113*glucobrassicin
Glucoraphenin	-0.26	0.4902	2.40176 - 0.462479*glucoraphenin
Sinalbin	0.36	0.0996	1.95608 + 0.0112671*sinalbin
Krmna ogrščica			
Gluconasturtiin	-0.98	0.1333	7.65868 - 30.7078*gluconasturtiin
Glucobrassicin	0.24	0.3232	3.24056 + 0.171768*glucobrassicin
Gluconapin	0.64	0.069	2.09383 + 4,3665*gluconapin
Sinalbin	-0.68	0.2035	2.37452 - 0.0514846*sinalbin
Glucoraphenin	0.09	0.7148	3.373715 + 0.0352183*glucoraphenin
Epiprogoitrin	-0.99	0.0019*	7.32541 - 16.8443*epiprogoitrin
Progoitrin	0.51	0.1123	3.26631 + 0.451754*progoitrin
Glucoiberin	-1	-	4.8250-0.208333*glucoiberin
Oljna redkev			
Glucobrassicin	-0.30	0.1272	2.97621 - 0.0798455*glucobrassicin
Glucoraphenin	0.15	0.5100	2.73785 + 0.021328*glucoraphenin
Sinalbin	0.40	0.3670	1.76274 + 1.28603*sinalbin
'Tucana'			
Glucobrassicin	-0.29	0.2348	1.77559 - 0.155098*glucobrassicin
Sinigrin	-0.30	0.4641	2.25673 - 1.36632*sinigrin
Gluconapin	0.31	0.3258	1.58063 + 0.55905*gluconapin
Glucoiberin	0.03	0.9915	1.83206 + 0.0105085*glucoiberin
Progoitrin	-1.0	-	2.54313 - 1.67504*progoitrin
'Hinova'			
Glucobrassicin	-0.59	0.0095*	2.30235 - 0.764395*glucobrassicin
Sinigrin	0.50	0.2124	0.297512 + 5.43967*sinigrin
Gluconapin	-0.62	0.1893	3.22748 - 5.78143*gluconapin
Glucoiberin	0.37	0.2078	1.66917 + 1.08091*glucoiberin
Progoitrin	0.76	0.2408	2.41404 + 0.218165*progoitrin

Korelacije med koncentracijo posameznih glukozinolatov in obsegom poškodb *Eurydema* spp. (P<0.05)



r= korelacijski koeficient;
*p<0.05 ; \hat{Y} -lin. regresijski model



Korelacije med indeksom poškodb preučevanih skupin škodljivcev in razvojnim stadijem rastlin

DAS	KRMNA OGRŠČICA			OLJNA REDKEV			BELA GORJUŠICA		
	<i>Phyllotreta</i> spp.	<i>Eurydema</i> spp.	BBCH	<i>Phyllotreta</i> spp.	<i>Eurydema</i> spp.	BBCH	<i>Phyllotreta</i> spp.	<i>Eurydema</i> spp.	BBCH
2-09	-0.27	-	12.0-14.0	-0.34	-0.2	11.0-13.0	0.00	-0.57	12.0-15.0
3-09	-0.09	0.07	12.0-15.0	0.01	-0.18	36.0-53.0	-0.35	0.16	53.0-63.0
4-09	-0.08	0.01	12.0-17.0	-0.13	0.02	39.0-64.0	0.14	0.16	63.0-65.0
6-09	-0.57	-0.28	28.0-64.0	-0.18	-0.18	65.0-67.0	-0.11	-0.25	65.0-69.0
7-09	0.29	-0.03	50.0-64.0	0.03	0.2	65.0-72.0	-0.11	-0.13	67.0-73.0
9-09	0.16	-0.05	57.0-65.0	0.03	-0.01	72.0-76.0	-0.43	-0.33*	79.0-84.0
11-09	-0.04	0.20	61.0-84.0	0.00	-0.15	73.0-78.0	-	0.43***	83.0-86.0
14-09	0.48***	-0.01	73.0-86.0	0.04	-0.24	80.0-89.0	-	-	97.0-97.0
15-09	0.04	0.16	81.0-86.0	0.04	-0.24	80.0-89.0	-	-	97.0-97.0
2-10	-0.43**	-	11.0-13.0	0.28	-0.01	12.0-14.0	-0.38**	-	13.0-16.0
3-10	0.06	0.19	13.0-14.0	-0.12	0.01	19.0-30.0	0.22	-0.06	24.0-30.0
4-10	-0.26	-0.41**	14.0-25.0	-	-	21.0-33.0	0.01	0.14	58.0-62.0
6-10	-	-	35.0-36.0	-	-	62.0-65.0	-	-	65.0-65.0
7-10	-	-0.07	35.0-37.0	-	-	65.0-65.0	-	-	65.0-67.0
9-10	-0.09	0.02	39.0-51.0	-0.06	0.18	67.0-69.0	-	-	71.0-73.0
11-10	0.24	0.44**	39.0-52.0	0.24	0.32*	67.0-69.1	-	0.04	72.0-73.0
14-10	-0.45***	0.11	50.0-52.0	0.14	0.11	67.0-74.0	-	-0.60	73.0-76.0
15-10	-0.23	-0.23	50.0-53.0	0.17	-0.43	67.0-75.0	-	0.02	74.0-76.0



*p<0.1;
**p<0.05;
***p<0.01

Sklepi

- obseg poškodb *Phyllotreta* spp. in *Eurydema* spp. značilno višji na rastlinah privabilnih posevkov
- metoda privabilnih posevkov učinkovita
- dovzetnost križnic za napad kapusovih bolhačev in kapusovih stenic se skozi rastno dobo spreminja
- vsebnost GLS variira med rastlinskimi vrstami, rastlinskimi organi in tudi skozi rastno dobo rastlin
- predlagamo setev mešanih posevkov križnic za namen privabljanja kapusovih bolhačev in kapusovih stenic

Bibliografija članov projektne skupine CRP projekta V4-1067, vezana na rezultate v okviru sklopa 2

1.01 Izvirni znanstveni članek: 4

1.02 Pregledni znanstveni članek: 2

1.04 Strokovni članek: -

1.05 Poljudni članek: -

1.08 Objavljeni znanstveni prispevki na konferenci: -

1.12 Objavljeni povzetek znanstvenega prispevka na konferenci: 1

1.13 Objavljeni povzetek strokovnega prispevka na konferenci: 1

1.16 Samostojni znanstveni sestavek ali poglavje v monografski publikaciji: -

Urednik: 1

Mentor pri doktorskih disertacijah: -

Mentor pri diplomskih delih: -

Pisec recenzij: -

Drugo: -