

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA LESARSTVO

Mitja URŠIČ

**VARIABILNOST VSEBNOSTI CELOKUPNIH
FENOLOV V LESU DEBLA IN GRČ NAVADNE
BUKVE**

DIPLOMSKI PROJEKT

Visokošolski strokovni študij – 1. stopnja

Ljubljana, 2013

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA LESARSTVO

Mitja URŠIČ

**VARIABILNOST VSEBNOSTI CELOKUPNIH FENOLOV V LESU
DEBLA IN GRČ NAVADNE BUKVE**

DIPLOMSKI PROJEKT
Visokošolski strokovni študij – 1. Stopnja

**CONTENTS VARIABILITY OF TOTAL PHENOLS IN WOOD OF TRUNKS AND
KNOTS IN COMMON BEECH**

B. Sc. THESIS
Professional Study Programmes

Ljubljana, 2013

Diplomsko delo je zaključek visokošolskega študija lesarstva. Opravljeno je bilo v Delovni skupini za kemijo lesa na Oddelku za lesarstvo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.

Senat Oddelka za lesarstvo je odobril naslov diplomskega dela in je za mentorja imenoval prof. dr. Primoža Ovna, za somentorico doc. dr. Ido Poljanšek in za recenzenta prof. dr. Marka Petriča.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Član:

Datum zagovora:

Diplomski projekt je rezultat lastnega raziskovalnega dela. Podpisani se strinjam z objavo svoje naloge v polnem tekstu na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je naloga, ki sem jo oddal v elektronski obliki, identična tiskani verziji.

Mitja URŠIČ

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD Dv1

DK UDK 630*852.16

KG *Fagus sylvatica*/reakcijska cona/rdeče srce/poranitveni les/diskloracija/Soxhlet/
UV-Vis spektroskopija/ekstraktivi

AV URŠIČ Mitja

SA OVEN, Primož (mentor)/POLJANŠEK, Ida (somentorica)/PETRIČ, Marko
(recenzent)

KZ SI-1000 Ljubljana, Rožna dolina, c. VIII/34

ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo

LI 2013

IN VARIABILNOST VSEBNOSTI CELOKUPNIH FENOLOV V LESU DEBLA
IN GRČ NAVADNE BUKVE

TD Diplomski projekt (Visokošolski strokovni študij – 1. stopnja)

OP XIV, 70 str., 1 pregl., 98 sl., 4 pril., 11 vir.

IJ sl

JI sl/en

AI Raziskovali smo variabilnost vsebnosti celokupnih fenolov v lesu debla in grč navadne bukve (*Fagus sylvatica*). Drevesa smo posekali v Kočevskem Rogu, izžagali vzorce, jih zmleli in pripravili za ekstrakcijo, opravljeno z napravo po Soxhletu in uporabo cikloheksana in metanola. Z UV-Vis spektrofotometrijo smo določili vsebnost ekstrahiranih snovi ter vsebnost celokupnih fenolov. Najmanjši delež celokupnih ekstraktivov je imelo drevo številka 3 (1,82 %); največ hidrofilnih ekstraktivov pa drevo številka 6 (55,53 mg/g). Kategorija lesa je ključni vir variabilnosti v vsebnosti ekstraktivov znotraj drevesa. Najmanj celokupnih ekstraktivov je bilo v rdečem srcu (1,86 %), največ hidrofilnih pa v živi grči (65,75 mg/g). Pri vseh preučevanih drevesih je bila vsebnost celokupnih fenolov v poranitvenem lesu večja kot v beljavi.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Dv1

DC UDC 630*852.16

CX *Fagus sylvatica*/reaction zones/red heart/wound-wood/discoloration/Soxhlet/
UV-Vis spectroscopy/extractives

AU URŠIČ Mitja

AA OVEN, Primož (supervisor)/POLJANŠEK, Ida (co-supervisor)/PETRIČ,
Marko (reviewer)

PP SI-1000 Ljubljana, Rožna dolina, c. VIII/34

PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Wood Science and
Technology

PY 2013

TI CONTENTS VARIABILITY OF TOTAL PHENOLS
IN WOOD OF TRUNKS AND KNOTS IN COMMON BEECH

DT B. Sc. Thesis (Professional Study Programmes)

NO XIV, 70 p., 1 tab., 98 fig., 4 ann., 11 ref.

LA sl

AL sl/en

AB We studied variability of total phenols in wood of trunks and knots of common beech (*Fagus sylvatica*). Tree samples were cut in Kočevski Rog. The extraction was done using Soxhlet device with cyclohexane and methanol. The content of extracted substances and the content of total phenols were determined using UV-Vis spectrophotometry. The lowest total extractives portion of phenols was found in tree No. 3 (1.82 %); the highest content in hydrophilic extractives was in tree No. 6 (55.53 mg/g). The wood category is the key source of variability in the content of extractives within the tree. The lowest portion of hydrophilic extractives was found in red heart (1.86 %), the highest in living knots (65.75 mg/g). In all studied trees the amount of total phenols was higher in wound-wood than in sapwood.

KAZALO VSEBINE

	str.
KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA.....	III
KEY WORDS DOCUMENTATION.....	IV
KAZALO VSEBINE.....	V
KAZALO PREGLEDNIC.....	VII
KAZALO SLIK.....	VIII
KAZALO PRILOG.....	XIV
1 UVOD IN POSTAVITEV PROBLEMA.....	1
1.1 OPREDELITEV PROBLEMA	1
1.2 CILJI DIPLOMSKE NALOGE SO BILI	1
1.3 DELOVNE HIPOTEZE	1
2 PREGLED LITERATURE	2
2.1 OPIS BUKVE	2
2.2 OPIS BUKOVINE	3
2.3 SEKUNDARNE SPREMEMBE LESA.....	3
2.3.1 Jedrovina in diskloriran les	3
2.3.1.1 Odziv drevesa na mehanske poškodbe.....	5
2.4 EKSTRAKTIVI	7
3 MATERIALI IN METODE	9
3.1 OPIS RASTIŠČA IN IZBOR DREVESA	9
3.2 RAZREZ KOLUTOV	9
3.3 MLETJE VZORCEV	10
3.4 DOLOČITEV SUHE SNOVI	10
3.5 SOXHLETOVA EKSTRAKCIJA	12
3.5.1 Izvedba ekstrakcije	13
3.5.1.1 Priprava tulcev.....	13
3.5.1.2 Tehtanje tulcev	13
3.5.1.3 Priprava Soxhletovega aparata:	14
3.6 UGOTAVLJANJE DELEŽA EKSTRAHIRANIH SNOVI V CIKLOHEKSANU IN METANOLU	17
3.7 UV/VIS SPEKTOFOTOMETRIJA	18
3.7.1 Beer – Lambertov zakon.....	18

3.7.2	Določitev deleža celokupnih fenolov	19
3.7.2.1	Določanje inkubacijskega časa za določitev celokupnih fenolov	23
3.8	IZRAČUNI.....	24
4	REZULTATI	26
4.1	DELEŽ EKSTRAKTIVNIH SNOVI IN CELOKUPNIH FENOLOV.....	26
4.1.1	Delež ekstraktivnih snovi in celokupnih fenolov v lesu drevesa št. 3.....	27
4.1.2	Delež ekstraktivnih snovi in celokupnih fenolov v lesu drevesa št. 4.....	30
4.1.3	Delež ekstraktivnih snovi in celokupnih fenolov v lesu drevesa št. 5.....	33
4.1.4	Delež ekstraktivnih snovi in celokupnih fenolov v lesu drevesa št. 6.....	36
4.1.5	Delež ekstraktivnih snovi in celokupnih fenolov v lesu drevesa št. 7.....	39
4.1.6	Delež ekstraktivnih snovi in celokupnih fenolov v lesu drevesa št. 9.....	42
4.1.7	Delež ekstraktivnih snovi in celokupnih fenolov v lesu mrtve grče in žive grče	45
4.2	POVPREČJA EKSTRAKTIVNIH SNOVI IN CELOKUPNIH FENOLOV	48
4.2.1	Povprečja ekstraktivnih snovi in celokupnih fenolov v lesu drevesa št. 3.....	48
4.2.2	Povprečja ekstraktivnih snovi in celokupnih fenolov v lesu drevesa št. 4.....	50
4.2.3	Povprečja ekstraktivnih snovi in celokupnih fenolov v lesu drevesa št. 5.....	52
4.2.4	Povprečja ekstraktivnih snovi in celokupnih fenolov v lesu drevesa št. 6.....	54
4.2.5	Povprečja ekstraktivnih snovi in celokupnih fenolov v lesu drevesa št. 7.....	56
4.2.6	Povprečja ekstraktivnih snovi in celokupnih fenolov v lesu drevesa št. 9.....	58
4.3	POVPREČJA ZA MRTVE IN ŽIVE GRČE	60
4.4	POVPREČJA ZA POSAMEZNO DREVO	62
4.5	POVPREČJA ZA PREUČEVANA TKIVA	64
5	ZAKLJUČEK.....	66
6	POVZETEK.....	67
7	VIRI.....	69
ZAHVALA		
PRILOGE		

KAZALO PREGLEDNIC

str.

Preglednica 1: Terminologija ojedritvenih pojavov (Bosshard, 1966, cit. po Torelli, 2003).	4
--	---

KAZALO SLIK

str.

Slika 1: Bukev (<i>Fagus sylvatica</i> L.) Sušina – radialna razporeditev plinov in kapilarne vode (W) pri odrasli bukvi, (Torelli, 2003).	4
Slika 2: Bukev (<i>Fagus sylvatica</i> L.) Sušina (zrelina), (Torelli, 2003).	4
Slika 3: α -pinen, pogost v oleinski smoli iglavcev.	7
Slika 4: Primer enostavnega fenola galne kisline, ki smo ga uporabili pri umeritveni krivulji.	8
Slika 5: Primer flavonoida; robinetin.	8
Slika 6: Mlin za mletje Retsch SM 2000.	10
Slika 7: Tehtič.	10
Slika 8: Sušilnik za sušenje vzorcev.	10
Slika 9: Analitska tehtnica Mettler Toledo XS.	11
Slika 10: Natresanje in tehtanje vzorca.	11
Slika 11: Soxhletov aparat (2013), Analytical Techniques in Aquaculture Research.	12
Slika 12: Tulci napolnjeni z vato.	13
Slika 13: Tehtanje vzorca.	13
Slika 14: Stresanje že natehtanega vzorca v tulec.	13
Slika 15: Priprava Soxhletovega aparata.	14
Slika 16: Soxhletov aparat pred ekstrakcijo.	15
Slika 17: Označevanje stekleničk z imeni vzorcev.	15
Slika 18: Vakuumski sušilnik.	16
Slika 19: Zaviti vzorci v aluminijasto folijo.	16
Slika 20: Prenos 20 ml ekstrakta s pipeto v epruvete.	17
Slika 21: Tehtanje deleža ekstrahiranih snovi.	17
Slika 22: Različni deleži ekstrahiranih snovi v metanolu.	17
Slika 23: Reagent Folin Ciocaltau.	19
Slika 24: Raztopina FC (Folin – Ciocaltau) v razmerju 1:9 (v/v): 10 ml FC + 90 ml destilirane vode H ₂ O.	19
Slika 25: Ultrazvočna kopel.	20
Slika 26: Priprava vzorcev na prenos s pipeto.	21
Slika 27: Prenos 0,5 ml vzorca s pipeto v stekleničke, katere smo označili z imeni vzorcev.	21
Slika 28: UV–Vis spektrofotometer, Perkin Elmer Lambda 2.	22
Slika 29: Prenos vzorca 0,5 ml s pipeto v kivete.	22
Slika 30: Vstavljanje kivete v spektrofotometer.	22
Slika 31: Barvna lestvica po inkubacijskem času.	22
Slika 32: Določanje inkubacijskega časa za določitev celokupnih fenolov.	23
Slika 33: Bukev z mehansko poškodbo.	26
Slika 34: Bukev, pri kateri je prisotno samo rdeče srce.	26
Slika 35: Navadna bukev (<i>Fagus sylvatica</i>), rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Vsebnost ekstraktibilnih snovi v kolutu z mehansko poškodbo in v zgornjem kolutu, ki je vseboval samo rdeče srce. Šestmestna številka pod oznako tkiva je številka vzorca. W – poranitveni les, B – beljava, RZ – reakcijska cona, RS – rdeče srce, GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.	27
Slika 36: Navadna bukev (<i>Fagus sylvatica</i>), rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Vsebnost lipofilnih ekstraktivov v kolutu z mehansko poškodbo in v zgornjem kolutu, ki je vseboval samo rdeče srce. Šestmestna številka pod oznako tkiva je številka vzorca. W – poranitveni les, B – beljava, RZ – reakcijska cona, RS – rdeče srce, GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.	28

Slika 37: Navadna bukev (<i>Fagus sylvatica</i>), rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Vsebnost hidrofilnih ekstraktivov v kolutu z mehansko poškodbo in v zgornjem kolutu, ki je vseboval samo rdeče srce. Šestmestna številka pod oznako tkiva je številka vzorca. W – poranitveni les, B – beljava, RZ – reakcijska cona, RS – rdeče srce, GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.	28
Slika 38: Navadna bukev (<i>Fagus sylvatica</i>), rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Vsebnost celokupnih fenolov v kolutu z mehansko poškodbo in v zgornjem kolutu, ki je vseboval samo rdeče srce. Šestmestna številka pod oznako tkiva je številka vzorca. W – poranitveni les, B – beljava, RZ – reakcijska cona, RS – rdeče srce, GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.	29
Slika 39: Navadna bukev (<i>Fagus sylvatica</i>), rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Vsebnost ekstraktibilnih snovi v kolutu z mehansko poškodbo in v zgornjem kolutu, ki je vseboval samo rdeče srce. Šestmestna številka pod oznako tkiva je številka vzorca. W – poranitveni les, B – beljava, RZ – reakcijska cona, RS – rdeče srce, GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.	30
Slika 40: Navadna bukev (<i>Fagus sylvatica</i>), rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Vsebnost lipofilnih ekstraktivov v kolutu z mehansko poškodbo in v zgornjem kolutu, ki je vseboval samo rdeče srce. Šestmestna številka pod oznako tkiva je številka vzorca. W – poranitveni les, B – beljava, RZ – reakcijska cona, RS – rdeče srce, GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.	31
Slika 41: Navadna bukev (<i>Fagus sylvatica</i>), rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Vsebnost hidrofilnih ekstraktivov v kolutu z mehansko poškodbo in v zgornjem kolutu, ki je vseboval samo rdeče srce. Šestmestna številka pod oznako tkiva je številka vzorca. W – poranitveni les, B – beljava, RZ – reakcijska cona, RS – rdeče srce, GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.	31
Slika 42: Navadna bukev (<i>Fagus sylvatica</i>), rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Vsebnost celokupnih fenolov v kolutu z mehansko poškodbo in v zgornjem kolutu, ki je vseboval samo rdeče srce. Šestmestna številka pod oznako tkiva je številka vzorca. W – poranitveni les, B – beljava, RZ – reakcijska cona, RS – rdeče srce, GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.	32
Slika 43: Navadna bukev (<i>Fagus sylvatica</i>), rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Vsebnost ekstraktibilnih snovi v kolutu z mehansko poškodbo in v zgornjem kolutu, ki je vseboval samo rdeče srce. Šestmestna številka pod oznako tkiva je številka vzorca. W – poranitveni les, B – beljava, RZ – reakcijska cona, RS – rdeče srce, GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.	33
Slika 44: Navadna bukev (<i>Fagus sylvatica</i>), rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Vsebnost lipofilnih ekstraktivov v kolutu z mehansko poškodbo in v zgornjem kolutu, ki je vseboval samo rdeče srce. Šestmestna številka pod oznako tkiva je številka vzorca. W – poranitveni les, B – beljava, RZ – reakcijska cona, RS – rdeče srce, GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.	34
Slika 45 : Navadna bukev (<i>Fagus sylvatica</i>), rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Vsebnost hidrofilnih ekstraktivov v kolutu z mehansko poškodbo in v zgornjem kolutu, ki je vseboval samo rdeče srce. Šestmestna številka pod oznako tkiva je številka vzorca. W – poranitveni les, B – beljava, RZ – reakcijska cona, RS – rdeče srce, GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.	34
Slika 46: Navadna bukev (<i>Fagus sylvatica</i>), rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Vsebnost celokupnih fenolov v kolutu z mehansko poškodbo in v zgornjem kolutu, ki je vseboval samo rdeče srce. Šestmestna številka pod oznako tkiva je številka vzorca. W – poranitveni les, B – beljava, RZ – reakcijska cona, RS – rdeče srce, GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.	35
Slika 47: Navadna bukev (<i>Fagus sylvatica</i>), rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Vsebnost ekstraktibilnih snovi v kolutu z mehansko poškodbo in v zgornjem kolutu, ki je vseboval samo rdeče srce. Šestmestna številka pod oznako tkiva je številka vzorca. W – poranitveni les, B – beljava, RZ – reakcijska cona, RS – rdeče srce, GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.	36
Slika 48: Navadna bukev (<i>Fagus sylvatica</i>), rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Vsebnost lipofilnih ekstraktivov v kolutu z mehansko poškodbo in v zgornjem kolutu, ki je vseboval samo rdeče srce. Šestmestna številka pod oznako tkiva je številka vzorca. W – poranitveni les, B – beljava, RZ – reakcijska cona, RS – rdeče srce, GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.	37

Slika 49: Navadna bukev (<i>Fagus sylvatica</i>), rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Vsebnost hidrofilnih ekstraktivov v kolutu z mehansko poškodbo in v zgornjem kolutu, ki je vseboval samo rdeče srce. Šestmestna številka pod oznako tkiva je številka vzorca. W – poranitveni les, B – beljava, RZ – reakcijska cona, RS – rdeče srce, GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.	37
Slika 50: Navadna bukev (<i>Fagus sylvatica</i>), rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Vsebnost celokupnih fenolov v kolutu z mehansko poškodbo in v zgornjem kolutu, ki je vseboval samo rdeče srce. Šestmestna številka pod oznako tkiva je številka vzorca. W – poranitveni les, B – beljava, RZ – reakcijska cona, RS – rdeče srce, GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.	38
Slika 51: Navadna bukev (<i>Fagus sylvatica</i>), rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Vsebnost ekstraktibilnih snovi v kolutu z mehansko poškodbo in v zgornjem kolutu, ki je vseboval samo rdeče srce. Šestmestna številka pod oznako tkiva je številka vzorca. W – poranitveni les, B – beljava, RZ – reakcijska cona, RS – rdeče srce, GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.	39
Slika 52: Navadna bukev (<i>Fagus sylvatica</i>), rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Vsebnost lipofilnih ekstraktivov v kolutu z mehansko poškodbo in v zgornjem kolutu, ki je vseboval samo rdeče srce. Šestmestna številka pod oznako tkiva je številka vzorca. W – poranitveni les, B – beljava, RZ – reakcijska cona, RS – rdeče srce, GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.	40
Slika 53: Navadna bukev (<i>Fagus sylvatica</i>), rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Vsebnost hidrofilnih ekstraktivov v kolutu z mehansko poškodbo in v zgornjem kolutu, ki je vseboval samo rdeče srce. Šestmestna številka pod oznako tkiva je številka vzorca. W – poranitveni les, B – beljava, RZ – reakcijska cona, RS – rdeče srce, GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.	40
Slika 54: Navadna bukev (<i>Fagus sylvatica</i>), rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Vsebnost celokupnih fenolov v kolutu z mehansko poškodbo in v zgornjem kolutu, ki je vseboval samo rdeče srce. Šestmestna številka pod oznako tkiva je številka vzorca. W – poranitveni les, B – beljava, RZ – reakcijska cona, RS – rdeče srce, GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.	41
Slika 55: Navadna bukev (<i>Fagus sylvatica</i>), rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Vsebnost ekstraktibilnih snovi v kolutu z mehansko poškodbo in v zgornjem kolutu, ki je vseboval samo rdeče srce. Šestmestna številka pod oznako tkiva je številka vzorca. W – poranitveni les, B – beljava, RZ – reakcijska cona, RS – rdeče srce, GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.	42
Slika 56: Navadna bukev (<i>Fagus sylvatica</i>), rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Vsebnost lipofilnih ekstraktivov v kolutu z mehansko poškodbo in v zgornjem kolutu, ki je vseboval samo rdeče srce. Šestmestna številka pod oznako tkiva je številka vzorca. W – poranitveni les, B – beljava, RZ – reakcijska cona, RS – rdeče srce, GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.	43
Slika 57: Navadna bukev (<i>Fagus sylvatica</i>), rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Vsebnost hidrofilnih ekstraktivov v kolutu z mehansko poškodbo in v zgornjem kolutu, ki je vseboval samo rdeče srce. Šestmestna številka pod oznako tkiva je številka vzorca. W – poranitveni les, B – beljava, RZ – reakcijska cona, RS – rdeče srce, GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.	43
Slika 58: Navadna bukev (<i>Fagus sylvatica</i>), rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Vsebnost celokupnih fenolov v kolutu z mehansko poškodbo in v zgornjem kolutu, ki je vseboval samo rdeče srce. Šestmestna številka pod oznako tkiva je številka vzorca. W – poranitveni les, B – beljava, RZ – reakcijska cona, RS – rdeče srce, GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.	44
Slika 59: Navadna bukev (<i>Fagus sylvatica</i>), rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Vsebnost ekstraktibilnih snovi v lesu živih in mrtvih grč. Šestmestna številka pod oznako tkiva je številka vzorca. GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.	45
Slika 60: Navadna bukev (<i>Fagus sylvatica</i>), rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Vsebnost lipofilnih ekstraktivov v lesu živih in mrtvih grč. Šestmestna številka pod oznako tkiva je številka vzorca. GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.	45
Slika 61: Navadna bukev (<i>Fagus sylvatica</i>), rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Vsebnost hidrofilnih ekstraktivov v lesu živih in mrtvih grč. Šestmestna številka pod oznako tkiva je številka vzorca. GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.	46

Slika 62: Navadna bukev (<i>Fagus sylvatica</i>), rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Vsebnost celokupnih fenolov v lesu živih in mrtvih grč. Šestmestna številka pod oznako tkiva je številka vzorca. GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.	47
Slika 63: Drevo številka 3, rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Vsebnost ekstraktibilnih snovi v kolutu z mehansko poškodbo in v zgornjem kolutu, ki je vseboval samo rdeče srce, ter v živih in mrtvih grčah. W – poranitveni les, B – beljava, RZ – reakcijska cona, RS – rdeče srce, GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.	48
Slika 64: Drevo številka 3, rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Vsebnost lipofilnih ekstraktivov v kolutu z mehansko poškodbo in v zgornjem kolutu, ki je vseboval samo rdeče srce, ter v živih in mrtvih grčah. W – poranitveni les, B – beljava, RZ – reakcijska cona, RS – rdeče srce, GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.	48
Slika 65: Drevo številka 3, rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Vsebnost hidrofilnih ekstraktivov v kolutu z mehansko poškodbo in v zgornjem kolutu, ki je vseboval samo rdeče srce, ter v živih in mrtvih grčah. W – poranitveni les, B – beljava, RZ – reakcijska cona, RS – rdeče srce, GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.	49
Slika 66: Drevo številka 3, rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Vsebnost celokupnih fenolov v kolutu z mehansko poškodbo in v zgornjem kolutu, ki je vseboval samo rdeče srce, ter v živih in mrtvih grčah. W – poranitveni les, B – beljava, RZ – reakcijska cona, RS – rdeče srce, GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.	49
Slika 67: Drevo številka 4, rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Vsebnost ekstraktibilnih snovi v kolutu z mehansko poškodbo in v zgornjem kolutu, ki je vseboval samo rdeče srce, ter v živih in mrtvih grčah. W – poranitveni les, B – beljava, RZ – reakcijska cona, RS – rdeče srce, GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.	50
Slika 68: Drevo številka 4, rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Vsebnost lipofilnih ekstraktivov v kolutu z mehansko poškodbo in v zgornjem kolutu, ki je vseboval samo rdeče srce, ter v živih in mrtvih grčah. W – poranitveni les, B – beljava, RZ – reakcijska cona, RS – rdeče srce, GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.	50
Slika 69: Drevo številka 4, rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Vsebnost hidrofilnih ekstraktivov v kolutu z mehansko poškodbo in v zgornjem kolutu, ki je vseboval samo rdeče srce, ter v živih in mrtvih grčah. W – poranitveni les, B – beljava, RZ – reakcijska cona, RS – rdeče srce, GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.	51
Slika 70: Drevo številka 4, rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Vsebnost celokupnih fenolov v kolutu z mehansko poškodbo in v zgornjem kolutu, ki je vseboval samo rdeče srce, ter v živih in mrtvih grčah. W – poranitveni les, B – beljava, RZ – reakcijska cona, RS – rdeče srce, GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.	51
Slika 71: Drevo številka 5, rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Vsebnost ekstraktibilnih snovi v kolutu z mehansko poškodbo in v zgornjem kolutu, ki je vseboval samo rdeče srce, ter v živih in mrtvih grčah. W – poranitveni les, B – beljava, RZ – reakcijska cona, RS – rdeče srce, GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.	52
Slika 72: Drevo številka 5, rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Vsebnost lipofilnih ekstraktivov v kolutu z mehansko poškodbo in v zgornjem kolutu, ki je vseboval samo rdeče srce, ter v živih in mrtvih grčah. W – poranitveni les, B – beljava, RZ – reakcijska cona, RS – rdeče srce, GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.	52
Slika 73: Drevo številka 5, rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Vsebnost hidrofilnih ekstraktivov v kolutu z mehansko poškodbo in v zgornjem kolutu, ki je vseboval samo rdeče srce, ter v živih in mrtvih grčah. W – poranitveni les, B – beljava, RZ – reakcijska cona, RS – rdeče srce, GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.	53
Slika 74: Drevo številka 5, rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Vsebnost celokupnih fenolov v kolutu z mehansko poškodbo in v zgornjem kolutu, ki je vseboval samo rdeče srce, ter v živih in mrtvih	

grčah. W – poranitveni les, B – beljava, RZ – reakcijska cona, RS – rdeče srce, GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.....	53
Slika 75: Drevo številka 6, rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Vsebnost ekstraktibilnih snovi v kolutu z mehansko poškodbo in v zgornjem kolutu, ki je vseboval samo rdeče srce, ter v živih in mrtvih grčah. W – poranitveni les, B – beljava, RZ – reakcijska cona, RS – rdeče srce, GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.....	54
Slika 76: Drevo številka 6, rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Vsebnost lipofilnih ekstraktivov v kolutu z mehansko poškodbo in v zgornjem kolutu, ki je vseboval samo rdeče srce, ter v živih in mrtvih grčah. W – poranitveni les, B – beljava, RZ – reakcijska cona, RS – rdeče srce, GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.	54
Slika 77: Drevo številka 6, rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Vsebnost hidrofilnih ekstraktivov v kolutu z mehansko poškodbo in v zgornjem kolutu, ki je vseboval samo rdeče srce, ter v živih in mrtvih grčah. W – poranitveni les, B – beljava, RZ – reakcijska cona, RS – rdeče srce, GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.	55
Slika 78: Drevo številka 6, rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Vsebnost celokupnih fenolov v kolutu z mehansko poškodbo in v zgornjem kolutu, ki je vseboval samo rdeče srce, ter v živih in mrtvih grčah. W – poranitveni les, B – beljava, RZ – reakcijska cona, RS – rdeče srce, GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.....	55
Slika 79: Drevo številka 7, rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Vsebnost ekstraktibilnih snovi v kolutu z mehansko poškodbo in v zgornjem kolutu, ki je vseboval samo rdeče srce, ter v živih in mrtvih grčah. W – poranitveni les, B – beljava, RZ – reakcijska cona, RS – rdeče srce, GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.....	56
Slika 80: Drevo številka 7, rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Vsebnost lipofilnih ekstraktivov v kolutu z mehansko poškodbo in v zgornjem kolutu, ki je vseboval samo rdeče srce, ter v živih in mrtvih grčah. W – poranitveni les, B – beljava, RZ – reakcijska cona, RS – rdeče srce, GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.	56
Slika 81: Drevo številka 7, rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Vsebnost hidrofilnih ekstraktivov v kolutu z mehansko poškodbo in v zgornjem kolutu, ki je vseboval samo rdeče srce, ter v živih in mrtvih grčah. W – poranitveni les, B – beljava, RZ – reakcijska cona, RS – rdeče srce, GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.	57
Slika 82: Drevo številka 7, rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Vsebnost celokupnih fenolov v kolutu z mehansko poškodbo in v zgornjem kolutu, ki je vseboval samo rdeče srce, ter v živih in mrtvih grčah. W – poranitveni les, B – beljava, RZ – reakcijska cona, RS – rdeče srce, GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.....	57
Slika 83: Drevo številka 9, rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Vsebnost ekstraktibilnih snovi v kolutu z mehansko poškodbo in v zgornjem kolutu, ki je vseboval samo rdeče srce, ter v živih in mrtvih grčah. W – poranitveni les, B – beljava, RZ – reakcijska cona, RS – rdeče srce, GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.....	58
Slika 84: Drevo številka 9, rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Vsebnost lipofilnih ekstraktivov v kolutu z mehansko poškodbo in v zgornjem kolutu, ki je vseboval samo rdeče srce, ter v živih in mrtvih grčah. W – poranitveni les, B – beljava, RZ – reakcijska cona, RS – rdeče srce, GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.	58
Slika 85: Drevo številka 9, rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Vsebnost hidrofilnih ekstraktivov v kolutu z mehansko poškodbo in v zgornjem kolutu, ki je vseboval samo rdeče srce, ter v živih in mrtvih grčah. W – poranitveni les, B – beljava, RZ – reakcijska cona, RS – rdeče srce, GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.	59
Slika 86: Drevo številka 9, rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Vsebnost celokupnih fenolov v kolutu z mehansko poškodbo in v zgornjem kolutu, ki je vseboval samo rdeče srce, ter v živih in mrtvih	

grčah. W – poranitveni les, B – beljava, RZ – reakcijska cona, RS – rdeče srce, GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.....	59
Slika 87: Navadna bukev (<i>Fagus sylvatica</i>), rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Delež ekstraktivov za mrtve in žive grče za vsa preučevana drevesa. GŽ – živa grča, GM – mrtva grča. Na histogramih je prikazana tudi standardna deviacija (SD).....	60
Slika 88: Navadna bukev (<i>Fagus sylvatica</i>), rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Delež lipofilnih ekstraktivov za mrtve in žive grče za vsa preučevana drevesa. GŽ – živa grča, GM – mrtva grča. Na histogramih je prikazana tudi standardna deviacija (SD).	60
Slika 89: Navadna bukev (<i>Fagus sylvatica</i>), rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Delež hidrofilnih ekstraktivov za mrtve in žive grče za vsa preučevana drevesa. GŽ – živa grča, GM – mrtva grča. Na histogramih je prikazana tudi standardna deviacija (SD).	61
Slika 90: Navadna bukev (<i>Fagus sylvatica</i>), rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Delež celokupnih fenolov za mrtve in žive grče za vsa preučevana drevesa. GŽ – živa grča, GM – mrtva grča. Na histogramih je prikazana tudi standardna deviacija (SD).	61
Slika 91: Navadna bukev (<i>Fagus sylvatica</i>), rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Povprečni deleži ekstraktivov v preiskovanih vzorcih posameznega drevesa. Številke pod povprečji so številke drevesa. Označena je standardna deviacija.....	62
Slika 92: Navadna bukev (<i>Fagus sylvatica</i>), rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Povprečni deleži lipofilnih ekstraktivov v preiskovanih vzorcih posameznega drevesa. Številke pod povprečji so številke drevesa. Označena je standardna deviacija.	62
Slika 93: Navadna bukev (<i>Fagus sylvatica</i>), rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Povprečni deleži hidrofilnih ekstraktivov v preiskovanih vzorcih posameznega drevesa. Številke pod povprečji so številke drevesa. Označena je standardna deviacija.	63
Slika 94: Navadna bukev (<i>Fagus sylvatica</i>), rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Povprečni deleži celokupnih fenolov v preiskovanih vzorcih posameznega drevesa. Številke pod povprečji so številke drevesa. Označena je standardna deviacija.....	63
Slika 95: Navadna bukev (<i>Fagus sylvatica</i>), rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Prikazuje delež vseh ekstraktivov v posamezni kategorijah lesa. W – poranitveni les, B – beljava, RZ – reakcijska cona, RS – rdeče srce, GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.	64
Slika 96: Navadna bukev (<i>Fagus sylvatica</i>), rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Prikazuje delež vseh lipofilnih ekstraktivov v posamezni kategorijah lesa. W – poranitveni les, B – beljava, RZ – reakcijska cona, RS – rdeče srce, GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.	64
Slika 97: Navadna bukev (<i>Fagus sylvatica</i>), rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Prikazuje delež vseh hidrofilnih ekstraktivov v posamezni kategorijah lesa. W – poranitveni les, B – beljava, RZ – reakcijska cona, RS – rdeče srce, GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.	65
Slika 98: Navadna bukev (<i>Fagus sylvatica</i>), rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Prikazuje delež vseh celokupnih fenolov v posamezni kategorijah lesa. W – poranitveni les, B – beljava, RZ – reakcijska cona, RS – rdeče srce, GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.	65

KAZALO PRILOG

PRILOGA A – 1. serija vzorcev

PRILOGA B – 2. serija vzorcev

PRILOGA C – 3. serija vzorcev

PRILODA D – povprečja rezultatov

1 UVOD IN POSTAVITEV PROBLEMA

1.1 OPREDELITEV PROBLEMA

Poleg spojin, ki sestavljajo celično steno lesa, se v lesu nahajajo tudi spojine z majhno molekulsko maso, ki jih običajno imenujemo ekstraktivi. Vsebnost ekstraktivov je v lesu zelo variabilna, in je odvisna od položaja vzorca v drevesu in od tipa tkiv. Tako imajo na primer grče veliko več ekstraktivov kot jedrovina in beljava. Kakšna je razporeditev ekstraktivov v poškodovanih in diskoloriranih tkivih pa je doslej zelo skromno preiskano. V diplomskem delu bomo raziskovali variabilnost vsebnosti celokupnih fenolov v različnih kategorijah lesa mehansko poškodovanih bukev, vključno z živimi in mrtvimi grčami.

1.2 CILJI DIPLOMSKE NALOGE SO BILI

- Ugotoviti vsebnost celokupnih fenolnih ekstraktivov v beljavi, diskoloriranem lesu, poranitvenem lesu, ter v živih in mrtvih grčah.
- Ugotoviti, kakšna je variabilnost vsebnosti ekstraktivov v teh tkivih.
- Ugotoviti morebitne razlike v vsebnosti celokupnih fenolov med drevesi

1.3 DELOVNE HIPOTEZE

- Vsebnost celokupnih fenolov v grčah je večja kot v lesu debla.
- Največ celokupnih fenolov je v poranitvenem lesu, najmanj pa v diskoloriranem lesu.
- Med drevesi obstajajo bistvene razlike v vsebnosti skupnih fenolov.

2 PREGLED LITERATURE

2.1 OPIS BUKVE

Opis buke je povzet po Brus (2005): Zraste do višine 40 m in do 1 m v debelino. Drevo je listopadno in ima veliko, zaobljeno krošnjo in razvejan, srednje globok koreninski sistem, v katerem so korenine pogosto zraščene med seboj. V svežih peščenih in globokih tleh sega v globino do 1,4 m, plitev je pa v zbitih in slabo zračnih tleh.

Glavna korenina kmalu preneha z rastjo. Dosega velike mere, najdebelejša bukev v Sloveniji ima obseg 624 cm in je visoka 34 m. Nad reko Krko in Sotesko rastejo 46 m visoke buke z obsegom 270 cm, ki so morda najvišja tovrstna drevesa na svetu. Deblo ima ravno in včasih tudi razvito vse do vrha krošnje, skorja je siva, gladka in tanka, tako skorjo imajo tudi starejša drevesa, le v spodnjem delu je nekoliko razpokana. Na skorji pogosto najdemo značilne kratke izrastke, kateri so približno debeli za debelino prsta; to imenujemo zakrneli brsti, kateri se niso razvili v normalne veje. Veje so usmerjene navzgor in razmeroma tanke.

Navadna bukev najraje raste na svežih in rahlih humoznih tleh, katera so obogatena s kalcijem. Najslabše uspeva na močvirskih in na težkih ilovnatih tleh. Rada ima izravnano temperaturo in vlago, ne ustreza pa ji zelo hladno kontinentalno podnebje pozimi in sušno obdobje. Primerjamo jo z jelko in smreko, saj potrebuje precej zračne in talne vlage, prenese pa tudi topel in suh zrak. Tam, kjer pade manj kot 600 mm padavin na leto, ne uspeva. Najbolj ji ustreza podnebje, kjer je dovolj padavin, katere so razporejene v vsej rastni dobi in sicer v humidnem podnebju. Dokaj dobro prenaša mraz pozimi, zelo občutljiva za spomladansko slano pa sta gošča in mladje, še zlasti takrat, če sta izpostavljena vzhodnemu ali severnemu vetru. Slabo prenaša daljšo sušo. Poškodujemo jo pa takrat, če prehitro odpremo sestojo, saj je sencodržna drevesna vrsta in je občutljiva na sončno pripeko. Najbolje rastejo v sestoji, kjer vlada gozdna mikroklima. Bukev dobro prenaša žled in sneg, slabšo odpornost proti vetru ima na neprezračenih in na zbitih ali plitkih tleh, to je zato, ker je plitvejša zakoreninjena. Zato je nevarno odpiranje sklenjenih bukovih sestojev zaradi vetrolovov. Uspešno se pomlajuje tudi v gosti senci lastnih sestojev; mlada drevesca lahko desetletja čakajo v senci in medtem skoraj ne priraščajo, ko pa se svetlobne razmere izboljšajo, takoj pospešijo rast. (Brus, 2005).

Navadna bukev je naravno razširjena v večini srednje in zahodne Evrope, na severu jo najdemo še v južni Angliji in na južnem koncu Skandinavije. Raste tudi po južnoevropskih gorovjih, na primer v Pirenejih, Apeninih in Dinarskem gorovju. Na vzhodu raste vse do Ukrajine, na jugovzhodu pa še na Balkanskem polotoku, kjer jo postopoma zamenja vzhodna bukev. V Alpah raste do 1700, v Apeninih do 1950 m n. v.

Naravno je razširjena v vsej Sloveniji, razen v nižinskem svetu severovzhodne in osrednje Slovenije in na suhih rastiščih sredozemskega sveta. V Koprskih Brdih je izjema sestoj

navadne bukve pri Laborju nad dolino Rokave na vsega 200 m n. v., navadno pa raste v pasu med 500 in 1600 m n. v., včasih se vzpne vse do gozdne meje 1800 m. n. v.; marsikje, najpogosteje pa v primorskih Julijskih Alpah in v zahodnem delu slovenskega predalpskega sveta, je njena graditeljica (Brus, 2005).

Bukev je naša, poleg smreke, najpomembnejša drevesna vrsta, zaradi velikih dimenzij in pogostnosti. Les je elastičen, težak in trd, samo na prostem je slabše obstojen. Največ se uporablja za izdelavo vezanih plošč, izdelavo pohištva in za železniške pragove, slabši les pa uporabimo za pridobivanje celuloze. Iz njega pridobivamo kakovostno oglje in ima zelo veliko ogrevalno moč. Praženi plodovi so užitni, s surovim žirom pa so nekoč hranili prašiče. Iz plodov pridobivamo tudi moko. To storimo tako, da plodove zmeljemo, ali pa s stiskanjem le-teh pridobivamo obstojno in kakovostno olje. (Brus, 2005).

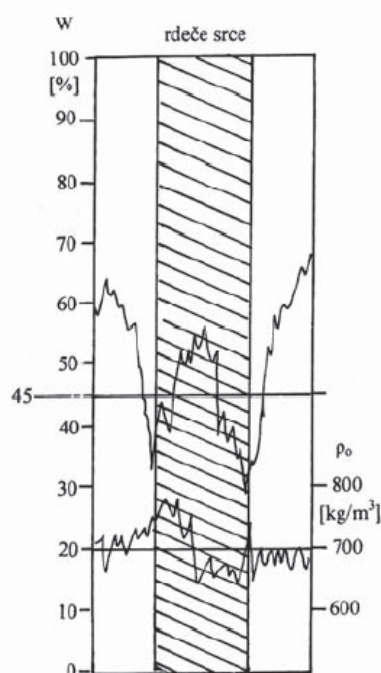
2.2 OPIS BUKOVINE

Povzeto po Čufar (2006). Les je rdečkasto bel, normalno brez obarvane jedrovine (beljava in jedrovina se barvno ne ločita). Pri starejših drevesih se na prečnem prerezu navadno pojavlja nepravilno oblikovan rdečerjav diskoloriran les, imenovan »rdeče srce«. Za rdeče srce je značilno močno otiljenje trahej, ki med drugim otežuje impregnacijo lesa. Branike so razločne. Kasni les z manj trahejami je nekoliko temnejši od ranega. Difuzno razporejene traheje, velikostnega razreda okoli 100 μm , so na prečnem prerezu vidne z lupo. Zelo značilni so številni trakovi, ki so na tangencialni površini vidni kot rdečkasta vretenca, na radialni pa kot očitna, do več milimetrov visoka zrcalca, ki zelo vplivajo na videz lesa. Plamenast (tangencialna površina) in progast (radialna površina) videz nista tako izrazita kot pri iglavcih. Bukovina nima specifičnega vonja ali okusa.

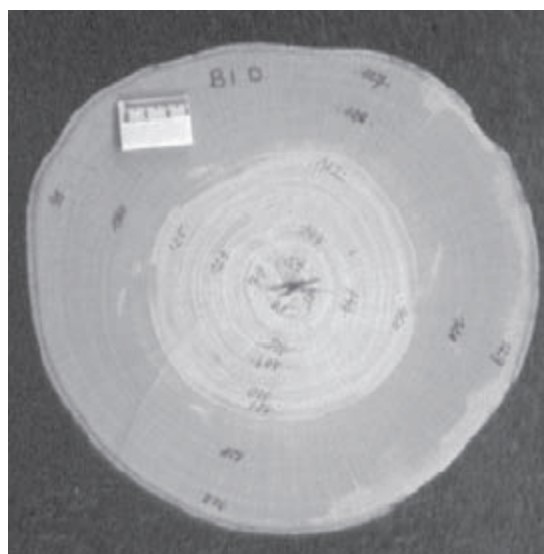
2.3 SEKUNDARNE SPREMEMBE LESA

2.3.1 Jedrovina in diskoloriran les

Povzeto po Torelli (2003). Transformacija beljave v jedrovino – ojedritev, je genetsko fiksiran proces in v fiziološkem in kemičnem pogledu vrstno specifičen. Pri vrstah, ki ne ojedrijo (»beljavci«), prevzame vlogo eliminacije starejših tkiv in s tem optimalno dimenzioniranje beljave predvsem dehidracija. Rezultat je vidna sušina ali zrelin (sliki 1 in 2). Analogen pojav je transformacija žive skorje z mrtvo skorjo (lubje ali ritidom), vendar gre tukaj za »tipično« abscisijo, ki jo spremlja nastanek sekundarnega meristema felogena in »abscisirajočega« suberiziranega felema.



Slika 1: Bukev (*Fagus sylvatica* L.) Sušina – radialna razporeditev plinov in kapilarne vode (W) pri odrasli bukvi, (Torelli, 2003).



Slika 2: Bukev (*Fagus sylvatica* L.) Sušina (zrelina), (Torelli, 2003).

Mednarodno združenje lesnih anatomov IAWA (1964) je definiralo jedrovino kot »notranje plasti lesa v rastočem drevesu, kjer je parenhim odmrli, rezervne snovi (npr. škrob) v njem, pa so se odstranile ali transformirale v jedrovinske snovi«. Isti vir definira beljavo kot »(navadno) periferni del debla ali veje z živim perenhimom, ki vsebuje rezervne snovi (npr. škrob)«. Definicija ne obravnava jedrovine kot programiranega, genetsko fiksanega procesa in pušča nekaj nejasnosti. Torelli (2003) povzema novo terminologijo ojedritvenih pojavov, kot jo je predlagal Bosshard (Bosshard, 1966, cit. po Torelli, 2003) (preglednica 1).

Preglednica 1: Terminologija ojedritvenih pojavov (Bosshard, 1966, cit. po Torelli, 2003).

"Stara" terminologija	Primer	"Nova" terminologija
Beljavci	<i>Alnus spp.</i>	drevesa z upočasnjeno ojedritvijo
Zrelinci	<i>Abies spp.</i>	drevesa s svetlo jedrovino
Drevesa s pravilno ojedritvijo	<i>Quercus spp.</i>	drevesa z obligatno obarvano jedrovino
Drevesa z nepravilno ojedritvijo	<i>Fraxinus spp.</i>	drevesa s fakultativno obarvano jedrovino

Diskoloriran les ima praviloma povišano vlažnost. Topolov diskolorirani les lahko zato imenujemo mokro srce ali pa rjavo srce – odvisno od tega, katero lastnost želimo poudariti. Z mokrim srcem označujemo pri jelki mokrino, ki se razvije na lokaciji suhe neobarvane jedrovine. Vprašanje je le, ali je praksa s srcem hotela označiti predvsem njegovo

obarvanost (rdeče srce) ali pa njegovo visoko vlažnost (mokro srce pri jelki ali topolu). Uvedba izraza diskoloriran les vsaj začasno rešuje problem Bosshardovih ohlapnih kategorij upočasnjena (zadržana) ojedritev in fakultativno obarvana jedrovina. Tako šteje Bosshard (Bosshard, 1982, cit. po Torelli, 2003) jelšo med vrste z upočasnjeno ojedritvijo, ki priložnostno tvori fakultativno obarvano jedrovino. Beli gaber naj bi bila vrsta z upočasnjeno ojedritvijo in brez tvorbe fakultativno obarvane jedrovine. Bukev, spet, naj bi bila vrsta s fakultativno obarvano jedrovino.

Pri razvpitem rdečem srcu potemtakem ne gre za obarvano jedrovino ali črnjavo, temveč za diskoloriran les, ki ga je povzročilo encimsko rjavenje predhodno fiziološko dehidrirane sredice. Rdeče srce nastaja v dveh fazah, ki sta lahko časovno močno oddaljeni ali pa si tekoče sledita. Uvodna ali dehidracijska faza je povsem naraven fiziološki pojav in je odvisen od globine krošnje, višine in debeline debla, medtem ko je diskoloracijska faza izrazito fakultativna in je posledica vdora atmosferskega kisika v dehidrirano sredico (Torelli, 1984).

K ojedritveni terminologiji sodita še izraza prehodna cona in intermediarni les. Prehodna cona med jedrovino in beljavo ali diskoloriranim lesom in beljavo je »ozka, svetlejša cona, ki obdaja nekatere jedrovine ali poškodovane regije, često z živimi celicami, navadno brez škroba, pogosto nepermeabilna za kapljevine, z vlažnostjo, nižjo od beljave in včasih od jedrovine« (Hillis, 1987, str. 16). To cono včasih označujejo kot »belo cono« (Nobushi in Harada, 1983, str. 16, cit. po Torelli, 2003), sicer pa splošno kot »suho cono«. (Torelli, 2003).

2.3.1.1 Odziv drevesa na mehanske poškodbe

Drevesa so zaradi svoje dolgoživosti nenehno izpostavljena mehanskim poškodbam. Tak dogodek sproži v lesu niz zapletenih fizioloških procesov, ki jih zadovoljivo pojasnjuje teorija kompartmentalizacije. Kot navaja Torelli (2003), teorija kompartmentalizacije predpostavlja, da se živa beljava aktivno odzove na poškodovanje in kolonizacijo s formiranjem fizičnih in kemičnih barier. Teorija kompartmentalizacije razkroja v drevesih (CODIT, Compartmentalization Of Decay in Trees, Shigo in Marx, 1977) interpretira bariere kot stene, Steno 1, ki omejuje širjenje učinkov poškodb v vzdolžni smeri drevesa, predstavljajo razne okluzije (zapore) v aksialnih elementih (tile pri listavcih, aspirirane obokane piknje pri iglavcih, gumozne snovi, suberizirani sloji). Je najšibkejša od vseh. Neinducirana stena 2, ki je rezultat normalne kambijeve aktivnosti, je povsem fizična in jo tvori gostejši kasni les. Omejuje širjenje v radialni smeri. Radialno usmerjene parenhimske celice trakov predstavljajo praviloma zelo močno steno 3, ki omejuje širjenje v tangencialni smeri. Steno 4, ključen element CODIT-a, imenovano tudi barierna cona, tvori kambij po ranitvi. Zanj je značilen povečan delež parenhima. Loči les, ki je nastajal pred ranitvijo, od lesa, ki je nastajal po njej. Shigo poudarja, da lahko nastane barierna cona bodisi kot odziv na infekcijo ali pa kot reakcija na mehansko poškodbo. Dejavniki, ki

uravnavajo velikost in učinkovitost barierne cone, niso znani (Shigo, 1986, str. 43 in 267, cit. po Torelli, 2003). Etiologija barierne cone je več kot desetletje zaposlovala raziskovalce. V Katedri za tehnologijo lesa BF smo interpretirali anatomijo »mehanske« barierne cone kot odziv na sproščanje skorjinega tlaka po ranitvi (Torelli in sod., 1994, Torelli, 1995, cit. po Torelli, 2003). Problem barierne cone pri bukvi je v tem, da se razvije le v neposredni bližini poškodbe, zato je njena vloga problematična. Očitno pri ločitvi lesa, nastalega pred poškodovanjem, ki je podvržen razkroju, od zdravega, nastalega po poškodovanju, ne sodeluje vselej le barierna cona, temveč tudi dejavniki, ki jih ne poznamo, Liese in Dujesiefken (Liese in Dujesiefken, 1989, 1996, cit. po Torelli, 2003) sta razširila pomen CODIT-a. Menita, da strukture, ki nastajajo kot odziv na poškodbe, predstavljajo oviro, ki najprej preprečuje vdor zraka v les in šele nato vstop mikroorganizmov. Avtorja predlagata, da se spremeni pomen črke D v akronimu CODIT. Pomenil naj bi poškodovanje, kot ga predstavljajo izsuševanje (desikacija), disfunkcija in šele na koncu razkroj (Torelli, 2003).

2.4 EKSTRAKTIVI

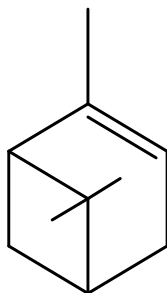
Izraz ekstraktivi uporabljamo za opis nizko molekularnih spojin, ki se v lesu praviloma nahajajo v celičnih lumnih. Te spojine so lahko povezane s primarnim ali sekundarnim metabolizmom živih celic lesa. Ogljikovi hidrati so tako pomembna skupina hranilnih snovi, ki se nahajajo predvsem v najmlajših delih beljave, v kambijeви coni in skorji. Ekstrahiramo jih lahko s polarnimi topili. Najpomembnejša predstavnika ogljikovih hidratov sta glukoza, fruktoza,...

Povzeto po Oven (2011). Drugo skupino ekstraktivov pa predstavljajo sekundarni metaboliti, ki nastanejo v procesu ojedritve ali kot odziv živih celic lesa na mehansko poškodbo. Sekundarni metaboliti, ki nastanejo v procesu ojedritve ali kot odziv živih celic lesa na mehansko poškodbo, imajo v drevesu zaščitno funkcijo. Nastanek ekstraktivov in njihova inkrustacija v celično steno med procesom ojedritve lesu podeli barvo in vonj, poveča njegovo naravno in dimenzijsko obstojnost ter trajnost, gostoto, poroznost in toksičnost.

Sekundarni metaboliti se v živem drevesu skladiščijo pretežno v jedrovini, kjer imajo oporno vlogo. Med ekstraktive sodijo tudi molekule, ki se porabljajo za sintezo celične stene v najmanjših delih beljave, kjer se diferencirajo nove celice lesa, prav tako pa tudi tiste molekule, ki se v dormantnem obdobju uskladiščijo v živih parenhimskih celicah. Večinoma so to monomerni in oligomerni ogljikovi hidrati in maščobe, olja ter maščobne kisline (Oven, 2011).

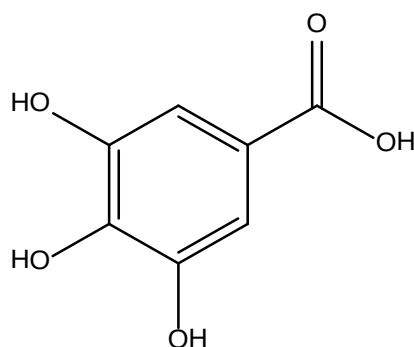
Klasifikacija ekstraktivov temelji na osnovi sorodnosti biokemijske poti, na osnovi njihove kemijske zgradbe, različne polarnosti in na osnovi topila, v katerem so ekstraktivi topni. Ekstraktivi listavcev so terpenoidni ekstraktivi, fenolni ekstraktivi (lignani, stilbenoidi, flavonoidi), drugi ekstraktivi (maščobe, voski, sladkorji, alkaloidi), (Oven, 2011).

Terpenoidni ekstraktivi so skupina različnih snovi, katerih osnovna enota je izopren. Nadaljnja delitev pa temelji na številu izoprenskih enot, ki jih sestavljajo. (slika 3).



Slika 3: α -pinen, pogost v oleinski smoli iglavcev.

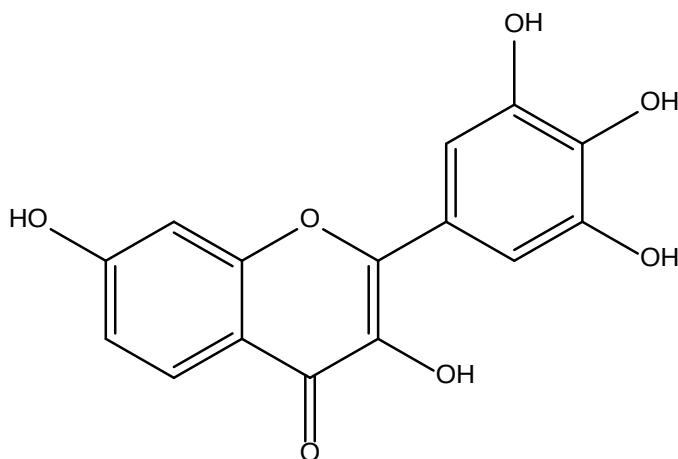
Fenolni ekstraktivi so snovi, katerih osnovna enota je fenolna enota. Enostavni fenoli iz listavcev so verjetno razgradnji produkti spojin, ki hidrolizirajo med ekstrakcijo ali parno destilacijo (odkriti v lesovih *Populus*, *Salix*, *Betula*, *Quercus*) (slika 4). Ena izmed pomembnejših skupin fenolnih ekstraktivov so lignani.



Slika 4: Primer enostavnega fenola galne kisline, ki smo ga uporabili pri umeritveni krivulji.

Sestavljeni so iz dveh fenilpropanoidnih enot, ki sta pogosto podobni dimernim strukturam, ki jih najdemo v ligninu (Oven, 2011).

Flavonoidi so sestavljeni iz treh obročev (so C6-C3-C6 strukture), pri čemer struktura srednjega obroča določa razred flavonoida. Med flavonoide uvrščamo: flavone, flavane, flavanone, izoflavanone, halkone, aurone. V lesu se flavonoidi nahajajo tudi v obliki glikozidov in v polimernih in oligomernih oblikah (slika 5).



Slika 5: Primer flavonoida; robinetin.

3 MATERIALI IN METODE

3.1 OPIS RASTIŠČA IN IZBOR DREVESA

Povzeto po Vek (2013). Drevesa smo izbrali in posekali v Kočevskem Rogu, v bližini Podturna pri Dolenjskih toplicah. Vzorčenje je potekalo v gozdni enoti s površino 15 ha na nadmorski višini 500 m - 600 m. Vegetacija je bila dinarsko jelovo bukovje s primesjo smreke in javorja. Starost sestojev je bila okrog 140 let.

Izbrali smo drevesa, ki so imela vidno mehansko poškodbo in za katera smo ocenjevali, da imajo v osrednjem delu debla že razvito rdeče srce. Drevesa so zato imela relativno kratko krošnjo in tudi vidne štrclje odlomljenih vej. Drevesa smo posekali septembra 22. 9. 2011. Iz vsakega drevesa smo v krošnji izžagali del, ki je vseboval žive in mrtve veje, vzdolž debla pa smo izžagali po dva koluta debeline 10 cm. Prvi je bil odvzet na bazi, kjer je bilo drevo mehansko poškodovano. Ta kolut je torej vseboval vsa tkiva, ki nastanejo kot posledica mehanske poškodbe. Drugi kolut smo odvzeli na višini približno 14 m. Ta kolut je vseboval tipično rdeče srce. Kolute smo pripeljali na Oddelek za lesarstvo in jih razžagali v mizarski delavnici.

3.2 RAZREZ KOLUTOV

Vse kolute smo najprej poskobljali in dokumentirali, zatem smo si skrbno ogledali vse makroskopske posebnosti in na kolutih označili položaje bodočih vzorcev. Na spodnjem kolutu smo izžagali vzorce ranitvenega lesa, beljave, diskoloriranega lesa in reakcijske cone. Na zgornjem kolutu pa smo izžagovali vzorec beljave, reakcijske cone in diskoloriranega lesa. Žive in mrtve grče smo obdelali tako, da smo v največji možni meri izločili tkivo debla (Vek, 2013).

3.3 MLETJE VZORCEV

Razžagane vzorce smo najprej posušili, nato pa jih zmeli z laboratorijskim mlinom Retsch SM 2000, (slika 6). Pri mletju smo pazili, da vzorcev nismo mešali ali jih kakorkoli drugače onesnažili. Zato smo po vsakem zmletem vzorcu mlin skrbno očistili. Vzorce smo nato prenesli v laboratorij za kemijo lesa in jih pripravili za nadaljnje postopke (Vek, 2013).



Slika 6: Mlin za mletje Retsch SM 2000.

3.4 DOLOČITEV SUHE SNOVI

Suho snov smo določili z gravimetrično metodo. Za to metodo smo uporabil tehtiče (slika 7), katere smo najprej postavili v sušilnik (slika 8), na 105 °C za 30 min. Po sušenju pa smo jih dali v eksikator, da so se ohladili. Na serijo smo uporabili po 12 tehtičev.



Slika 7: Tehtič.



Slika 8: Sušilnik za sušenje vzorcev.

Tehtanje je potekalo na analitski tehtnici Mettler Toledo XS (slika 9). Vsak tehtič smo vzeli iz eksikatorja in ga stehali na 4 decimalke grama natančno. Njegovo težo zabeležili in ga označili s številko vzorca. Na tehtnico smo postavili papirček in jo umirili. Natresli smo 1 g vzorca (slika 10), pri tem je bilo 0,0010 g odstopanja, pomagali smo si s čopičem, da smo res postrgali ves vzorec. Postopek smo nato ponovili. Pri tem smo pazili, da smo za vsak vzorec vzeli nov listič in, da je bil čopič čist. Saj bi lahko v nasprotnem primeru prenesli delec vzorca v naslednjega, kateri ima drugačno sestavo.



Slika 9: Analitska tehtnica Mettler Toledo XS.

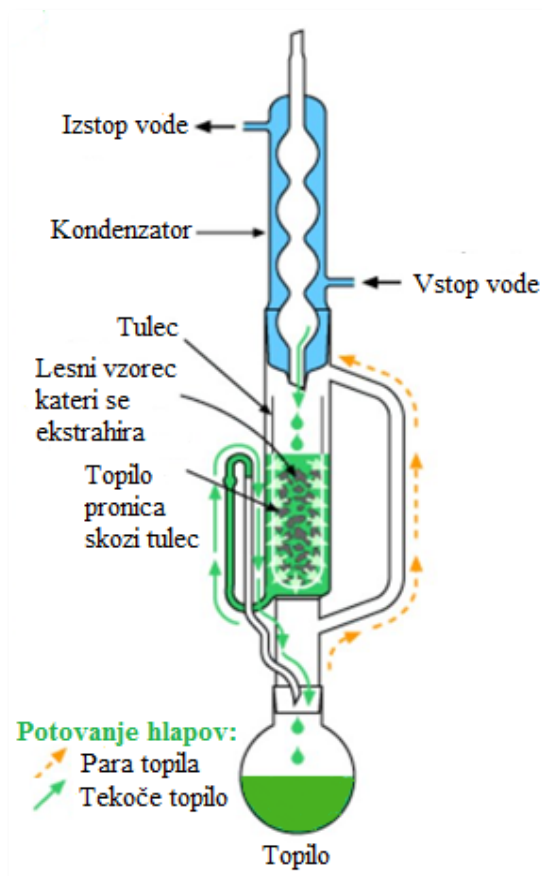


Slika 10: Natresanje in tehtanje vzorca.

Serijo vzorcev smo postavili v sušilnik, za 24 ur na 105 °C. Po sušenju smo jih postavili v eksikator za 1 uro, in jih ponovno stehali in zabeležili njihovo absolutno suho snov. Vzorce smo zavrgli, tehtiče očistili z acetonom jih postavili v sušilnico in postopek ponovili (*glej poglavje izračuni*).

3.5 SOXHLETOVA EKSTRAKCIJA

Napravo, s katero smo ekstrahirali naše vzorce, je izumil Franz Von Soxhlet leta 1879 in se imenuje Soxhletov ekstraktor. Namenjen je bil sprva predvsem za ekstrakcijo lipidov iz trdega materiala. Vendar lahko z njim ekstrahiramo vse snovi, katere vsebuje naš ekstrahiran vzorec in so topne v topilu katerega uporabljamo pri ekstrakciji. Netopne snovi ostanejo v našem vzorcu, topne snovi pa topilo izluži. Soxhletov ekstraktor deluje tako, da segrevamo topilo z določeno temperaturo. Topilo se upari in izhlapeva v kondenzator, ki je hlajen s hladno vodo, v katerem kondenzira. Topilo nato kaplja na les v tulcu iz filtrirnega papirja, ki je pokrit z vato. Pri tem nastaja raztopina spojin, ki jih želimo ekstrahirati. Ko raztopina napolni nastavek do višine odtoka, steče po principu natege nazaj v bučko in postopek se ponovi. Pri vsakem ciklu se izpere del našega vzorca (slika 11).



Slika 11: Soxhletov aparat (2013), Analytical Techniques in Aquaculture Research.

3.5.1 Izvedba ekstrakcije

3.5.1.1 Priprava tulcev

Na serijo smo vzeli 12 tulcev, nanj napisali številko vzorca, jih zamašili z vato (slika 12) in postavili v sušilnik za 24 ur na 105 °C. Po končanem sušenju smo tulce zložili v eksikator za 1 uro, da se ohladijo, pri tem pa ne navlažijo.



Slika 12: Tulci napolnjeni z vato.

3.5.1.2 Tehtanje tulcev

Vsakega posebej smo vzeli iz eksikatorja in ga stehali z analitsko tehtnico Mettler Toledo XS, pri tem smo rokovali v rokavicah. Pri tehtanju smo morali paziti, da ni bil tulec predolgo na zraku, ker se je začel vlažiti, kot posledica se mu je povečala teža. V tehtalne čolničke, smo s pomočjo žličke natehtali 2,5 g vzorca, na 4 decimalna mesta natančno (slika 13). Stresli smo ga v tulec (slika 14), pri tem smo si pomagali s čopičem. Nato smo tulec zamašili z vato. Za vsak naslednji vzorec, smo vzeli novi tehtalni čolniček in očiščen čopič.



Slika 13: Tehtanje vzorca.



Slika 14: Stresanje že natehtanega vzorca v tulec.

3.5.1.3 Priprava Soxhletovega aparata:

Za ekstrakcijo smo uporabili dve različni topili:

- cikloheksan (C_6H_{12}), ki je zaradi nepolarnega karakterja primeren za ekstrakcijo lipofilnih ekstraktivov,
- zmes metanola in destilirane vode ($MeOH / H_2O$) v razmerju (v/v, 95:5, 237,5 ml / 12,5 ml). To je zmes dveh polarnih topil, s katero ekstrahiramo hidrofilne ekstrakte, ki so topni v polarnih topilih.

Na voljo smo imeli 12 Soxhletovih aparatov. Vzeli smo 12 bučk, v katere smo nalili 250 ml cikloheksana (slika 15). V vsako bučko smo dali še po tri vrelne kamenčke, kateri preprečujejo nastajanje mehurčkov pri vretju in pripomorejo k lepšem in bolj enakomernem vretju.



Slika 15: Priprava Soxhletovega aparata.

Bučke smo postavili v kopel in sestavili Soxhletov aparat (slika 16). Temperatura, pri kateri je potekal postopek, je bila $130\text{ }^{\circ}\text{C}$, čas ekstrakcije pa 4 ure. Odprli smo tudi hladilno vodo, da je tekla skozi hladilnike aparata, kjer je topilo kondenziralo. Pri ekstrakciji smo merili čas cikla, kateri je znašal v povprečju za vseh 6 ekstrakcij, 9 min in 19 s. Čas merjenja je bil 1 uro, kar znaša 6 ciklov na uro.



Slika 16: Soxhletov aparat pred ekstrakcijo.

Trajanje enega cikla smo definirali od začetka kondenzacije hlapov do točke, ko topilo steče po principu natege nazaj v bučko. Ta postopek se ponavlja.

Po končani ekstrakciji smo aparat razdrli, počakali 1 uro, da se je topilo v bučki ohladilo. Pripravili smo stekleničke, na katere smo nalepili samolepilne lističe z oznako: ime drevesne vrste, številka vzorca, ime topila, postopek in pa datum (slika 17). V stekleničke smo nalili po 50 ml ekstrakta vsakega vzorca in jih shranili v skrinji. Preostanek topila pa smo zavrgli med odpadna topila.



Slika 17: Označevanje steklenič z imeni vzorcev.

Tulce smo odstranili iz aparata in jih postavili na stekleni pladenj v pokončnem položaju. Vse skupaj smo postavili v prirejen vakuumski sušilnik (slika 18) na sobno temperaturo in tlak 25 mbar za 24 ur. Aparat smo očistili z acetonom in destilirano vodo in postavili v sušilnik.



Slika 18: Vakuumski sušilnik.

Naslednji dan, smo vzorce vzeli iz vakuumskega sušilnika in jih postavili v eksikator. Vse tulce smo stekali in podatke zabeležili v razpredelnico.

Nato smo te iste vzorce ekstrahirali še s polarnim topilom metanol/voda, v razmerju (v/v, 95:5), postopek sestave Soxhletovega aparata je bil isti. Temperatura je bila 160 °C, čas ekstrakcije pa 6 ur. Po končanju ekstrakcije smo stekleničke napolnili s po 50 ml ekstrakta in stekleničke zavili v aluminijasto folijo (slika 19), zaradi tega, ker so spojine v ekstraktu občutljive na svetlobo.

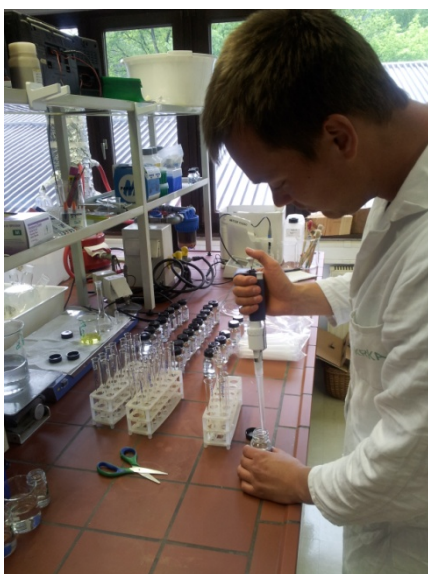


Slika 19: Zaviti vzorci v aluminijasto folijo.

Tudi pri zmesi metanola in destilirane vode (MeOH / H₂O) smo merili čas trajanja cikla, kateri je v povprečju, pri vseh 6 ekstrakcijah znašal 9 min 30 s. Kar znaša 6 ekstrakcij na uro.

3.6 UGOTAVLJANJE DELEŽA EKSTRAHIRANIH SNOVI V CIKLOHEKSANU IN METANOLU

Najprej smo določili delež snovi, ki so se ekstrahirale v cikloheksanu. To smo storili tako, da smo vzeli epruvete jih očistili in postavili v sušilnik na 105 °C, za 1 uro. Iz sušilnika smo jih dali v eksikator za 30 min. Iz hladilnika smo vzeli stekleničke z vzorci cikloheksana, počakali, da so se odtajali, saj so bili ohlajeni pod temperaturo tališča topila. Vsako epruveto smo stehali in vanjo s pipeto prenesli po 20 ml ekstrakta (slika 20). Vse epruvete smo postavili v sušilnik za 24 ur na temperaturo 80 °C. Po končanem sušenju smo vzeli epruvete iz sušilnika, jih postavili v eksikator in ponovno vse stehali (slika 21). S tem smo pridobili podatek o masi suhega ostanka (*glej poglavje izračuni*).

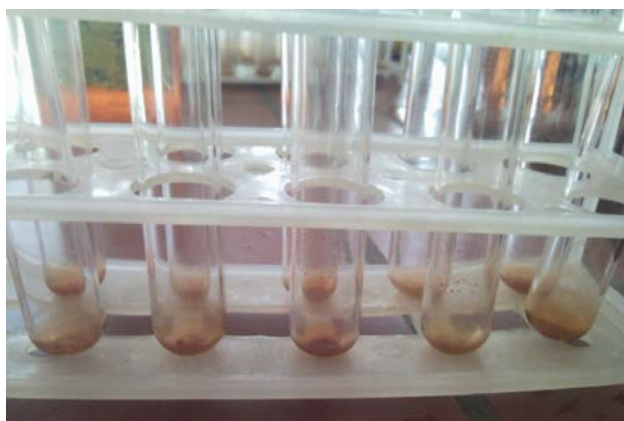


Slika 20: Prenos 20 ml ekstrakta s pipeto v epruvete.



Slika 21: Tehtanje deleža ekstrahiranih snovi.

Enako smo določevali delež snovi, ki so se ekstrahirali z metanolom. Razlika je bila samo v tem, da smo s pipeto prenesli po 10 ml vzorca. S tem smo dobili podatek o masi suhega ostanka (slika 22) (*glej poglavje izračuni*).



Slika 22: Različni deleži ekstrahiranih snovi v metanolu.

3.7 UV/VIS SPEKTOFOTOMETRIJA

Povzeto po Lobnik (2010). Spektralna fotometrija se uporablja za določevanje koncentracij v raztopinah, temelji pa na absorpciji svetlobe (UV, vidne) v raztopini. Če vemo, kateri del spektra absorbirajo iskani elementi oz. spojine, lahko iz količine absorbirane svetlobe (merjenje intenzivnosti svetlobe, ki je prodrla skozi vzorec) ugotovimo njihovo koncentracijo v raztopini.

UV-Vis spektroskopija temelji na absorpciji ultravijolične in vidne svetlobe. Absorpcija je proces, pri katerem kemijske substance v za svetlobo prepustnem mediju selektivno sprejmejo točno določene frekvence elektromagnetnega sevanja.

Absorbanca A je definirana kot:

$$A = \log_{10} T = \log \frac{I_0}{I} \quad \dots(1)$$

I_0 = začetna intenziteta sevanja,

I = izhodna intenziteta sevanja,

T = transmisija,

A = absorbanca.

3.7.1 Beer – Lambertov zakon

Povzeto po Lobnik (2010). Absorbanca je odvisna od količine molekul, ki absorbirajo elektromagnetno valovanje, ko le-to preide skozi raztopino. Z drugimi besedami, absorbanca je odvisna tako od koncentracije raztopine kot tudi od dolžine poti svetlobe pri prehodu skozi raztopino; neodvisna pa je od intenzitete elektromagnetnega sevanja. Razmerje med absorbanco, koncentracijo in dolžino poti sevanja je definirano kot Beer – Lambertov zakon:

$$A = C \times l \times \varepsilon \quad \dots(2)$$

Kjer je:

C = koncentracija raztopine [mol/l],

l = dolžina poti valovanja skozi raztopino [cm],

ε = molarna absorptivnost,

A = absorbanca.

3.7.2 Določitev deleža celokupnih fenolov

To smo določili s spektrometrijo UV-Vis. Uporabili smo reagent Folin Ciocaltau (slika 23). Na serijo smo imeli po 20 vzorcev.



Slika 23: Reagent Folin Ciocaltau.

Pripravili smo raztopino FC (Folin – Ciocaltau) v razmerju 1:9 (v/v): 10 ml FC + 90 ml destilirane vode H₂O (slika 24).



Slika 24: Raztopina FC (Folin – Ciocaltau) v razmerju 1:9 (v/v): 10 ml FC + 90 ml destilirane vode H₂O.

Za pripravo vodne raztopine smo vzeli natrijev karbonat (Na_2CO_3), ki smo natehtali na analitski tehtnici 7,5 g. Stresli smo ga v bučko in ga redčili s 100 ml destilirane vode. Da se je popolnoma raztopil, smo si pomagali z ultrazvočno kopeljo (slika 25).



Slika 25: Ultrazvočna kopel.

Za pripravo standardnih raztopin smo uporabili monohidrat galne kisline. Natehtali smo 0,2765 g monohidrata galne kisline. Stresli v merilno bučko in redčili s 500 ml destilirane vode H_2O .

Za slepi vzorec smo izbrali topilo metanol. Slepi vzorec pomeni, da je samo raztopina brez preiskanih snovi.

Priprava standardnih raztopin galne kisline (8. točkovna umeritvena krivulja):

1. 500 mg/l – samo osnovna raztopina
2. 250 mg/l – 5 ml osnovne raztopine + 5 ml H_2O
3. 125 mg/l – 5 ml osnovne raztopine + 15 ml H_2O
4. 100 mg/l – 5 ml osnovne raztopine + 20 ml H_2O
5. 50 mg/l – 5 ml osnovne raztopine + 45 ml H_2O
6. 25 mg/l – 5 ml osnovne raztopine + 95 ml H_2O
7. 12,5 mg/l – 5 ml 25 mg/l + 5 ml H_2O
8. 0,0 mg/l – H_2O

Iz skrinje smo vzeli vzorce metanolnih ekstraktov in jih pripravili za prenos s pipeto (slika 26).



Slika 26: Priprava vzorcev na prenos s pipeto.

Najprej smo s pipeto prenesli po 0,5 ml vsakega vzorca v stekleničko (slika 27). Nato smo v vsako stekleničko prenesli še po 2,5 ml FC reagenta in nato še po 2,0 ml raztopine Na_2CO_3 . Vse stekleničke smo zamašili in jih postavili v temen prostor na inkubacijo za 2 uri.



Slika 27: Prenos 0,5 ml vzorca s pipeto v stekleničke, katere smo označili z imeni vzorcev.

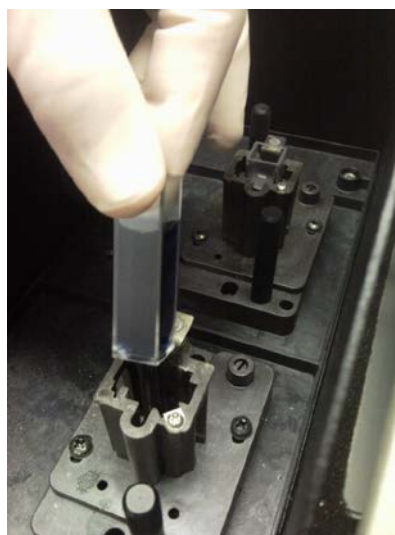
Po končani inkubaciji smo določili absorbance vzorcev z UV-Vis spektrofotometrom Perkin-Elmer Lambda 2 (slika 28), pri valovni dolžini 765 nm. Najprej smo napravo umerili. To smo storili tako, da smo v obe kiveti s pipeto prenesli slepi vzorec (slika 29) in ju postavili v spektrofotometer (slika 30). V vsako kiveto smo nato prenesli po 0,5 ml vzorca in odčitali vsebnost celokupnih fenolov na osnovi absorbance A_{765} . Časovni interval je bil 20 s.



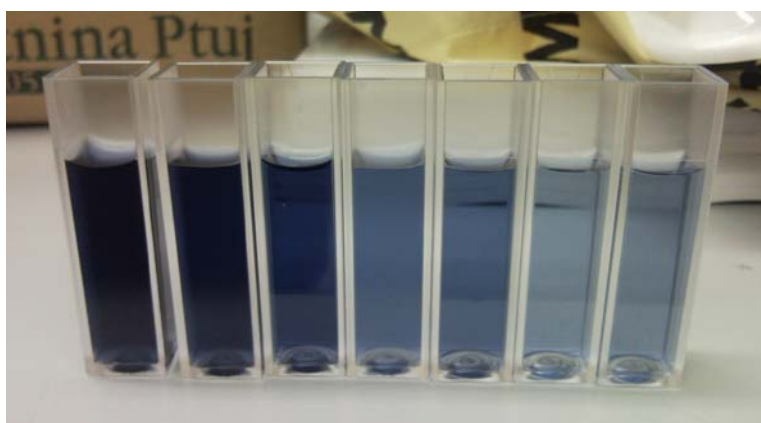
Slika 28: UV–Vis spektrofotometer, Perkin Elmer Lambda 2.



Slika 29: Prenos vzorca 0,5 ml s pipeto v kivete.



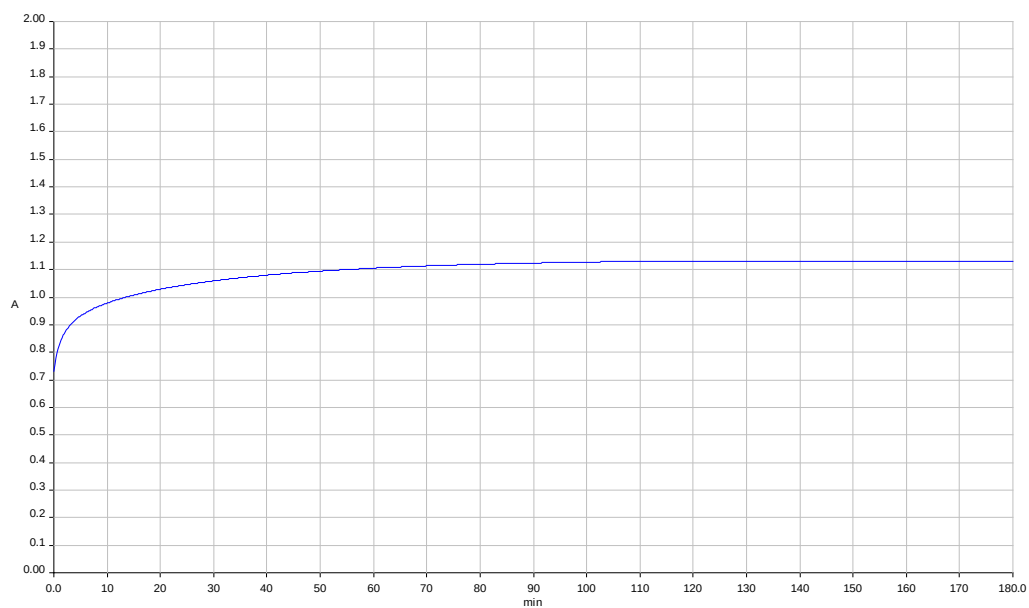
Slika 30: Vstavljanje kivete v spektrofotometer.



Slika 31: Barvna lestvica po inkubacijskem času.

3.7.2.1 Določanje inkubacijskega časa za določitev celokupnih fenolov

Pripravili smo FC reagent, Na_2CO_3 in standardno raztopino monohidrata galne kisline s koncentracijo 100 mg/l. Absorbanco reakcijske zmesi smo snemali po konstantni valovni dolžini 765 nm in sicer 3 ure. S tem smo želeli ugotoviti čas, pri katerem se najverjetneje konča reakcija med FC in fenolnimi substancami (slika 32).



Slika 32: Določanje inkubacijskega časa za določitev celokupnih fenolov.

3.8 IZRAČUNI

1. Postopek gravimetrične analize vzorcev je opisan na strani 10, v poglavju, Določitev vsebnosti suhe snovi.
2. Delež suhe snovi (s.s.) smo izračunali po sledeči enačbi:

$$\text{delež suhe snovi (s.s.)} = \frac{\text{masa absolutno suhega vzorca lesa [g]}}{\text{masa vlažnega lesa [g]}} \quad \dots(3)$$

3. Iz deleža suhe snovi (s.s.) smo izračunali tudi maso absolutno suhega lesa celotnega vzorca (dw), ki jo potrebujemo pri nadaljnjih izračunih:

$$dw = m_{vz} \times s.s. \quad \dots(4)$$

4. Masno koncentracijo celokupnih fenolov (γ) v metanolnih ekstraktih [mg/l] pa smo izračunali na podlagi enačbe premice regresijskega modela:

$$\gamma \left[\frac{mg}{l} \right] = \frac{\text{absorbanca} - 0,071}{0,0094} \quad \dots(5)$$

5. Iz umeritvene krivulje smo za vsako izmerjeno absorbanco (A_{765}) vzorcev izračunali masno koncentracijo celokupnih fenolov. Delež celokupnih fenolov pa smo izračunali na podlagi predhodno izračunanih masnih koncentracij celokupnih fenolov (γ), pri čemer smo upoštevali volumen topila pri ekstrakciji in maso vzorca v absolutnem suhem stanju:

$$\text{vsebnost celokupnih fenolov} \left[\frac{mg}{g} \text{ lesa} \right] = \frac{\gamma \left[\frac{mg}{l} \right] \times 0,250 \text{ l}}{dw} \quad \dots(6)$$

6. Celokupni delež ekstrahiranih snovi smo izračunali iz razlike mas tulcev pred ekstrakcijo in po ekstrakciji, deljeno z maso absolutno suhega vzorca (dw):

$$\text{celokupni delež ekst. snovi [\%]} = \frac{\Delta m}{dw} \quad \dots(7)$$

$$\Delta m = m_{pred e.} - m_{po e.} \quad \dots(8)$$

Pri čemer je:

$m_{\text{pred e.}}$ = masa tulca + vate + lesa pred ekstrakcijo [g],

$m_{\text{po e.}}$ = masa tulca + vate + lesa po ekstrakciji [g].

7. Delež ekstrahiranih snovi v cikloheksanu smo izračunali kot kvocient med maso suhega ostanka cikloheksanskega ekstrakta po sušenju v sušilniku pri temperaturi 105 °C in času sušenja 24 ur ter med maso cikloheksanskega ekstrakta:

$$\text{delež ekst. snovi v cikloheksanu} = \frac{m_{\text{suhega ostanka cikloheksana}}}{m_{\text{cikloheksanskega ekstrakta}}} \quad \dots(9)$$

8. Delež ekstrahiranih snovi v metanolu smo izračunali kot kvocient med maso suhega ostanka acetonskega ekstrakta po sušenju v sušilniku pri temperaturi 105 °C in času sušenja 24 ur ter maso metanolnega ekstrakta:

$$9. \text{ Delež ekst.snovi v metanolu} = \frac{m_{\text{suhega ostanka metanola}}}{m_{\text{metanolnega ekstrakta}}} \quad \dots(10)$$

4 REZULTATI

4.1 DELEŽ EKSTRAKTIVNIH SNOVI IN CELOKUPNIH FENOLOV

Vsebnost ekstraktivov smo preiskovali v vzorcih, ki smo jih pridobili iz mehansko poškodovanega dela debla in iz delov debla, kjer je bilo prisotno samo rdeče srce. Na slikah 33 in 34 je prikazan izgled tipičnih vzorčnih diskov, ki smo jih vključili v nalogo. Na disku z mehansko poškodbo so razločno vidne posledice tega travmatskega dogodka. Poškodbo poizkuša prerasti novonastali poranitveni les, medtem ko so v starem lesu vidne naslednje spremembe: les na površini rane je okužen in delno razkrojen, pod to plastjo se nahaja diskoloriran les, ki se je združil z diskoloriranim rdečim srcem v osrednjem delu debla. Tako spremenjen les pa obdaja temneje obarvana reakcijska cona.



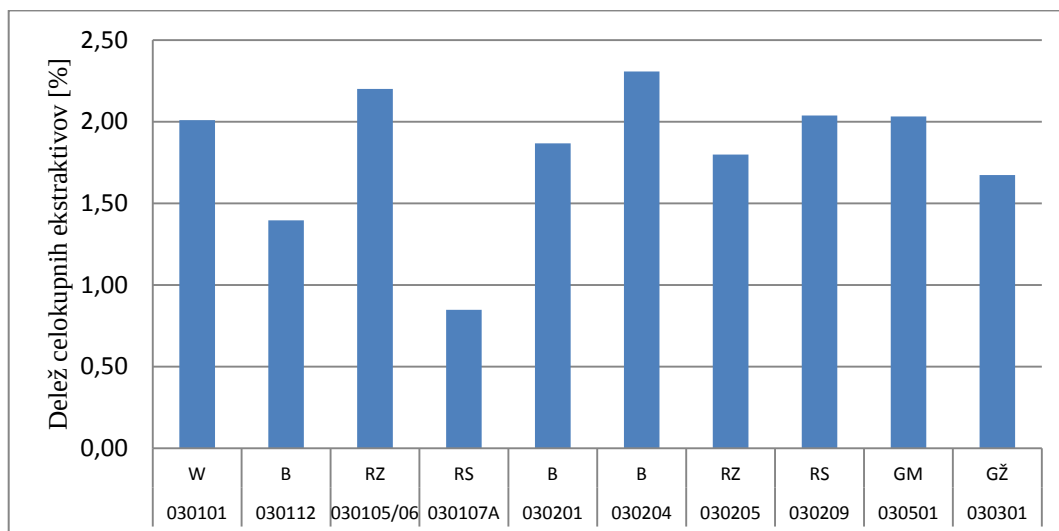
Slika 33: Bukev z mehansko poškodbo.



Slika 34: Bukev, pri kateri je prisotno samo rdeče srce.

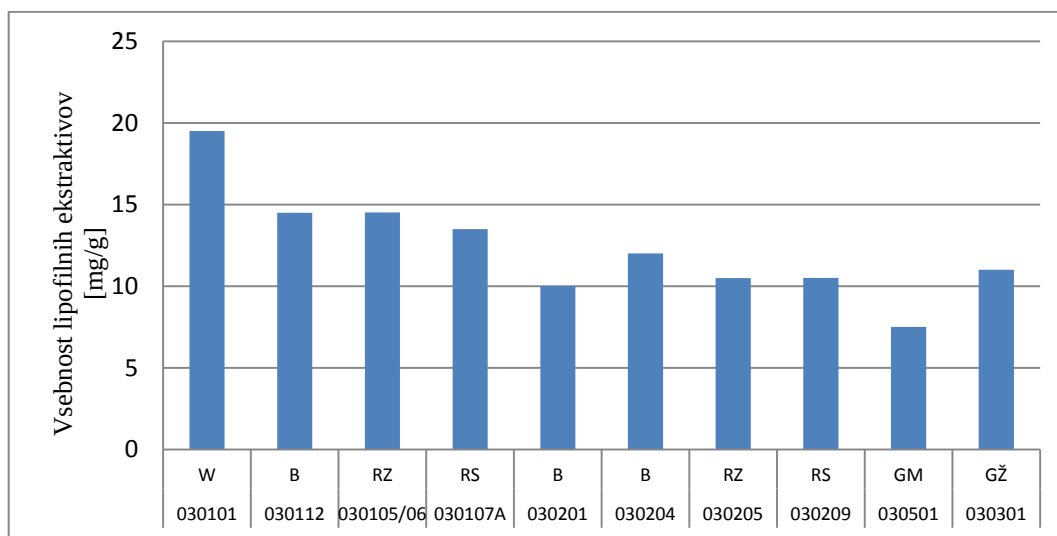
4.1.1 Delež ekstraktivnih snovi in celokupnih fenolov v lesu drevesa št. 3

Na slikah 35, 36, 37 in 38 so prikazane vsebnosti hidrofilnih in lipofilnih ekstraktivov za preučevano drevo št. 3.



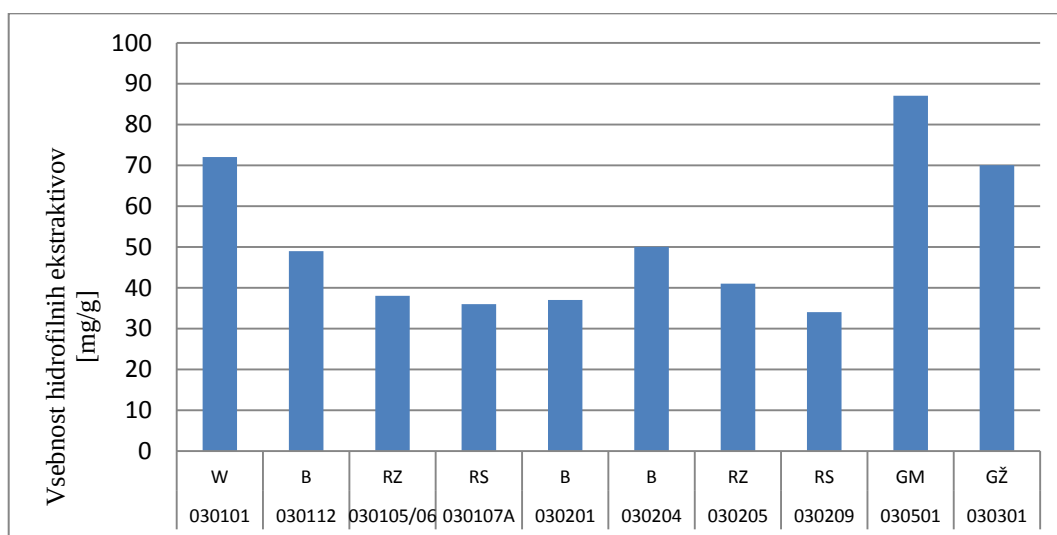
Slika 35: Navadna bukev (*Fagus sylvatica*), rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Vsebnost ekstraktibilnih snovi v kolutu z mehansko poškodbo in v zgornjem kolutu, ki je vseboval samo rdeče srce. Šestmestna številka pod oznako tkiva je številka vzorca. W – poranitveni les, B – beljava, RZ – reakcijska cona, RS – rdeče srce, GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.

V vzorcih mehansko poškodovanega koluta je bil delež ekstraktibilnih snovi največji v reakcijski coni (RZ) (2,2 %) in najmanjši v rdečem srcu (RS) (0,85 %). V vzorcih z diskoloracijo z značilnim rdečim srcem pa je bil najmanjši delež ekstraktibilnih snovi v RZ (1,80 %), največji pa v beljavi (B) (2,31 %).



Slika 36: Navadna bukev (*Fagus sylvatica*), rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Vsebnost lipofilnih ekstraktivov v kolutu z mehansko poškodbo in v zgornjem kolutu, ki je vseboval samo rdeče srce. Šestmestna številka pod oznako tkiva je številka vzorca. W – poranitveni les, B – beljava, RZ – reakcijska cona, RS – rdeče srce, GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.

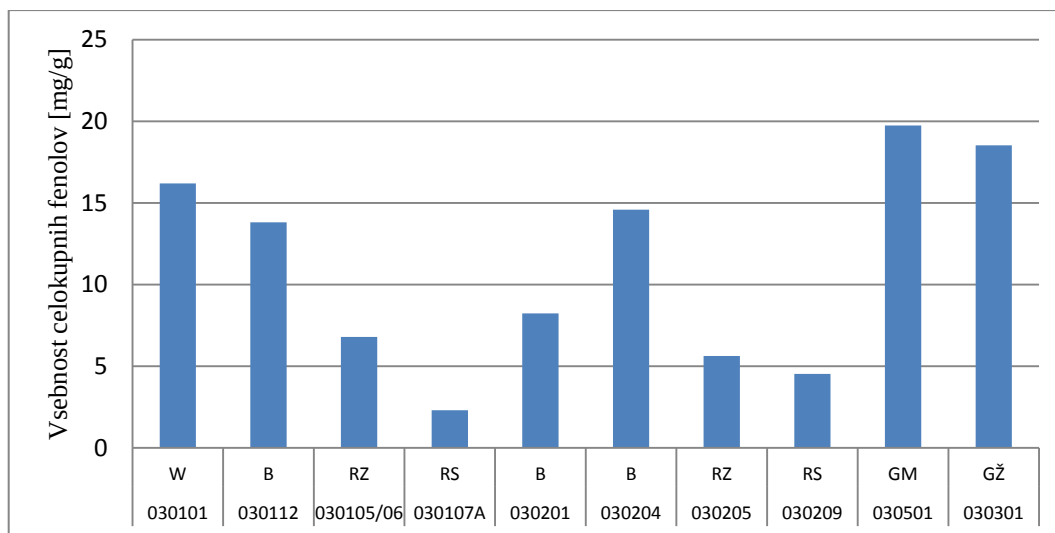
Pri vzorcih z mehansko poškodbo je bil delež lipofilnih ekstraktivov najmanjši v RS (13,5 mg/g) in največji v poranitvenem lesu (W) (19,51 mg/g). Največji delež lipofilnih ekstraktivov pri vzorcih z diskoloracijo pa je bil v B 030204 (12,01 mg/g), najmanjši pa v B 030201 (10,01 mg/g).



Slika 37: Navadna bukev (*Fagus sylvatica*), rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Vsebnost hidrofilnih ekstraktivov v kolutu z mehansko poškodbo in v zgornjem kolutu, ki je vseboval samo rdeče srce. Šestmestna številka pod oznako tkiva je številka vzorca. W – poranitveni les, B – beljava, RZ – reakcijska cona, RS – rdeče srce, GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.

Pri vzorcih, ki smo jih pridobili z mehansko poškodovanega koluta, je bil delež hidrofilnih ekstraktivov najmanjši v RS (36,0 mg/g) in največji v W (72,04 mg/g). Najmanjši delež

hidrofilnih ekstraktivov pri vzorcih z diskoloracijo je bil v RS (34,03 mg/g), največji pa v B (50,05 mg/g). Delež celokupnih fenolov smo določili v hidrofilni frakciji ekstraktivov.

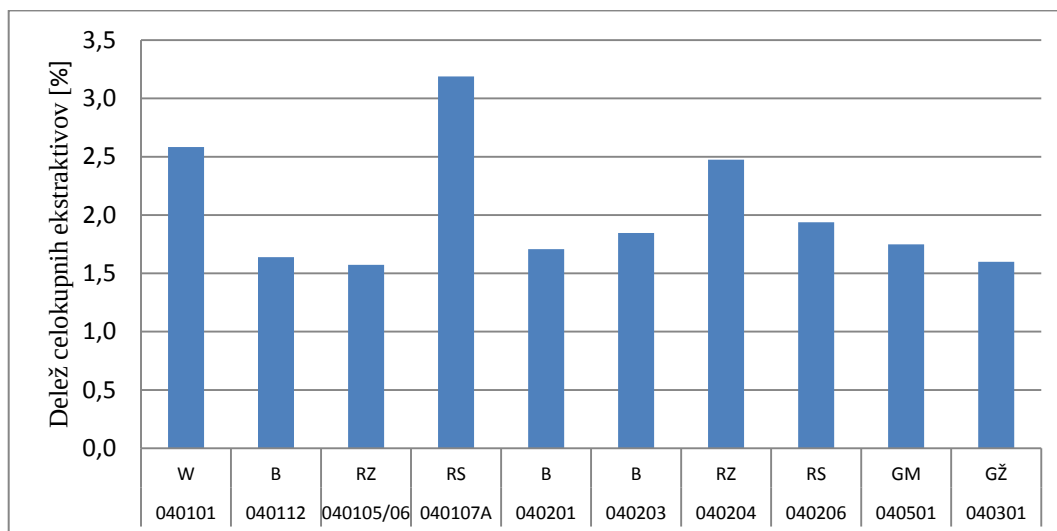


Slika 38: Navadna bukev (*Fagus sylvatica*), rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Vsebnost celokupnih fenolov v kolutu z mehansko poškodbo in v zgornjem kolutu, ki je vseboval samo rdeče srce. Šestmestna številka pod oznako tkiva je številka vzorca. W – poranitveni les, B – beljava, RZ – reakcijska cona, RS – rdeče srce, GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.

Delež celokupnih fenolov v vzorcih mehanske poškodbe je bil največji v W (16,20 mg/g) in najmanjši v RS (2,3 mg/g). Pri vzorcih z diskoloracijo pa je bil največji delež celokupnih snovi v B (14,58 mg/g), najmanjši pa v RS (4,53 mg/g).

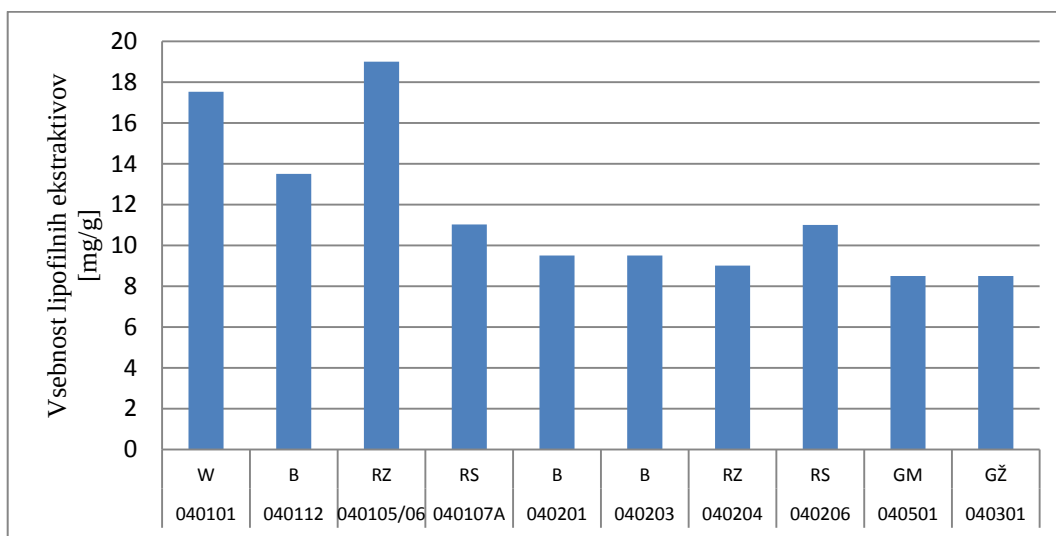
4.1.2 Delež ekstraktivnih snovi in celokupnih fenolov v lesu drevesa št. 4

Na slikah 39, 40, 41 in 42 so prikazane vsebnosti hidrofilnih in lipofilnih ekstraktivov za preučevano drevo št. 4.



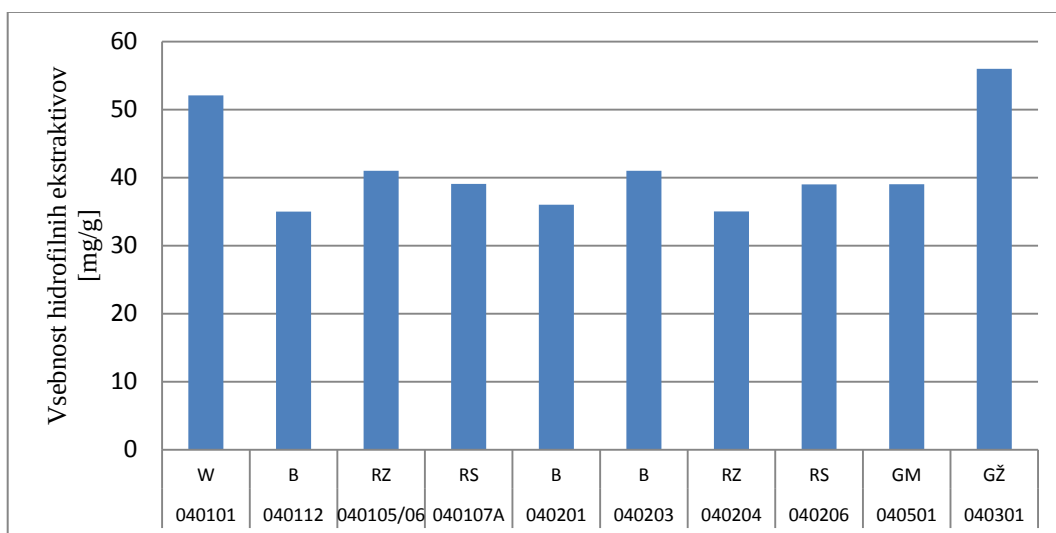
Slika 39: Navadna bukev (*Fagus sylvatica*), rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Vsebnost ekstraktibilnih snovi v kolutu z mehansko poškodbo in v zgornjem kolutu, ki je vseboval samo rdeče srce. Šestmestna številka pod oznako tkiva je številka vzorca. W – poranitveni les, B – beljava, RZ – reakcijska cona, RS – rdeče srce, GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.

V vzorcih mehansko poškodovanega koluta je bil delež ekstraktibilnih snovi največji v RS (3,19 %) in najmanjši v B (1,64 %). V vzorcih z diskoloracijo z značilnim rdečim srcem, pa je bil največji delež ekstraktibilnih snovi v RZ (2,48 %), najmanjši pa v B (1,71 %).



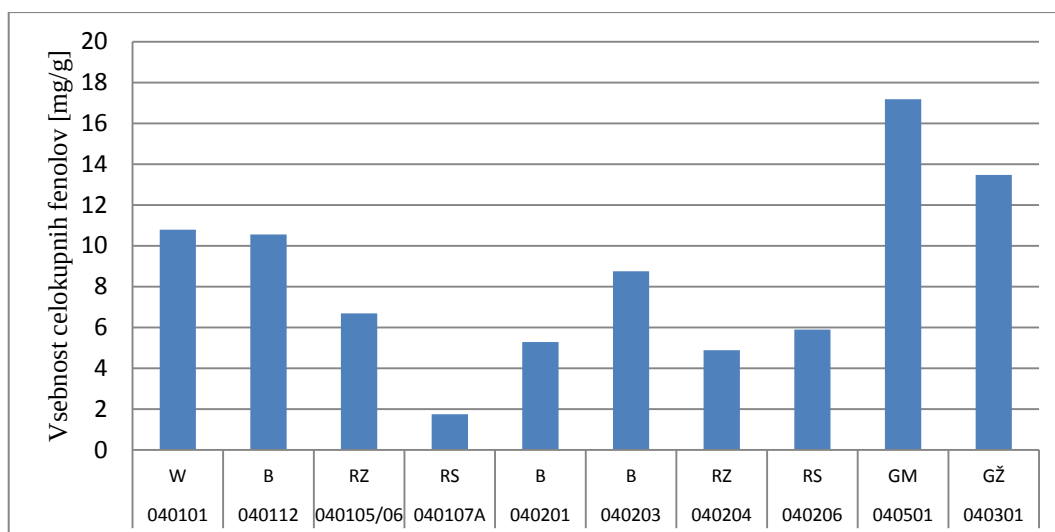
Slika 40: Navadna bukev (*Fagus sylvatica*), rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Vsebnost lipofilnih ekstraktivov v kolutu z mehansko poškodbo in v zgornjem kolutu, ki je vseboval samo rdeče srce. Šestmestna številka pod oznako tkiva je številka vzorca. W – poranitveni les, B – beljava, RZ – reakcijska cona, RS – rdeče srce, GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.

Pri vzorcih z mehansko poškodbo je bil delež lipofilnih ekstraktivov največji v RZ (19,00 mg/g) in najmanjši v RS (11,03 mg/g). Največji delež lipofilnih ekstraktivov pri vzorcih z diskoloracijo pa je bil v RS (11,01 mg/g), najmanjši pa v RZ (9,01 mg/g).



Slika 41: Navadna bukev (*Fagus sylvatica*), rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Vsebnost hidrofilnih ekstraktivov v kolutu z mehansko poškodbo in v zgornjem kolutu, ki je vseboval samo rdeče srce. Šestmestna številka pod oznako tkiva je številka vzorca. W – poranitveni les, B – beljava, RZ – reakcijska cona, RS – rdeče srce, GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.

Pri mehansko poškodovanih vzorcih je bil delež hidrofilnih ekstraktivov najmanjši v B (35,02 mg/g) in največji v W (52,08 mg/g). Najmanjši delež hidrofilnih ekstraktivov, pri vzorcih z diskoloracijo je bil v RZ (35,03 mg/g), največji pa v B (41,01 mg/g).

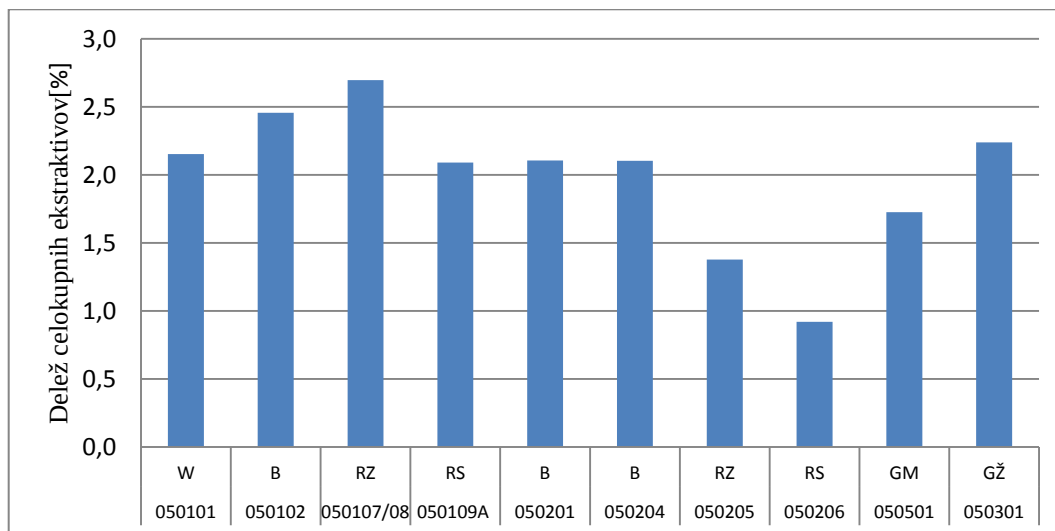


Slika 42: Navadna bukev (*Fagus sylvatica*), rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Vsebnost celokupnih fenolov v kolotu z mehansko poškodbo in v zgornjem kolotu, ki je vseboval samo rdeče srce. Šestmestna številka pod oznako tkiva je številka vzorca. W – poranitveni les, B – beljava, RZ – reakcijska cona, RS – rdeče srce, GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.

Največji delež celokupnih fenolov v vzorcih mehanske poškodbe je bil v W (10,79 mg/g) in najmanjši v RS (1,75 mg/g). Pri vzorcih z diskoloracijo pa je bil največji delež snovi v B (8,75 mg/g), najmanjši pa v RZ (4,89 mg/g).

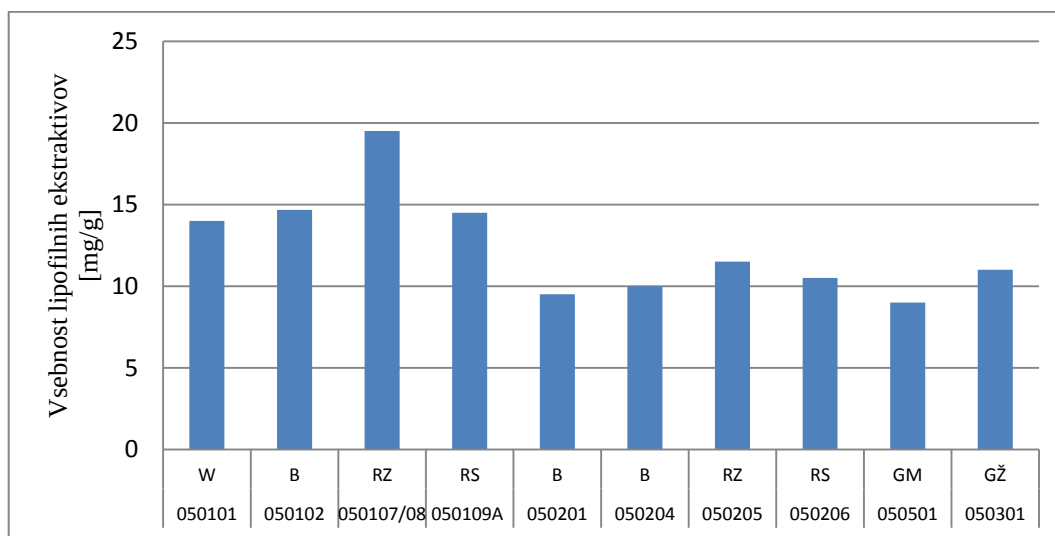
4.1.3 Delež ekstraktivnih snovi in celokupnih fenolov v lesu drevesa št. 5

Na slikah 43, 44, 45 in 46 so prikazane vsebnosti hidrofilnih in lipofilnih ekstraktivov za preučevano drevo št. 5.



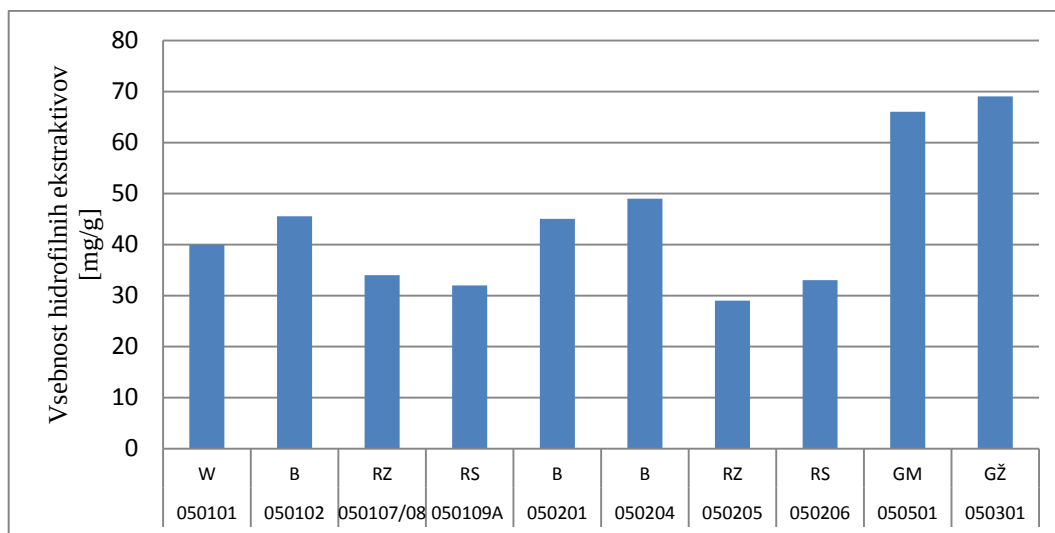
Slika 43: Navadna bukev (*Fagus sylvatica*), rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Vsebnost ekstraktibilnih snovi v kolutu z mehansko poškodbo in v zgornjem kolutu, ki je vseboval samo rdeče srce. Šestmestna številka pod oznako tkiva je številka vzorca. W – poranitveni les, B – beljava, RZ – reakcijska cona, RS – rdeče srce, GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.

V vzorcih z diskoloracijo z značilnim rdečim srcem je bil delež ekstraktivnih snovi največji v B (2,11 %) in najmanjši v RS (0,92 %). V vzorcih mehansko poškodovanega koluta je bil pa največji delež v RZ (2,70 %), najmanjši pa v RS (2,09 %).



Slika 44: Navadna bukev (*Fagus sylvatica*), rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Vsebnost lipofilnih ekstraktivov v kolotu z mehansko poškodbo in v zgornjem kolotu, ki je vseboval samo rdeče srce. Šestmestna številka pod oznako tkiva je številka vzorca. W – poranitveni les, B – beljava, RZ – reakcijska cona, RS – rdeče srce, GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.

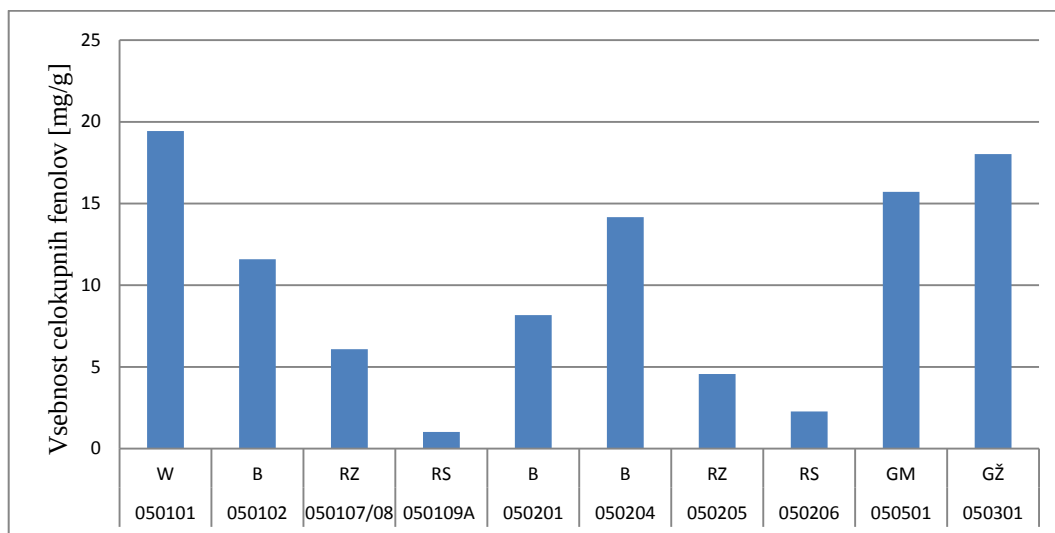
Pri vzorcih z mehansko poškodbo, je bil delež lipofilnih ekstraktivov največji v RZ (19,51 mg/g) in najmanjši v W (14,0 mg/g). Vzorci z diskoloracijo pa so imeli največji delež v RZ (11,51 mg/g), najmanjši pa v B (9,51 mg/g).



Slika 45 : Navadna bukev (*Fagus sylvatica*), rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Vsebnost hidrofilnih ekstraktivov v kolotu z mehansko poškodbo in v zgornjem kolotu, ki je vseboval samo rdeče srce. Šestmestna številka pod oznako tkiva je številka vzorca. W – poranitveni les, B – beljava, RZ – reakcijska cona, RS – rdeče srce, GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.

Vzorci z mehansko poškodbo so imeli delež hidrofilnih ekstraktivov največji v B (45,56 mg/g) in najnižji v RS (32,0 mg/g). Pri vzorcih z diskoloracijo, za katere je značilno rdeče

srce pa so imeli največji delež hidrofilnih ekstraktivov v B (49,0 mg/g), najmanjši pa v RZ (29,02 mg/g).

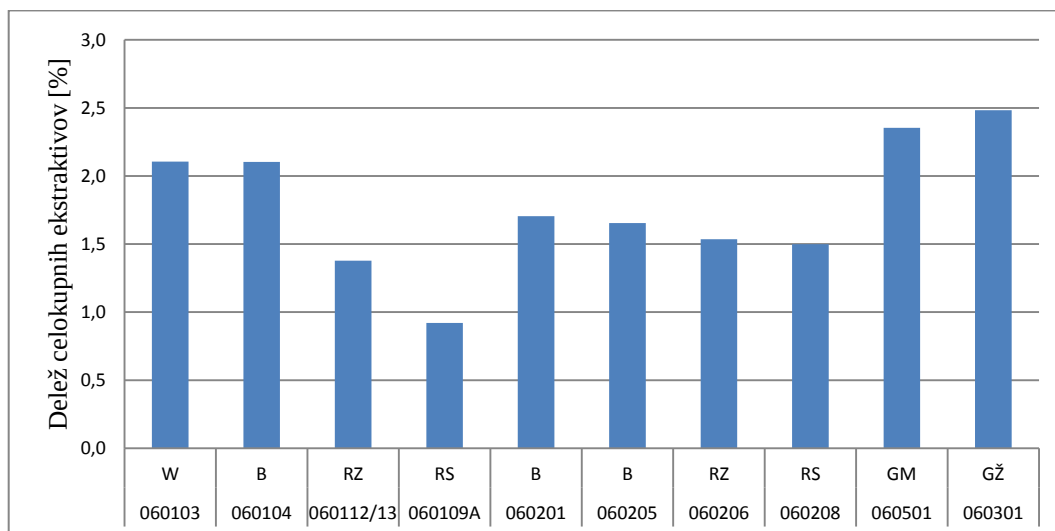


Slika 46: Navadna bukev (*Fagus sylvatica*), rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Vsebnost celokupnih fenolov v kolutu z mehansko poškodbo in v zgornjem kolutu, ki je vseboval samo rdeče srce. Šestmestna številka pod oznako tkiva je številka vzorca. W – poranitveni les, B – beljava, RZ – reakcijska cona, RS – rdeče srce, GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.

Največji delež celokupnih fenolov pri vzorcih z mehansko poškodovanega koluta je bil v W (19,43 mg/g) in najmanjši v RS (1,02 mg/g). Pri vzorcih z diskoloracijo pa je bil največji delež v B (14,17 mg/g), najmanjši pa v RS (2,28 mg/g).

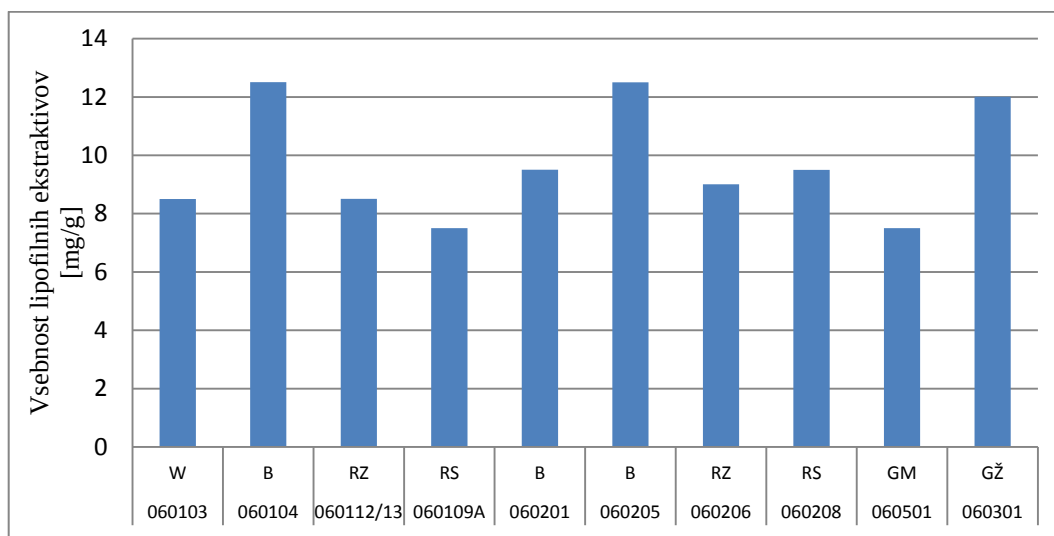
4.1.4 Delež ekstraktivnih snovi in celokupnih fenolov v lesu drevesa št. 6

Na slikah 47, 48, 49 in 50 so prikazane vsebnosti hidrofilnih in lipofilnih ekstraktivov za preučevano drevo št.6.



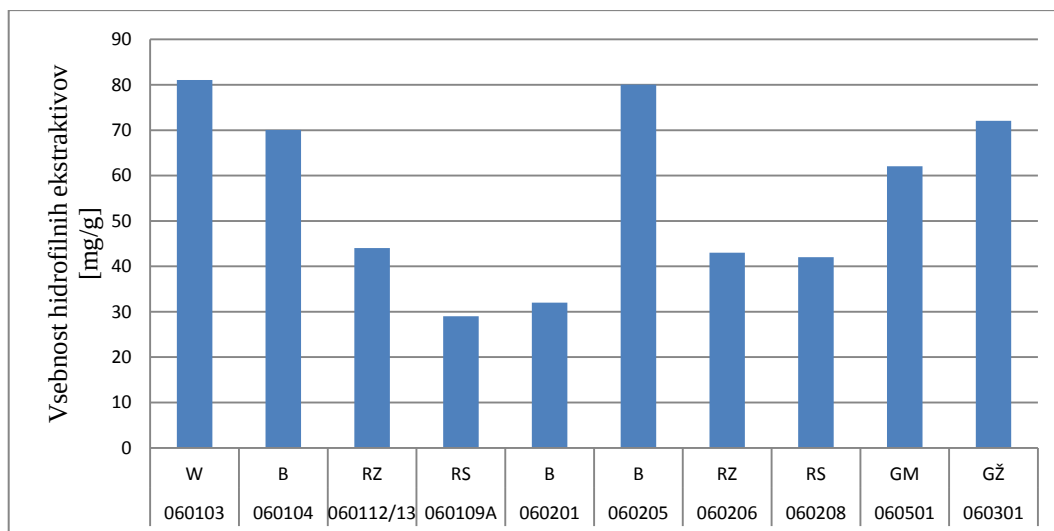
Slika 47: Navadna bukev (*Fagus sylvatica*), rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Vsebnost ekstraktibilnih snovi v kolutu z mehansko poškodbo in v zgornjem kolutu, ki je vseboval samo rdeče srce. Šestmestna številka pod oznako tkiva je številka vzorca. W – poranitveni les, B – beljava, RZ – reakcijska cona, RS – rdeče srce, GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.

Največji delež ekstraktivov pri vzorcih z mehansko poškodbo je bil v W (12,11 %) in najmanjši v RS (0,92 %). Pri vzorcih z diskoloracijo pa je bil največji delež ekstraktivov v B (1,70 %), najnižji pa RS (1,50 %).



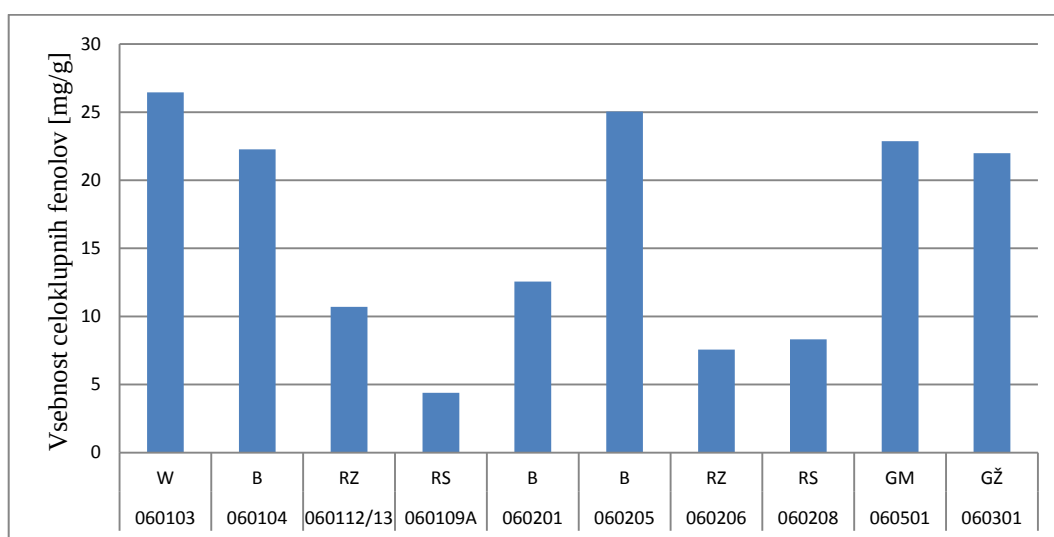
Slika 48: Navadna bukev (*Fagus sylvatica*), rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Vsebnost lipofilnih ekstraktivov v kolutu z mehansko poškodbo in v zgornjem kolutu, ki je vseboval samo rdeče srce. Šestmestna številka pod oznako tkiva je številka vzorca. W – poranitveni les, B – beljava, RZ – reakcijska cona, RS – rdeče srce, GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.

Največji delež lipofilnih ekstraktivov pri vzorcih z diskoloracijo je bil v B (12,50 mg/g) in najmanjši v RZ (9,01 mg/g). Pri mehansko poškodovanih vzorcih pa največji delež v B (12,51 mg/g), najmanjši pa v RS (7,50 mg/g).



Slika 49: Navadna bukev (*Fagus sylvatica*), rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Vsebnost hidrofilnih ekstraktivov v kolutu z mehansko poškodbo in v zgornjem kolutu, ki je vseboval samo rdeče srce. Šestmestna številka pod oznako tkiva je številka vzorca. W – poranitveni les, B – beljava, RZ – reakcijska cona, RS – rdeče srce, GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.

Pri vzorcih mehanske poškodbe je bil delež hidrofilnih ekstraktivov najmanjši v RS (29,02 mg/g) in največji v W (81,04 mg/g). Najmanjši delež hidrofilnih ekstraktivov pri vzorcih z diskoloracijo je bil v B 060201 (32,02 mg/g), največji delež pa v B 060205 (80,02 mg/g).

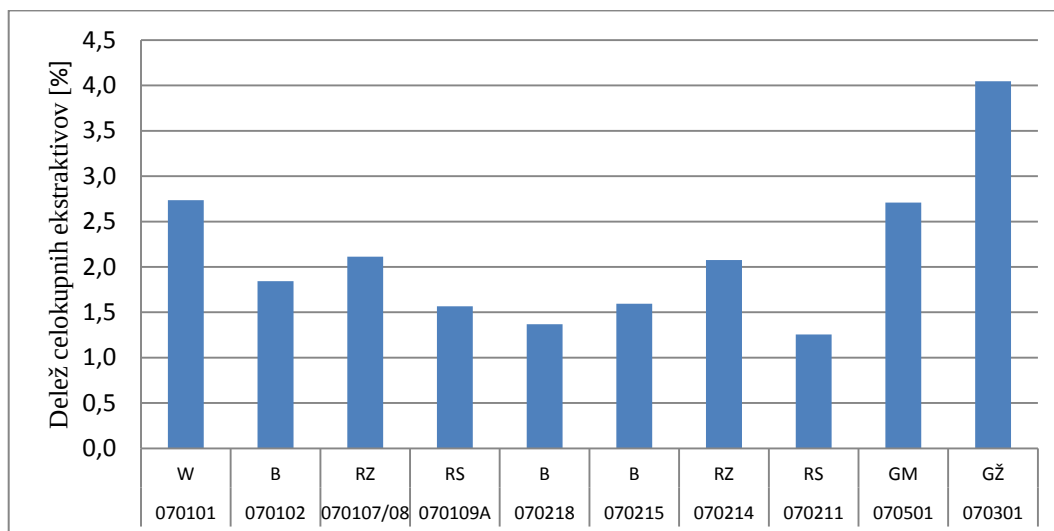


Slika 50: Navadna bukev (*Fagus sylvatica*), rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Vsebnost celokupnih fenolov v kolutu z mehansko poškodbo in v zgornjem kolutu, ki je vseboval samo rdeče srce. Šestmestna številka pod oznako tkiva je številka vzorca. W – poranitveni les, B – beljava, RZ – reakcijska cona, RS – rdeče srce, GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.

Pri vzorcih z diskoloracijo je bila vsebnost celokupnih fenolov največja v B (25,04 mg/g) in najmanjša v RZ (7,57 mg/g). V vzorcih z mehansko poškodbo pa je bila največja vsebnost celokupnih fenolov v W (26,46 mg/g), najmanjša pa v RS (4,39 mg/g).

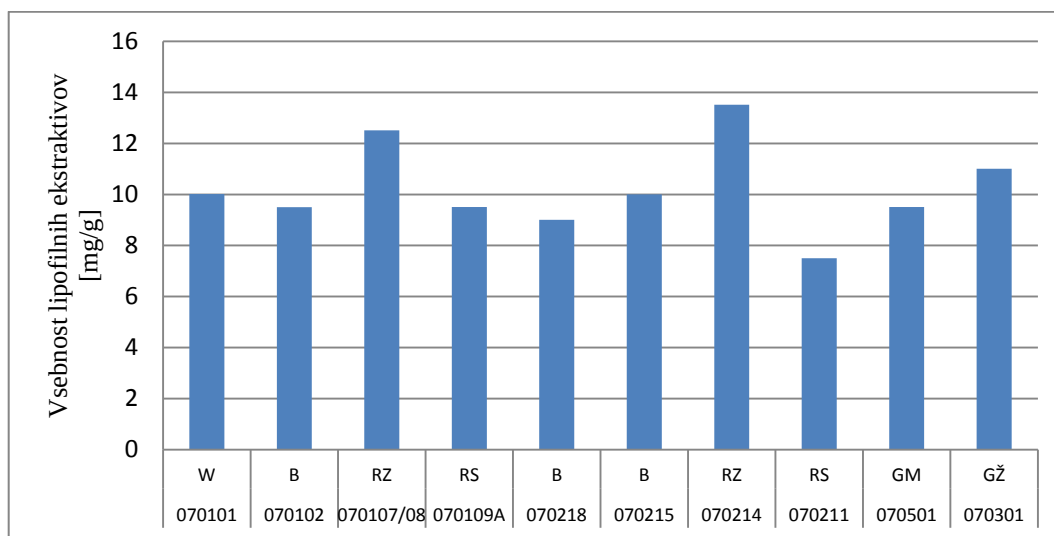
4.1.5 Delež ekstraktivnih snovi in celokupnih fenolov v lesu drevesa št. 7

Na slikah 51, 52, 53 in 54 so prikazane vsebnosti hidrofilnih in lipofilnih ekstraktivov za preučevano drevo št.7.



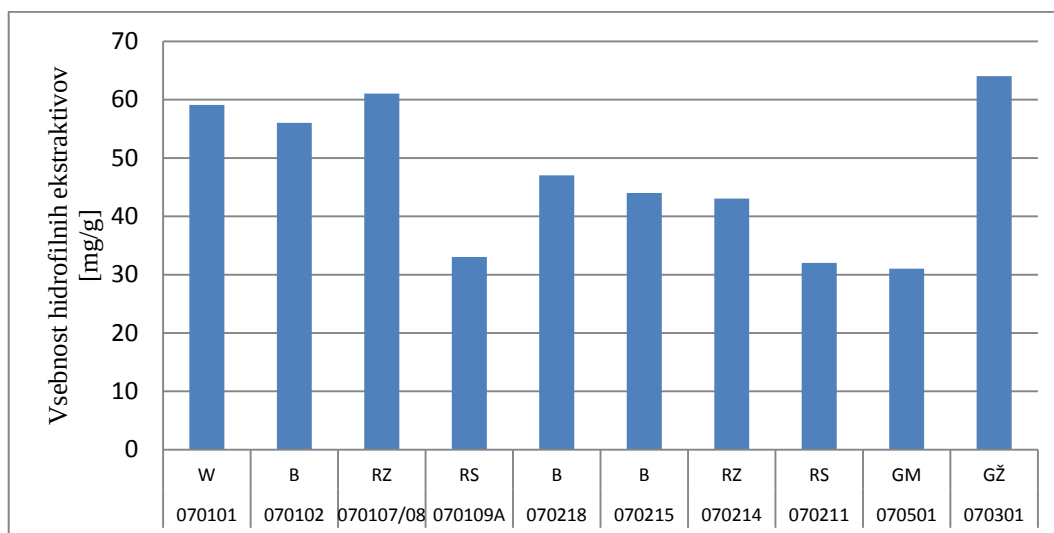
Slika 51: Navadna bukev (*Fagus sylvatica*), rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Vsebnost ekstraktivnih snovi v kolutu z mehansko poškodbo in v zgornjem kolutu, ki je vseboval samo rdeče srce. Šestmestna številka pod oznako tkiva je številka vzorca. W – poranitveni les, B – beljava, RZ – reakcijska cona, RS – rdeče srce, GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.

V vzorcih z diskoloracijo z značilnim rdečim srcem pa je bil delež ekstraktivnih snovi največji v RZ (2,08 %) in najmanjši v B (1,37 %). V vzorcih mehansko poškodovanega koluta pa je bil največji delež v W (2,74 %), najnižji pa v RS (1,57 %).



Slika 52: Navadna bukev (*Fagus sylvatica*), rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Vsebnost lipofilnih ekstraktivov v kolotu z mehansko poškodbo in v zgornjem kolotu, ki je vseboval samo rdeče srce. Šestmestna številka pod oznako tkiva je številka vzorca. W – poranitveni les, B – beljava, RZ – reakcijska cona, RS – rdeče srce, GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.

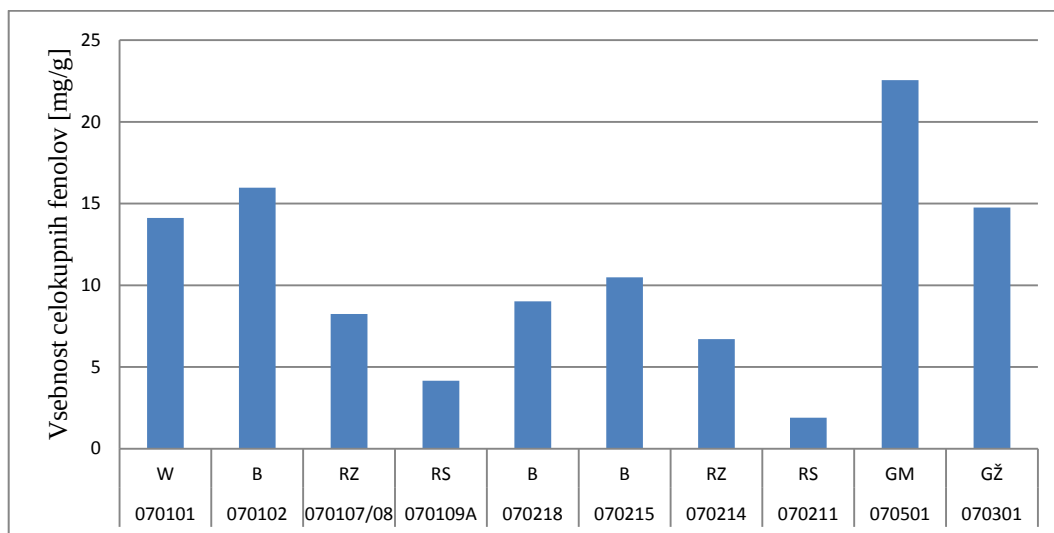
Pri vzorcih z mehansko poškodbo je bil delež lipofilnih ekstraktivov največji v RZ (12,51 mg/g) in najmanjši v B (9,50 mg/g). Vzorci z diskoloracijo pa so imeli največji delež v RZ (13,52 mg/g), najmanjši pa v RS (7,50 mg/g).



Slika 53: Navadna bukev (*Fagus sylvatica*), rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Vsebnost hidrofilnih ekstraktivov v kolotu z mehansko poškodbo in v zgornjem kolotu, ki je vseboval samo rdeče srce. Šestmestna številka pod oznako tkiva je številka vzorca. W – poranitveni les, B – beljava, RZ – reakcijska cona, RS – rdeče srce, GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.

Vzorci z mehansko poškodbo so imeli delež hidrofilnih ekstraktivov največji v RZ (61,05 mg/g) in najmanjši v RS (33,03 mg/g). Pri vzorcih z diskoloracijo za katere je značilno

rdeče srce pa so imeli največji delež hidrofilni ekstraktivi v B (47,02 mg/g), najmanjši pa v RS (32,01 mg/g).

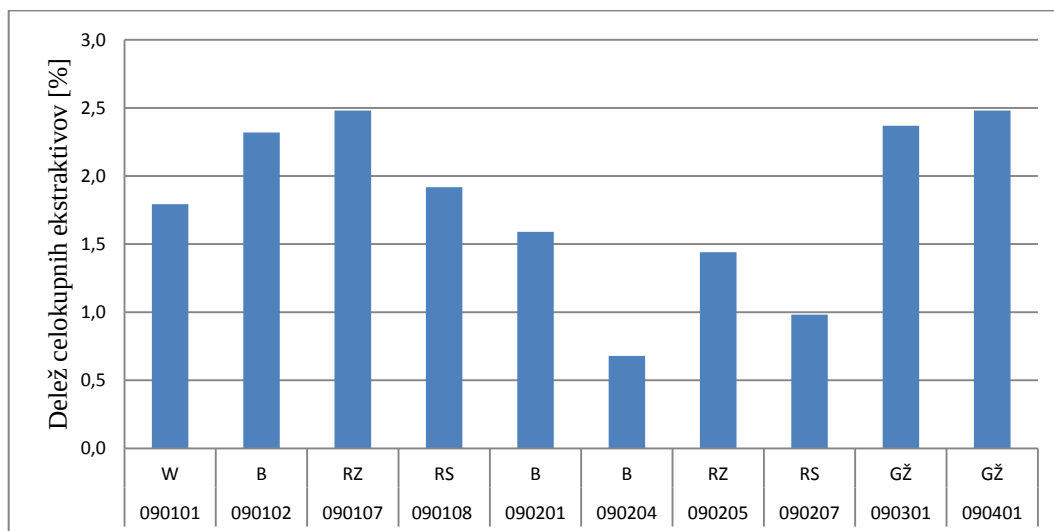


Slika 54: Navadna bukev (*Fagus sylvatica*), rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Vsebnost celokupnih fenolov v kolutu z mehansko poškodbo in v zgornjem kolutu, ki je vseboval samo rdeče srce. Šestmestna številka pod oznako tkiva je številka vzorca. W – poranitveni les, B – beljava, RZ – reakcijska cona, RS – rdeče srce, GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.

Največji delež celokupnih fenolov pri vzorcih z mehansko poškodovanega koluta je bil v B (15,98 mg/g) in najmanjši v RS (4,16 mg/g). Pri vzorcih z diskoloracijo pa je bil največji delež v B (10,48 mg/g), najmanjši pa v RS (1,89 mg/g).

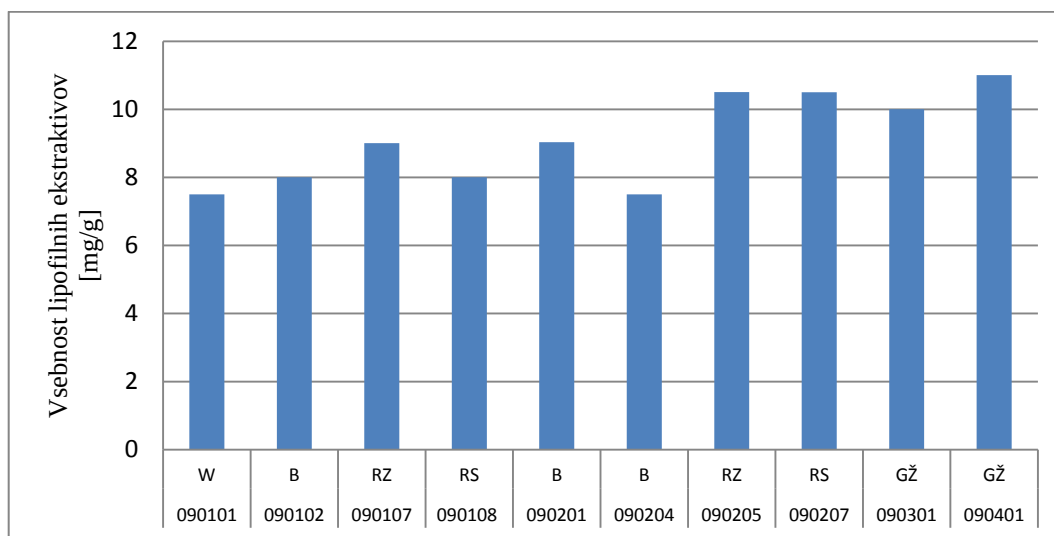
4.1.6 Delež ekstraktivnih snovi in celokupnih fenolov v lesu drevesa št. 9

Na slikah 55, 56, 57 in 58 so prikazane vsebnosti hidrofilnih in lipofilnih ekstraktivov za preučevano drevo št. 9.



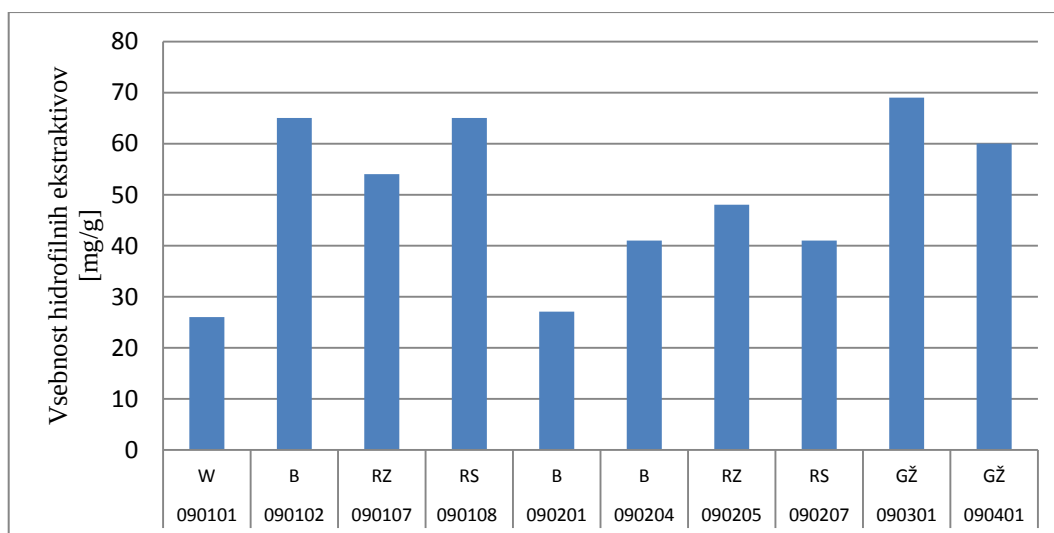
Slika 55: Navadna bukev (*Fagus sylvatica*), rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Vsebnost ekstraktibilnih snovi v kolutu z mehansko poškodbo in v zgornjem kolutu, ki je vseboval samo rdeče srce. Šestmestna številka pod oznako tkiva je številka vzorca. W – poranitveni les, B – beljava, RZ – reakcijska cona, RS – rdeče srce, GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.

Največji delež ekstraktivov pri vzorcih z mehansko poškodbo je bil v RZ (2,48 %) in najmanjši v W (1,79 %). Pri vzorcih z diskoloracijo pa je imela največji delež ekstraktivov B 090201 (1,59 %), najmanjši delež pa v B 090204 (0,68 %).



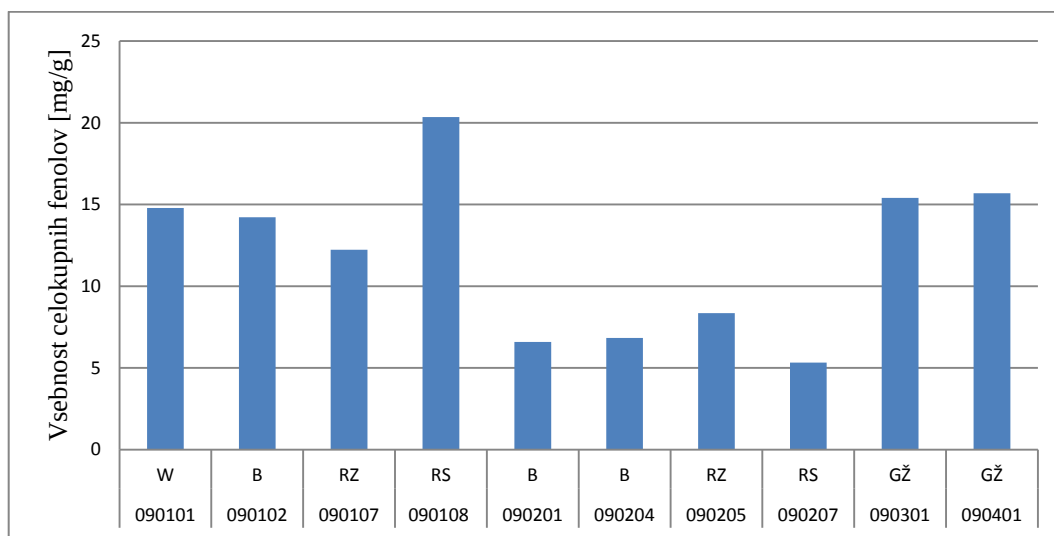
Slika 56: Navadna bukev (*Fagus sylvatica*), rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Vsebnost lipofilnih ekstraktivov v kolotu z mehansko poškodbo in v zgornjem kolotu, ki je vseboval samo rdeče srce. Šestmestna številka pod oznako tkiva je številka vzorca. W – poranitveni les, B – beljava, RZ – reakcijska cona, RS – rdeče srce, GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.

Največji delež lipofilnih ekstraktivov pri vzorcih z diskoloracijo je bil v RZ (10,51 mg/g) in najmanjši v B (7,50 mg/g). Pri mehansko poškodovanih vzorcih pa največji v RZ (19,01 mg/g), najmanjši pa v W (7,50 mg/g).



Slika 57: Navadna bukev (*Fagus sylvatica*), rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Vsebnost hidrofilnih ekstraktivov v kolotu z mehansko poškodbo in v zgornjem kolotu, ki je vseboval samo rdeče srce. Šestmestna številka pod oznako tkiva je številka vzorca. W – poranitveni les, B – beljava, RZ – reakcijska cona, RS – rdeče srce, GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.

Pri vzorcih mehanske poškodbe je bil delež hidrofilnih ekstraktivov najmanjši v W (26,02 mg/g) in največji v RS (65,04 mg/g). Najmanjši delež hidrofilnih ekstraktivov pri vzorcih z diskoloracijo je bil B (27,10 mg/g), največji delež pa v RZ (48,05 mg/g).

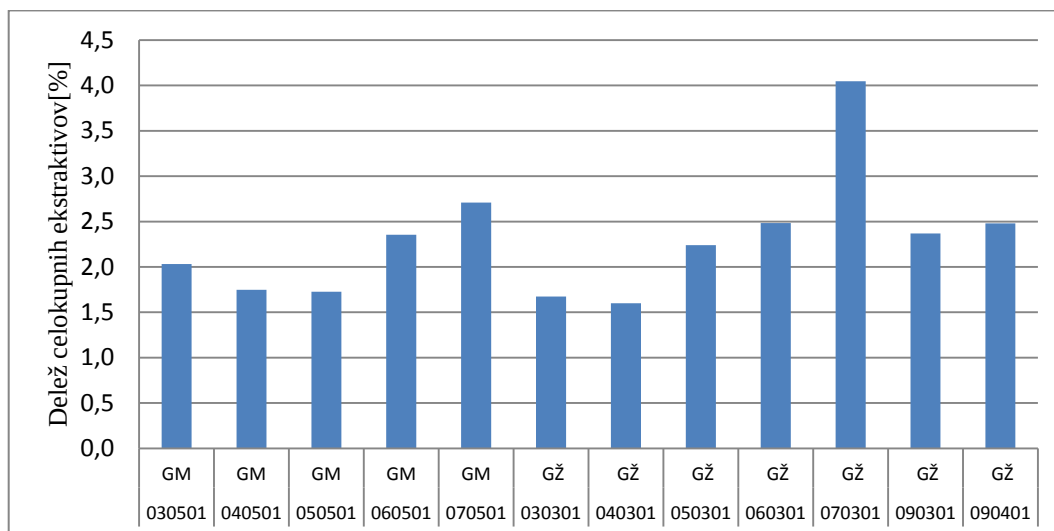


Slika 58: Navadna bukev (*Fagus sylvatica*), rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Vsebnost celokupnih fenolov v kolotu z mehansko poškodbo in v zgornjem kolotu, ki je vseboval samo rdeče srce. Šestmestna številka pod oznako tkiva je številka vzorca. W – poranitveni les, B – beljava, RZ – reakcijska cona, RS – rdeče srce, GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.

Pri vzorcih z diskoloracijo je bila vsebnost celokupnih fenolov največja v RZ (8,36 mg/g) in najmanjša v RS (5,33 mg/g). V vzorcih z mehansko poškodbo pa je bila največja vsebnost celokupnih fenolov v RS (20,35 mg/g), najmanjša pa v RZ (12,23 mg/g).

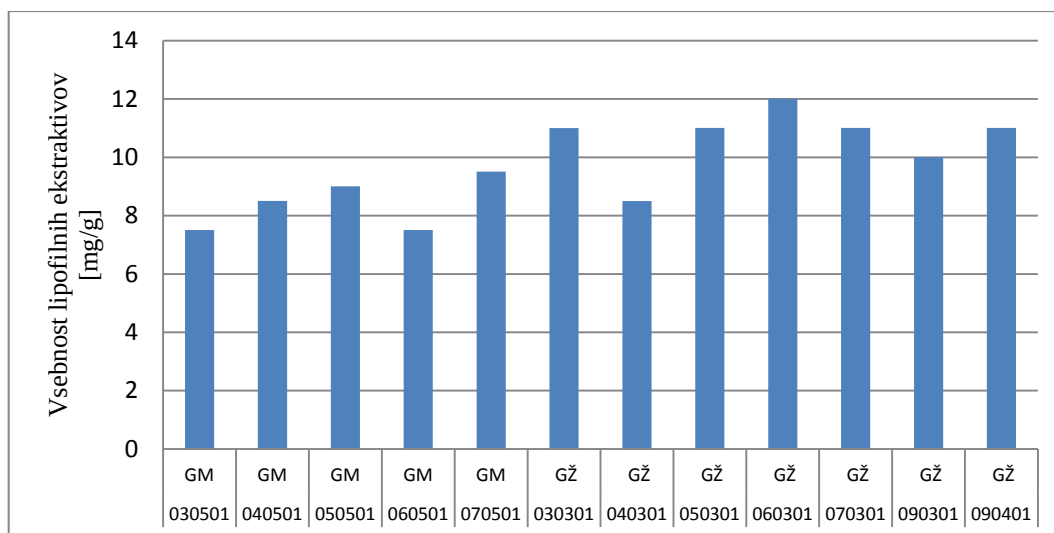
4.1.7 Delež ekstraktivnih snovi in celokupnih fenolov v lesu mrtve grče in žive grče

Na slikah 59, 60, 61 in 62 so prikazane vsebnosti hidrofilnih in lipofilnih ekstraktivov za preiskane mrtve in žive grče.



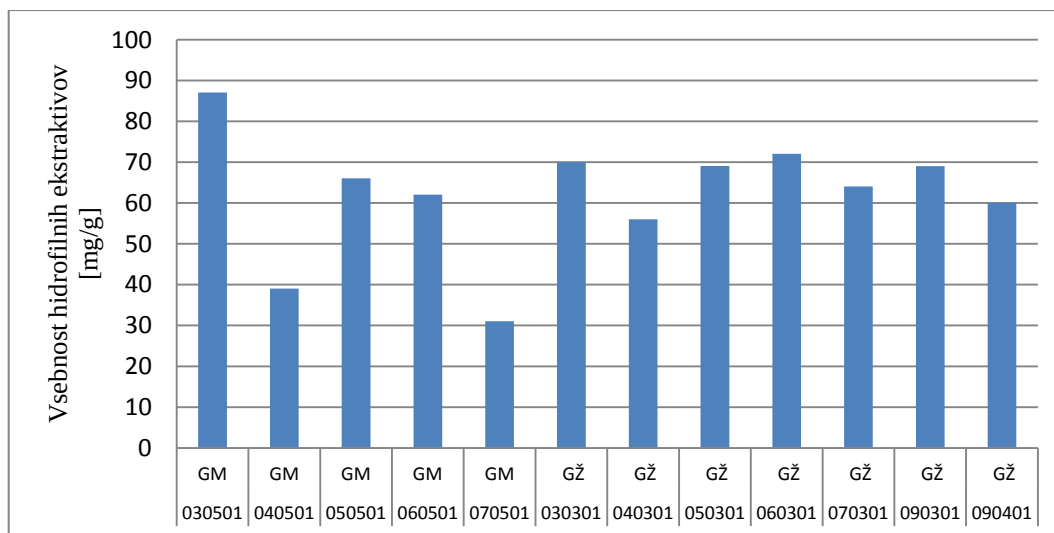
Slika 59: Navadna bukev (*Fagus sylvatica*), rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Vsebnost ekstraktibilnih snovi v lesu živih in mrtvih grč. Šestmestna številka pod oznako tkiva je številka vzorca. GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.

Največji delež ekstraktivov je imela mrtva grča (GM) 070501 (2,71 %), najmanjši delež pa GM 050501 (1,73 %). Vsebnost celokupnih ekstraktivov pri živih grčah pa je bila največja v živi grči (GŽ) 070301 (4,05 %) in najmanjša v GŽ 040301 (1,60 %).



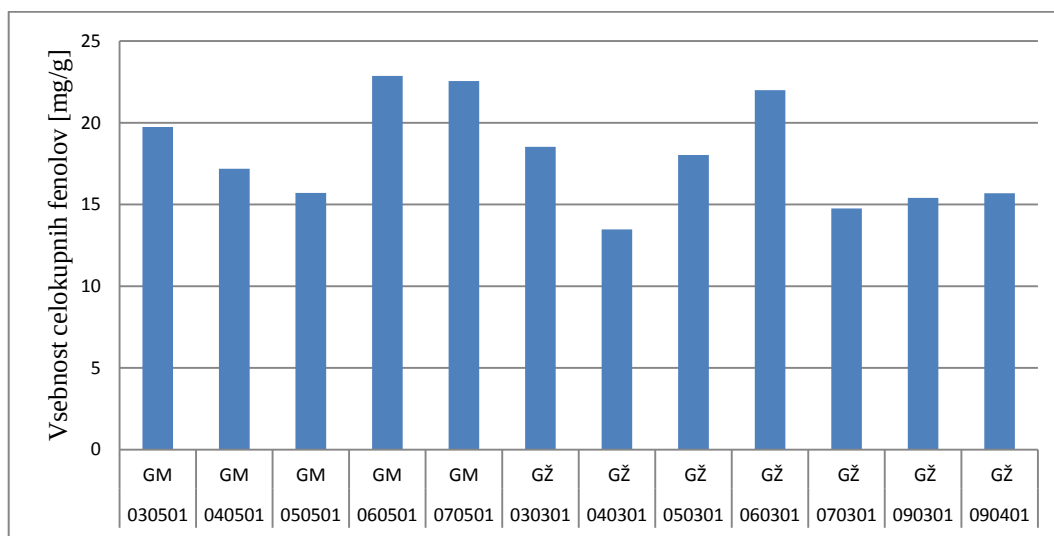
Slika 60: Navadna bukev (*Fagus sylvatica*), rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Vsebnost lipofilnih ekstraktivov v lesu živih in mrtvih grč. Šestmestna številka pod oznako tkiva je številka vzorca. GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.

Največji delež lipofilnih ekstraktivov je imela GM 070501 (9,51 mg/g), najmanjši delež pa GM 030501 (7,50 mg/g). Vsebnost lipofilnih ekstraktivov pri živih grčah pa je bila največja v GŽ 060301 (12,01 mg/g) in najmanjša v GŽ 040301 (8,50 mg/g).



Slika 61: Navadna bukev (*Fagus sylvatica*), rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Vsebnost hidrofilnih ekstraktivov v lesu živih in mrtvih grč. Šestmestna številka pod oznako tkiva je številka vzorca. GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.

Najmanjši delež hidrofilnih ekstraktivov je imela GM 070501 (31,03 mg/g), največji delež pa GM 030501 (87,06 mg/g). Vsebnost hidrofilnih ekstraktivov pri živih grčah pa je bila največja v GŽ 040301 (56,01 mg/g) in najmanjša v GŽ 060301 (27,06 mg/g).



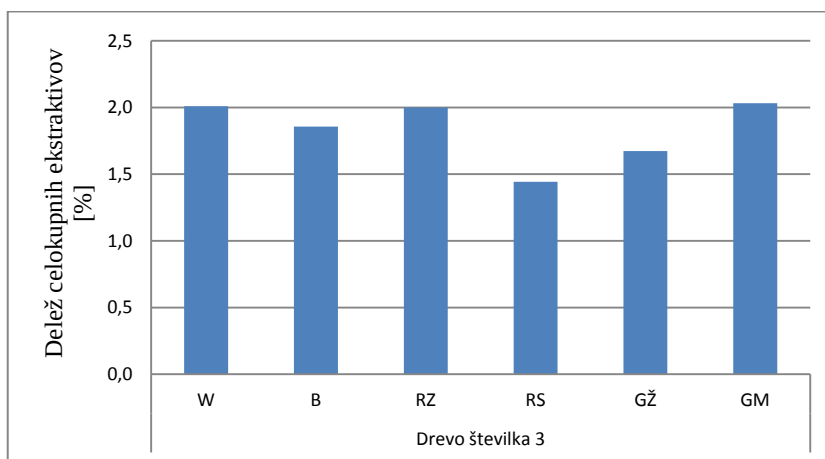
Slika 62: Navadna bukev (*Fagus sylvatica*), rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Vsebnost celokupnih fenolov v lesu živih in mrtvih grč. Šestmestna številka pod oznako tkiva je številka vzorca. GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.

Največji delež celokupnih fenolov je imela GŽ 060301 (21,99 mg/g), najmanjši delež pa GŽ 040301 (13,47 mg/g). Vsebnost celokupnih fenolov pri mrtvih grčah pa je bila največja v GM 060501 (22,87 mg/g) in najmanjša v GM 050501 (15,71 mg/g).

4.2 POVPREČJA EKSTRAKTIVNIH SNOVI IN CELOKUPNIH FENOLOV

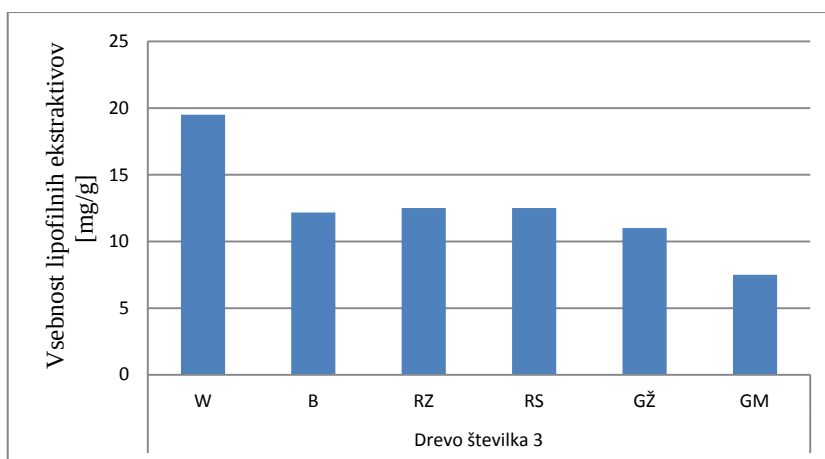
4.2.1 Povprečja ekstraktivnih snovi in celokupnih fenolov v lesu drevesa št. 3

Na slikah 63, 64, 65 in 66 so prikazane povprečja vsebnosti hidrofilnih in lipofilnih ekstraktivov za preučevano drevo št. 3.



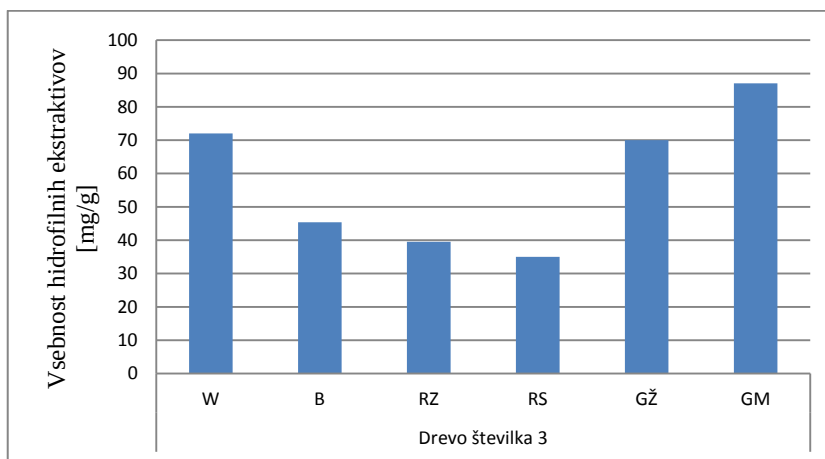
Slika 63: Drevo številka 3, rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Vsebnost ekstraktibilnih snovi v kolutu z mehansko poškodbo in v zgornjem kolutu, ki je vseboval samo rdeče srce, ter v živih in mrtvih grčah. W – poranitveni les, B – beljava, RZ – reakcijska cona, RS – rdeče srce, GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.

Največje povprečje pri deležu ekstraktivov je bilo v vzorcu GM (2,03 %) in najmanjše povprečje v vzorcu RS (1,44 %).



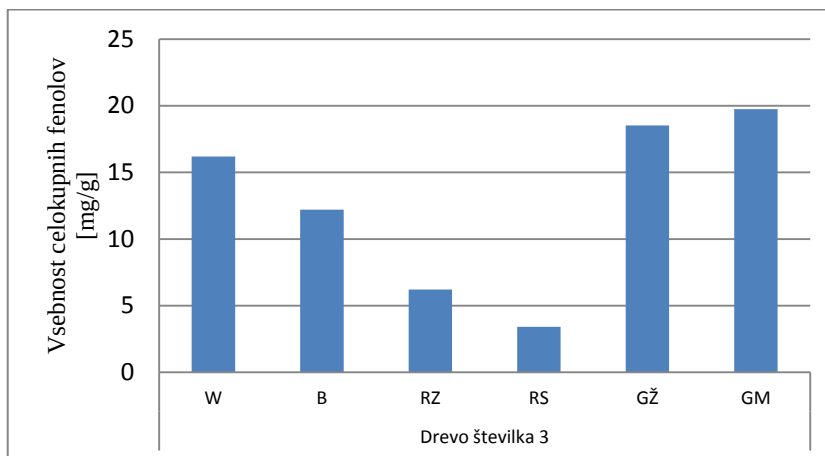
Slika 64: Drevo številka 3, rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Vsebnost lipofilnih ekstraktivov v kolutu z mehansko poškodbo in v zgornjem kolutu, ki je vseboval samo rdeče srce, ter v živih in mrtvih grčah. W – poranitveni les, B – beljava, RZ – reakcijska cona, RS – rdeče srce, GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.

Največje povprečje pri deležu lipofilnih ekstraktivov je bilo v vzorcu W (19,51 mg/g), najmanjše povprečje pa v vzorcu GM (7,50 mg/g).



Slika 65: Drevo številka 3, rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Vsebnost hidrofilnih ekstraktivov v kolotu z mehansko poškodbo in v zgornjem kolotu, ki je vseboval samo rdeče srce, ter v živih in mrtvih grčah. W – poranitveni les, B – beljava, RZ – reakcijska cona, RS – rdeče srce, GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.

Največji delež hidrofilnih ekstraktivov je bil v GM (87,06 mg/g), najmanjše povprečje pa v RS (35,02 mg/g).

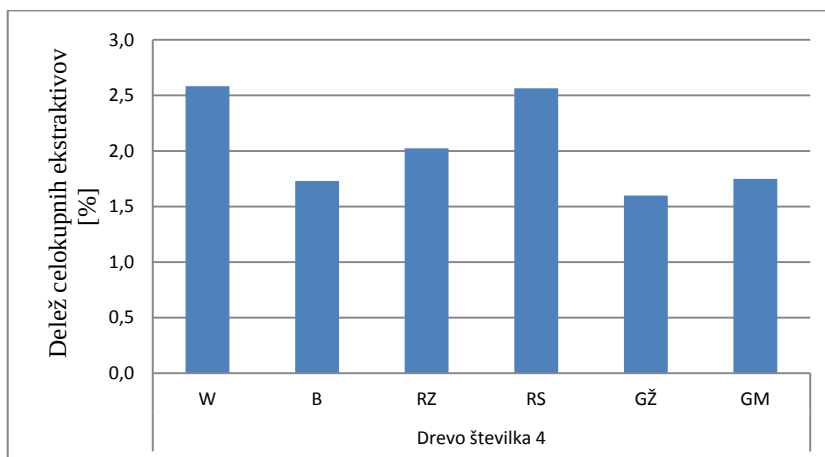


Slika 66: Drevo številka 3, rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Vsebnost celokupnih fenolov v kolotu z mehansko poškodbo in v zgornjem kolotu, ki je vseboval samo rdeče srce, ter v živih in mrtvih grčah. W – poranitveni les, B – beljava, RZ – reakcijska cona, RS – rdeče srce, GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.

Največje povprečje pri deležu celokupnih fenolov je bilo v GM (19,75 mg/g) in najmanjše v RS (3,42 mg/g).

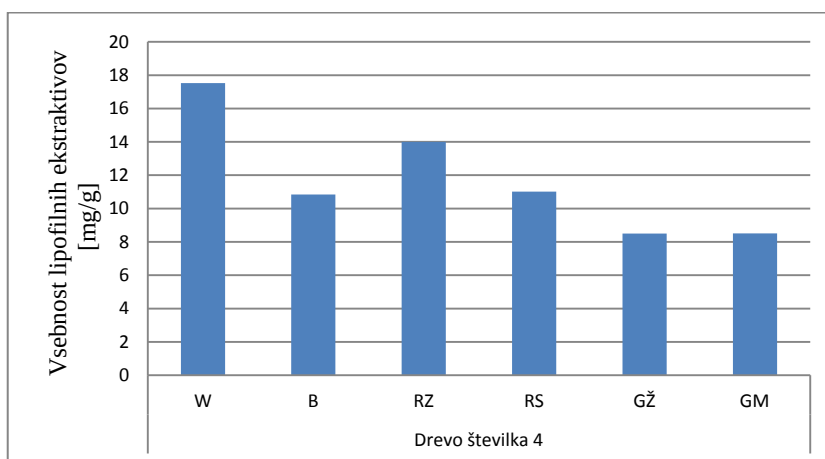
4.2.2 Povprečja ekstraktivnih snovi in celokupnih fenolov v lesu drevesa št. 4

Na slikah 67, 68, 69 in 70 so prikazane povprečja vsebnosti hidrofilnih in lipofilnih ekstraktivov za preučevano drevo št. 4.



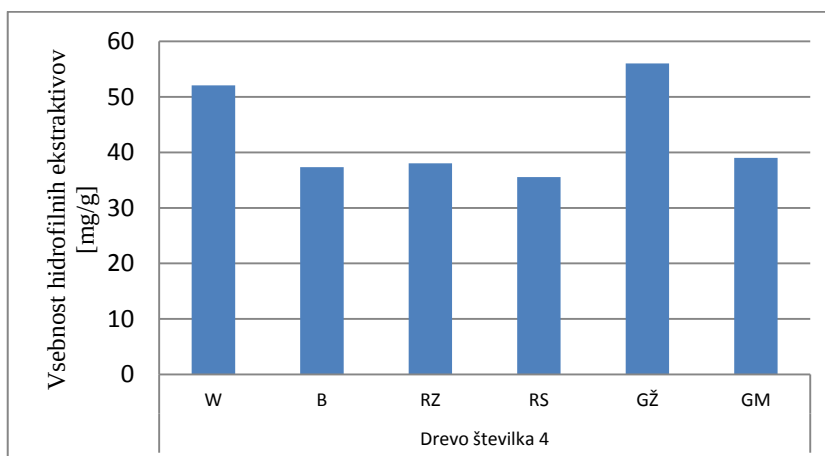
Slika 67: Drevo številka 4, rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Vsebnost ekstraktivnih snovi v kolotu z mehansko poškodbo in v zgornjem kolotu, ki je vseboval samo rdeče srce, ter v živih in mrtvih grčah. W – poranitveni les, B – beljava, RZ – reakcijska cona, RS – rdeče srce, GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.

Najmanjše povprečje pri deležu ekstraktivov je bilo v GŽ (1,60 %), največje povprečje pa v W (2,58 %).



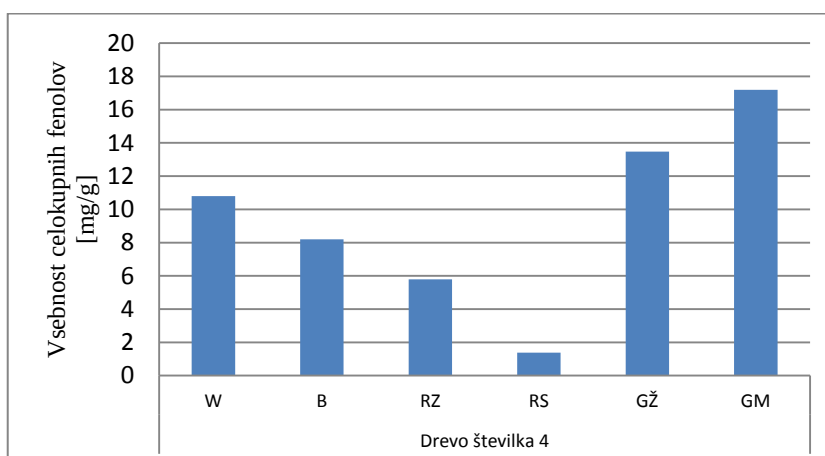
Slika 68: Drevo številka 4, rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Vsebnost lipofilnih ekstraktivov v kolotu z mehansko poškodbo in v zgornjem kolotu, ki je vseboval samo rdeče srce, ter v živih in mrtvih grčah. W – poranitveni les, B – beljava, RZ – reakcijska cona, RS – rdeče srce, GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.

Najmanjše povprečje lipofilnih ekstraktivov je bilo v GŽ (8,50 mg/g), največje pa v W (17,53 mg/g).



Slika 69: Drevo številka 4, rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Vsebnost hidrofilnih ekstraktivov v kolotu z mehansko poškodbo in v zgornjem kolotu, ki je vseboval samo rdeče srce, ter v živih in mrtvih grčah. W – poranitveni les, B – beljava, RZ – reakcijska cona, RS – rdeče srce, GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.

Najmanjše povprečje hidrofilnih ekstraktivov je bilo v vzorcu RS (35,54 mg/g), največje povprečje pa v vzorcu GŽ (56,01 mg/g).

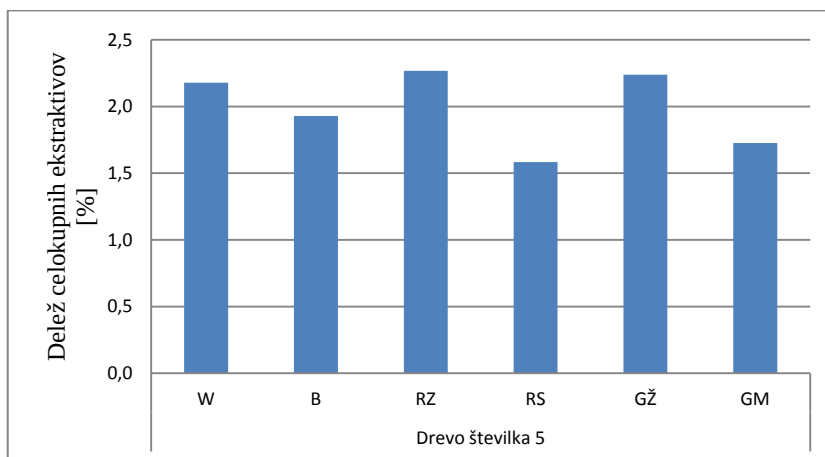


Slika 70: Drevo številka 4, rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Vsebnost celokupnih fenolov v kolotu z mehansko poškodbo in v zgornjem kolotu, ki je vseboval samo rdeče srce, ter v živih in mrtvih grčah. W – poranitveni les, B – beljava, RZ – reakcijska cona, RS – rdeče srce, GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.

Najmanjše povprečje pri celokupnih fenolih je bil v RS (1,39 mg/g), največje pa v GM (17,19 mg/g).

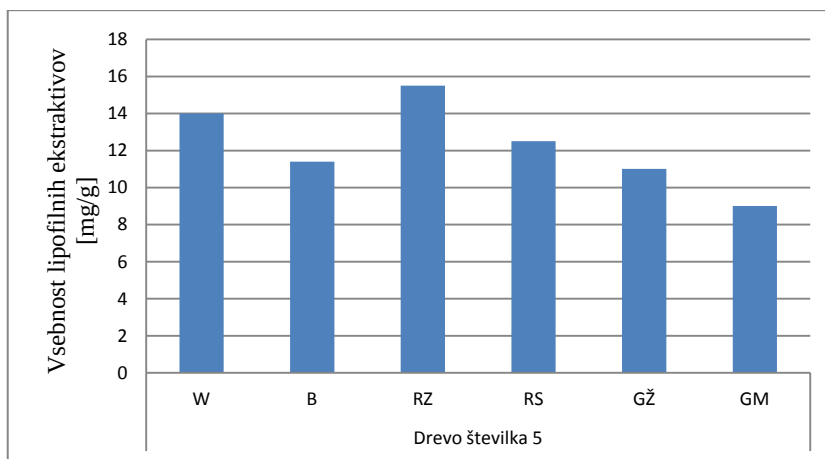
4.2.3 Povprečja ekstraktivnih snovi in celokupnih fenolov v lesu drevesa št. 5

Na slikah 71, 72, 73 in 74 so prikazane povprečja vsebnosti hidrofilnih in lipofilnih ekstraktivov za preučevano drevo št. 5.



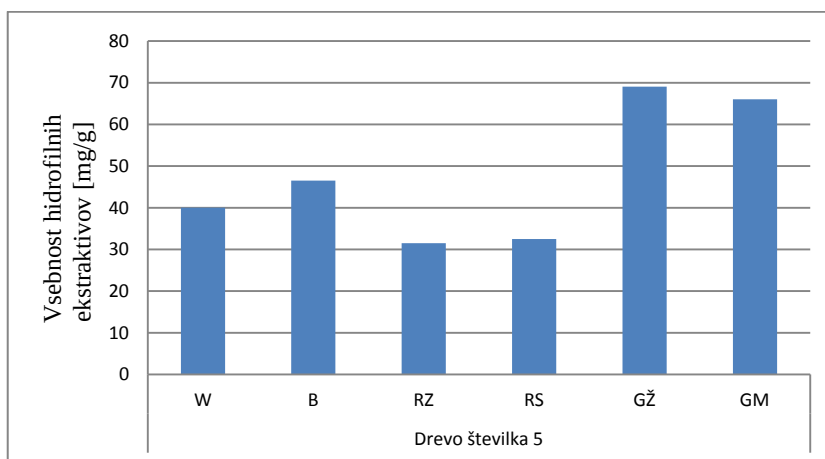
Slika 71: Drevo številka 5, rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Vsebnost ekstraktibilnih snovi v kolotu z mehansko poškodbo in v zgornjem kolotu, ki je vseboval samo rdeče srce, ter v živih in mrtvih grčah. W – poranitveni les, B – beljava, RZ – reakcijska cona, RS – rdeče srce, GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.

Največje povprečje pri deležu ekstraktivov je bilo v RZ (2,27 %), najmanjše pa v RS (1,58 %).



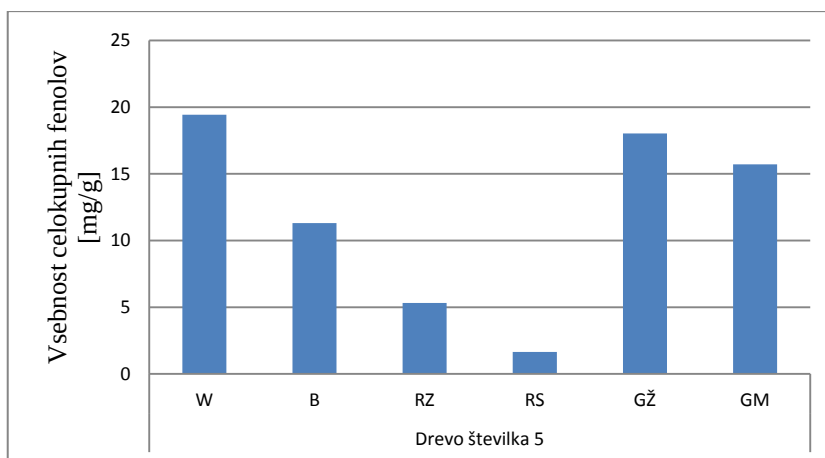
Slika 72: Drevo številka 5, rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Vsebnost lipofilnih ekstraktivov v kolotu z mehansko poškodbo in v zgornjem kolotu, ki je vseboval samo rdeče srce, ter v živih in mrtvih grčah. W – poranitveni les, B – beljava, RZ – reakcijska cona, RS – rdeče srce, GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.

Največje povprečje lipofilnih ekstraktivov je bilo v RZ (15,51 mg/g), najmanjše pa v GM (9,00 mg/g).



Slika 73: Drevo številka 5, rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Vsebnost hidrofilnih ekstraktivov v kolotu z mehansko poškodbo in v zgornjem kolotu, ki je vseboval samo rdeče srce, ter v živih in mrtvih grčah. W – poranitveni les, B – beljava, RZ – reakcijska cona, RS – rdeče srce, GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.

Pri hidrofilnih ekstraktivih je bilo največje povprečje v vzorcu GŽ (69,06 mg/g), najmanjše pa v RZ (31,51 mg/g).

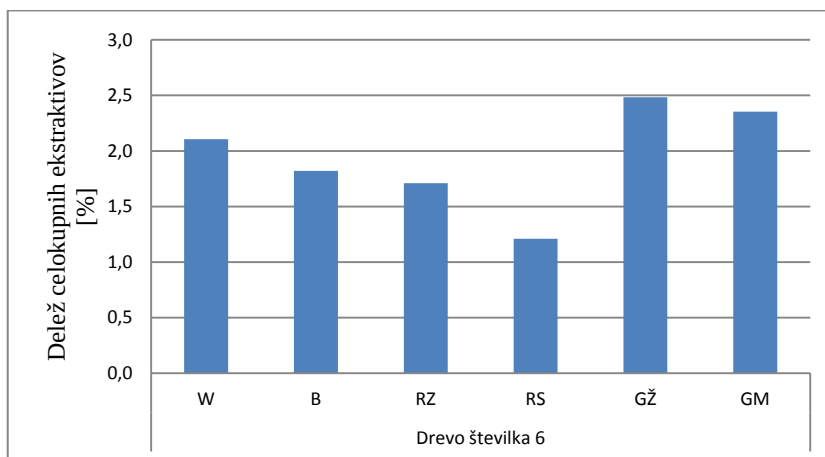


Slika 74: Drevo številka 5, rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Vsebnost celokupnih fenolov v kolotu z mehansko poškodbo in v zgornjem kolotu, ki je vseboval samo rdeče srce, ter v živih in mrtvih grčah. W – poranitveni les, B – beljava, RZ – reakcijska cona, RS – rdeče srce, GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.

Največje povprečje pri deležu celokupnih fenolov je bilo v vzorcu W (19,43 mg/g), najmanjše povprečje pa v vzorcu RS (1,65 mg/g).

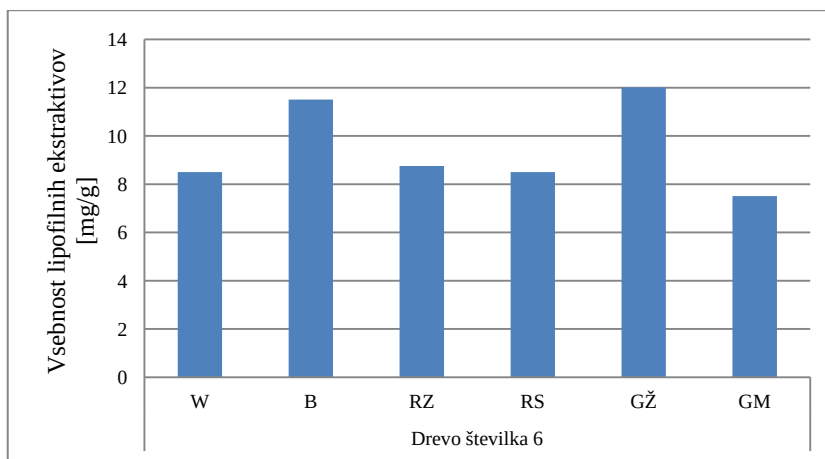
4.2.4 Povprečja ekstraktivnih snovi in celokupnih fenolov v lesu drevesa št. 6

Na slikah 75, 76, 77 in 78 so prikazane povprečja vsebnosti hidrofilnih in lipofilnih ekstraktivov za preučevano drevo št. 6.



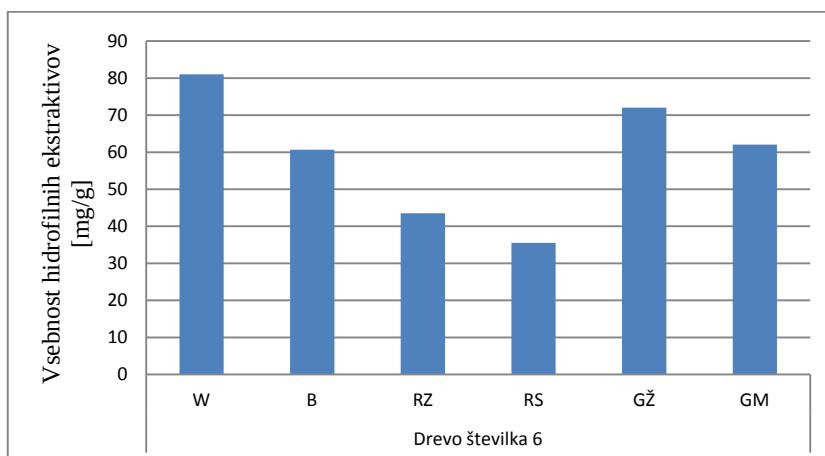
Slika 75: Drevo številka 6, rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Vsebnost ekstraktibilnih snovi v kolotu z mehansko poškodbo in v zgornjem kolotu, ki je vseboval samo rdeče srce, ter v živih in mrtvih grčah. W – poranitveni les, B – beljava, RZ – reakcijska cona, RS – rdeče srce, GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.

Največje povprečje ekstraktivov je bilo v vzorcu GŽ (2,48 %), najmanjše pa v vzorcu RS (1,21 %).



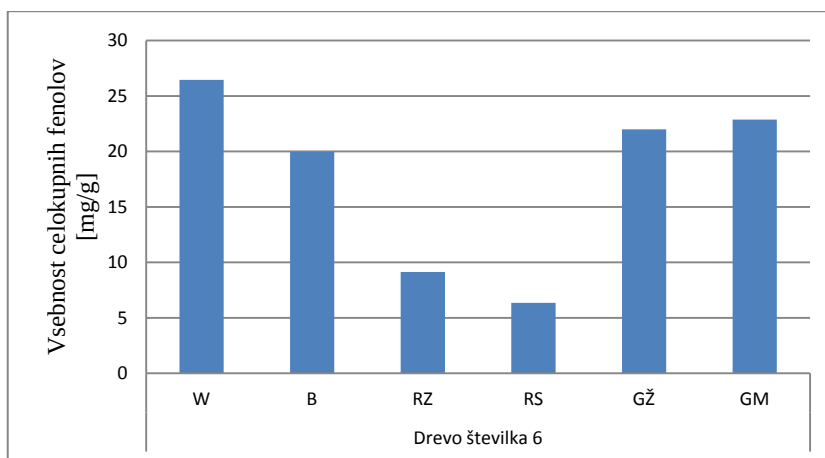
Slika 76: Drevo številka 6, rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Vsebnost lipofilnih ekstraktivov v kolotu z mehansko poškodbo in v zgornjem kolotu, ki je vseboval samo rdeče srce, ter v živih in mrtvih grčah. W – poranitveni les, B – beljava, RZ – reakcijska cona, RS – rdeče srce, GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.

Najmanjše povprečje lipofilnih ekstraktivov je bilo v vzorcu GM (7,51 mg/g), največje pa v vzorcu GŽ (12,01 mg/g).



Slika 77: Drevo številka 6, rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Vsebnost hidrofilnih ekstraktivov v kolotu z mehansko poškodbo in v zgornjem kolotu, ki je vseboval samo rdeče srce, ter v živih in mrtvih grčah. W – poranitveni les, B – beljava, RZ – reakcijska cona, RS – rdeče srce, GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.

Največje povprečje hidrofilnih ekstraktivov je bilo v vzorcu W (81,04 mg/g), najmanjše povprečje pa v vzorcu RS (35,51 mg/g).

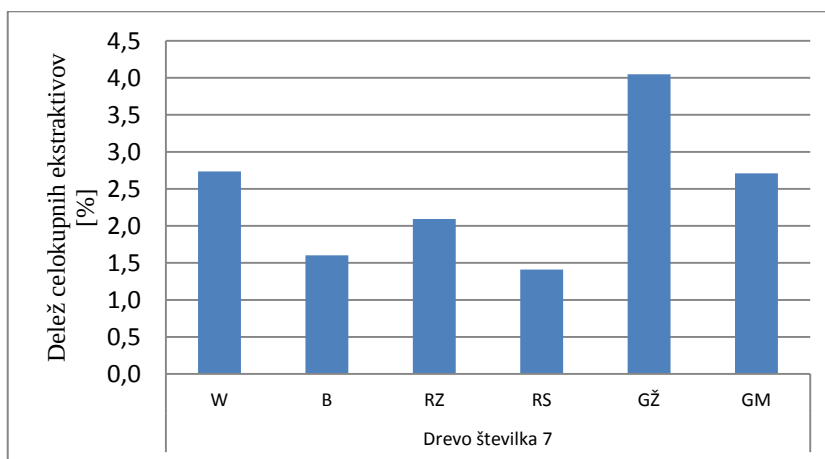


Slika 78: Drevo številka 6, rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Vsebnost celokupnih fenolov v kolotu z mehansko poškodbo in v zgornjem kolotu, ki je vseboval samo rdeče srce, ter v živih in mrtvih grčah. W – poranitveni les, B – beljava, RZ – reakcijska cona, RS – rdeče srce, GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.

Največje povprečje celokupnih fenolov je bilo v vzorcu W (26,46 mg/g), najmanjše pa v vzorcu RS (6,36 mg/g).

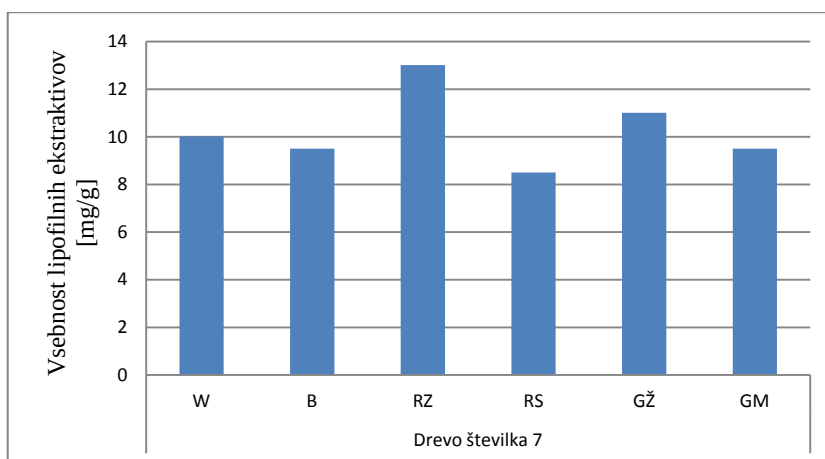
4.2.5 Povprečja ekstraktivnih snovi in celokupnih fenolov v lesu drevesa št. 7

Na slikah 79, 80, 81 in 82 so prikazane povprečja vsebnosti hidrofilnih in lipofilnih ekstraktivov za preučevano drevo št. 7.



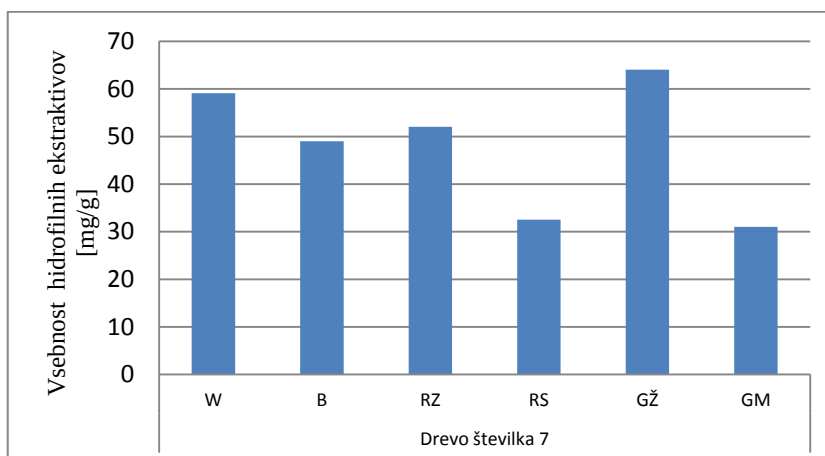
Slika 79: Drevo številka 7, rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Vsebnost ekstraktibilnih snovi v kolotu z mehansko poškodbo in v zgornjem kolotu, ki je vseboval samo rdeče srce, ter v živih in mrtvih grčah. W – poranitveni les, B – beljava, RZ – reakcijska cona, RS – rdeče srce, GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.

Najmanjše povprečje ekstraktivov je bilo v RS (1,41 %), največje povprečje pa v vzorcu GŽ (4,05 %).



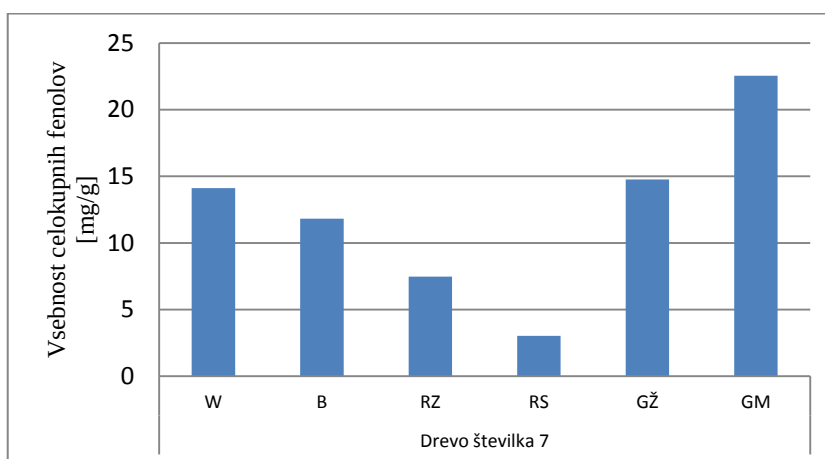
Slika 80: Drevo številka 7, rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Vsebnost lipofilnih ekstraktivov v kolotu z mehansko poškodbo in v zgornjem kolotu, ki je vseboval samo rdeče srce, ter v živih in mrtvih grčah. W – poranitveni les, B – beljava, RZ – reakcijska cona, RS – rdeče srce, GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.

Največje povprečje lipofilnih ekstraktivov je bilo v vzorcu RZ (13,01 mg/g), najmanjše pa v vzorcu RS (8,51 mg/g).



Slika 81: Drevo številka 7, rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Vsebnost hidrofilnih ekstraktivov v kolotu z mehansko poškodbo in v zgornjem kolotu, ki je vseboval samo rdeče srce, ter v živih in mrtvih grčah. W – poranitveni les, B – beljava, RZ – reakcijska cona, RS – rdeče srce, GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.

Največje povprečje hidrofilni ekstraktivov je bilo v vzorcu GŽ (64,05 mg/g), najnižje pa v vzorcu GM (31,01 mg/g).

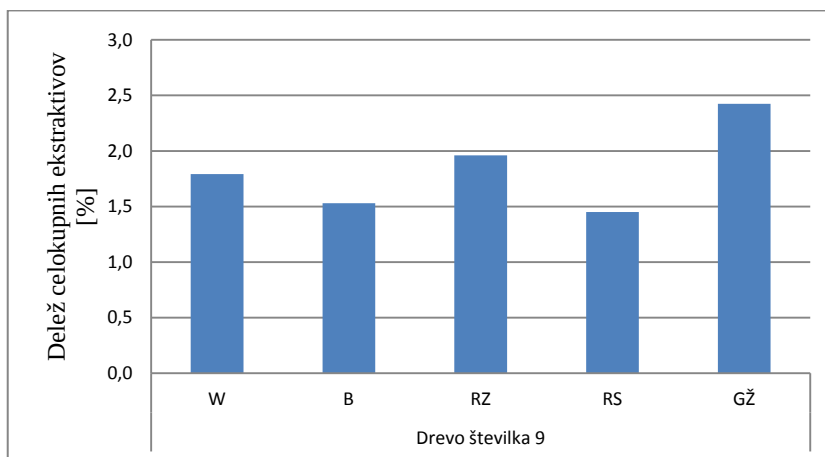


Slika 82: Drevo številka 7, rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Vsebnost celokupnih fenolov v kolotu z mehansko poškodbo in v zgornjem kolotu, ki je vseboval samo rdeče srce, ter v živih in mrtvih grčah. W – poranitveni les, B – beljava, RZ – reakcijska cona, RS – rdeče srce, GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.

Najmanjše povprečje celokupnih fenolov je bilo v vzorcu RS (3,03 mg/g), največje povprečje pa v vzorcu GM (22,55 mg/g).

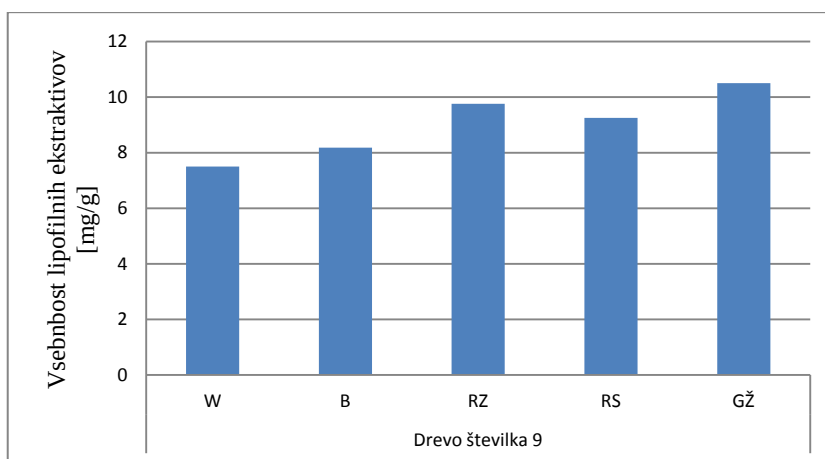
4.2.6 Povprečja ekstraktivnih snovi in celokupnih fenolov v lesu drevesa št. 9

Na slikah 83, 84, 85 in 86 so prikazane povprečja vsebnosti hidrofilnih in lipofilnih ekstraktivov za preučevano drevo št. 9.



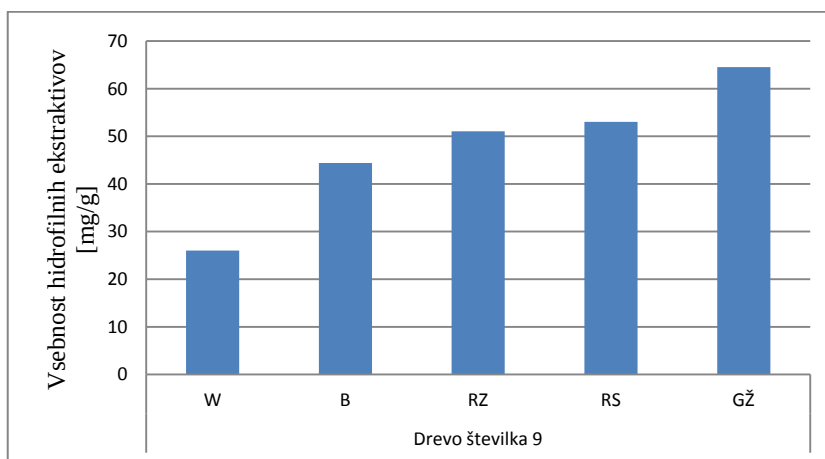
Slika 83: Drevo številka 9, rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Vsebnost ekstraktivnih snovi v kolotu z mehansko poškodbo in v zgornjem kolotu, ki je vseboval samo rdeče srce, ter v živih in mrtvih grčah. W – poranitveni les, B – beljava, RZ – reakcijska cona, RS – rdeče srce, GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.

Največje povprečje ekstraktivov je bilo v vzorcu GŽ (2,42 %) in najmanjše v vzorcu RS (1,45 %).



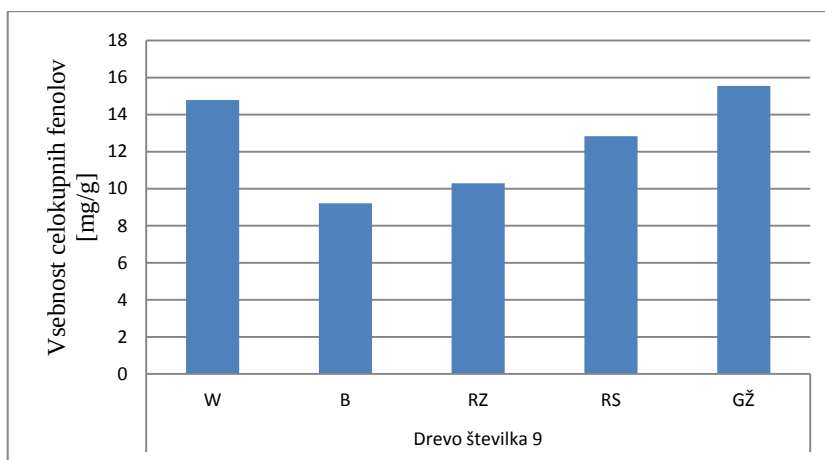
Slika 84: Drevo številka 9, rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Vsebnost lipofilnih ekstraktivov v kolotu z mehansko poškodbo in v zgornjem kolotu, ki je vseboval samo rdeče srce, ter v živih in mrtvih grčah. W – poranitveni les, B – beljava, RZ – reakcijska cona, RS – rdeče srce, GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.

Največje povprečje lipofilnih ekstraktivov je bilo v vzorcu GŽ (10,51 mg/g), najmanjše pa v vzorcu W (7,50 mg/g).



Slika 85: Drevo številka 9, rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Vsebnost hidrofilnih ekstraktivov v kolotu z mehansko poškodbo in v zgornjem kolotu, ki je vseboval samo rdeče srce, ter v živih in mrtvih grčah. W – poranitveni les, B – beljava, RZ – reakcijska cona, RS – rdeče srce, GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.

Najmanjše povprečje hidrofilnih ekstraktivov je bilo v vzorcu W (26,02 mg/g), največje povprečje pa v vzorcu GŽ (64,53 mg/g).

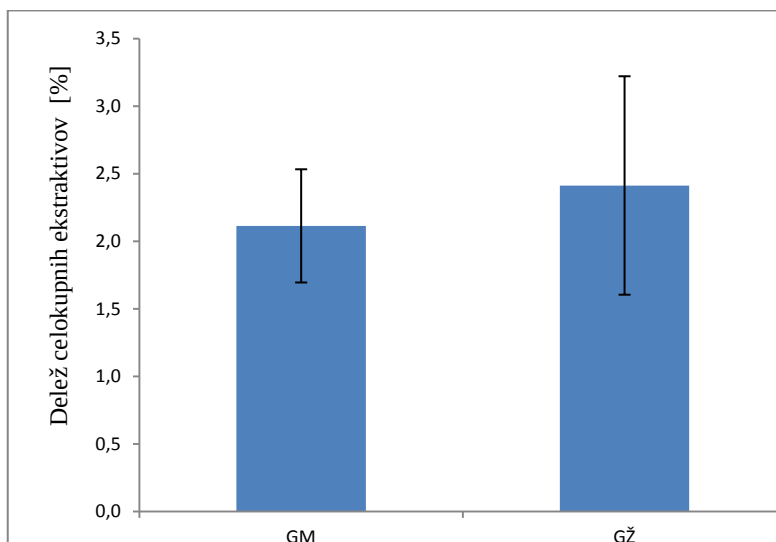


Slika 86: Drevo številka 9, rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Vsebnost celokupnih fenolov v kolotu z mehansko poškodbo in v zgornjem kolotu, ki je vseboval samo rdeče srce, ter v živih in mrtvih grčah. W – poranitveni les, B – beljava, RZ – reakcijska cona, RS – rdeče srce, GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.

Najmanjše povprečje celokupnih fenolov je bilo v vzorcih B (9,21 mg/g), največje pa v vzorcih GŽ (15,55 mg/g).

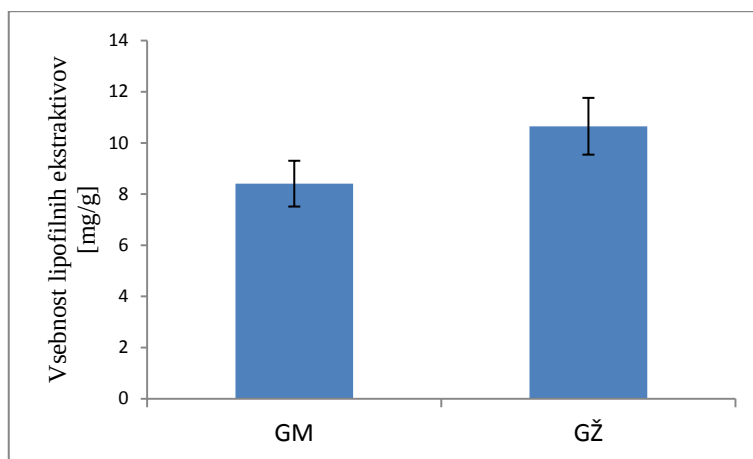
4.3 POVPREČJA ZA MRTVE IN ŽIVE GRČE

Primerjava vsebnosti ekstraktivov pri živih in mrtvih grčah vseh preučevanih dreves je prikazana na slikah 87, 88, 89 in 90.

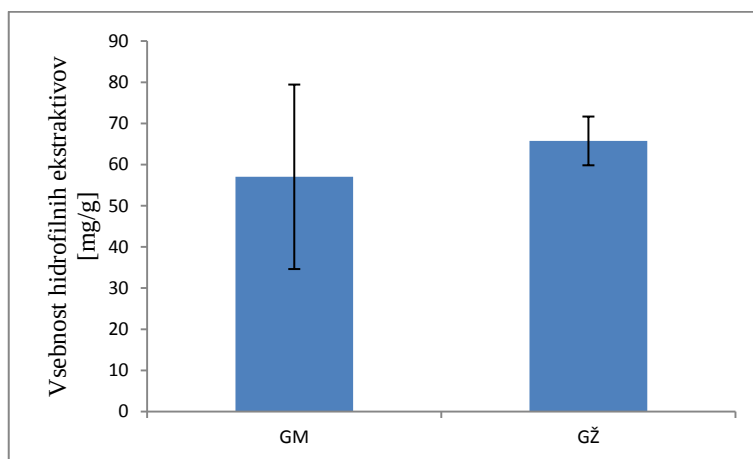


Slika 87: Navadna bukev (*Fagus sylvatica*), rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Delež ekstraktivov za mrtve in žive grče za vsa preučevana drevesa. GŽ – živa grča, GM – mrtva grča. Na histogramih je prikazana tudi standardna deviacija (SD).

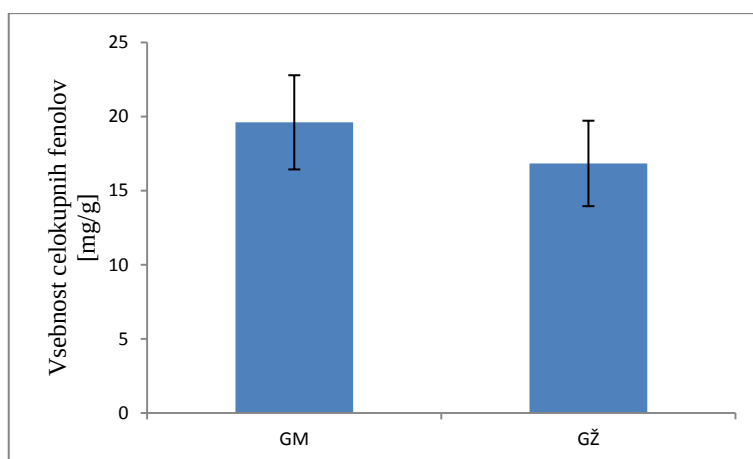
Na sliki 87 je prikazana vsebnost vseh ekstraktivov, ki kaže podobno zakonitost tudi v primeru lipofilnih in hidrofilnih ekstraktivov. V vseh primerih žive grče vsebujejo več ekstraktivov, kot pa mrtve grče (slika 88, 89, 90).



Slika 88: Navadna bukev (*Fagus sylvatica*), rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Delež lipofilnih ekstraktivov za mrtve in žive grče za vsa preučevana drevesa. GŽ – živa grča, GM – mrtva grča. Na histogramih je prikazana tudi standardna deviacija (SD).



Slika 89: Navadna bukev (*Fagus sylvatica*), rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Delež hidrofilnih ekstraktivov za mrtve in žive grče za vsa preučevana drevesa. GŽ – živa grča, GM – mrtva grča. Na histogramih je prikazana tudi standardna deviacija (SD).

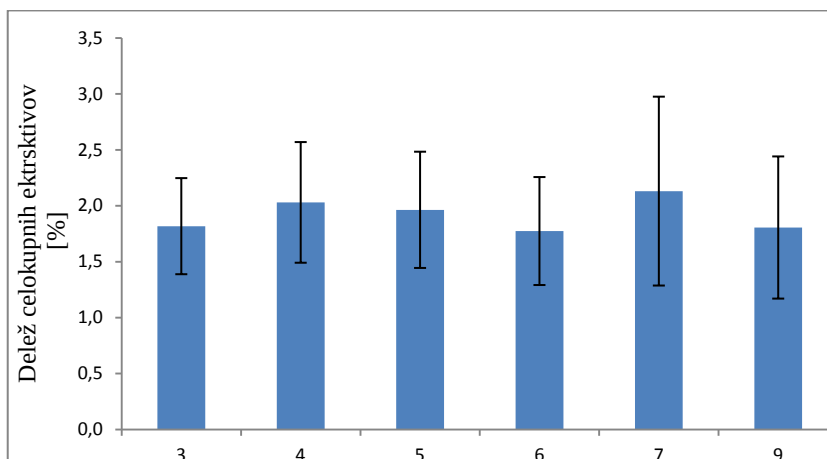


Slika 90: Navadna bukev (*Fagus sylvatica*), rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Delež celokupnih fenolov za mrtve in žive grče za vsa preučevana drevesa. GŽ – živa grča, GM – mrtva grča. Na histogramih je prikazana tudi standardna deviacija (SD).

Nekoliko drugačna pa je razporeditev celokupnih fenolov, saj mrtve grče vsebujejo več celokupnih fenolov kot pa žive grče.

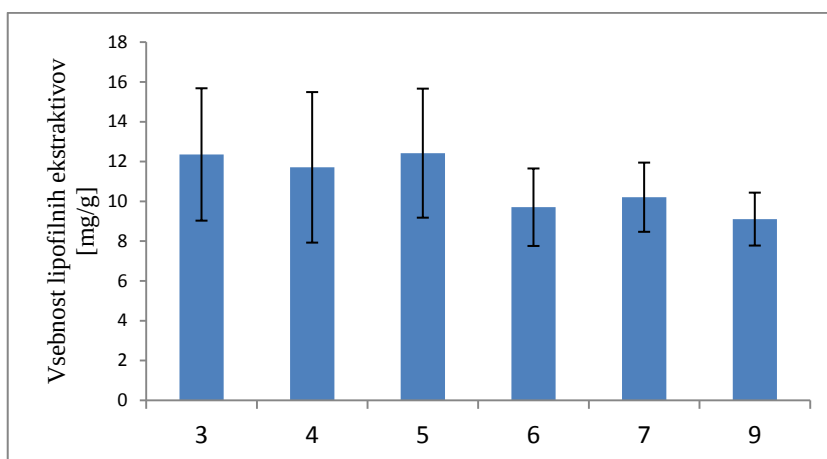
4.4 POVPREČJA ZA POSAMEZNO DREVO

Primerjava vsebnosti ekstraktivov za vsa preučevana drevesa je prikazana na slikah 91, 92, 93 in 94.



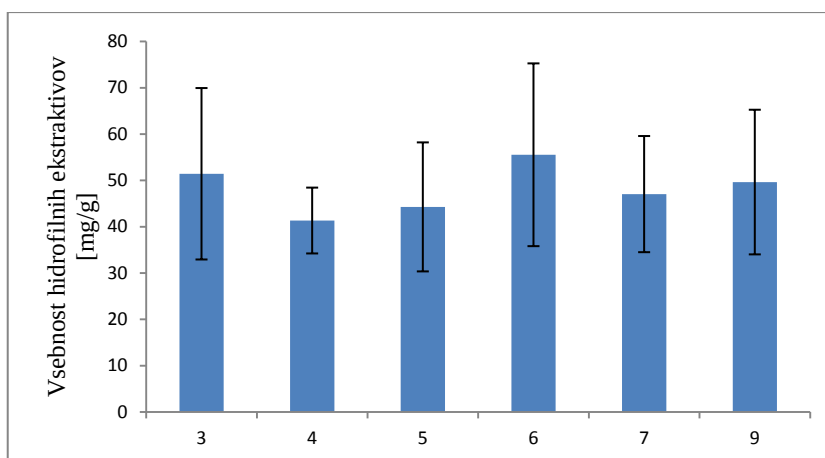
Slika 91: Navadna bukev (*Fagus sylvatica*), rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Povprečni deleži ekstraktivov v preiskovanih vzorcih posameznega drevesa. Številke pod povprečji so številke drevesa. Označena je standardna deviacija.

Pri deležu ekstraktivov ni bistvenih razlik med posameznimi drevesi, čeprav je imelo drevo št. 7 največ ekstraktivov (2,13 %), najmanj ekstraktivov pa drevo št. 6 (1,77 %).

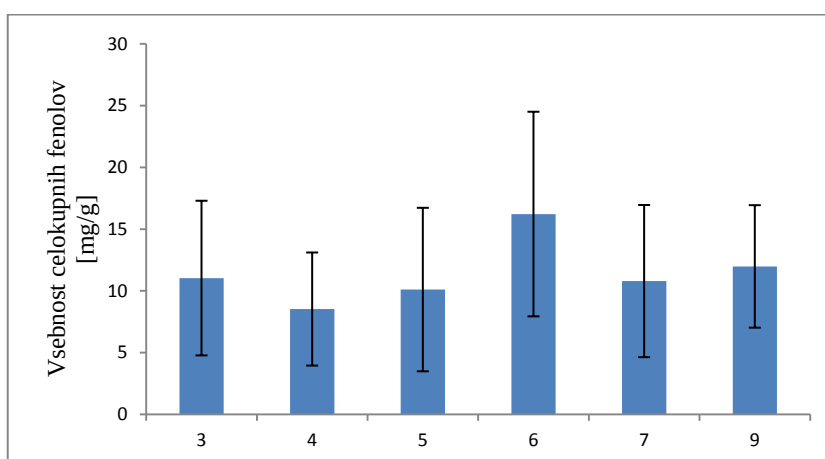


Slika 92: Navadna bukev (*Fagus sylvatica*), rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Povprečni deleži lipofilnih ekstraktivov v preiskovanih vzorcih posameznega drevesa. Številke pod povprečji so številke drevesa. Označena je standardna deviacija.

Porazdelitev lipofilnih ekstraktivov pa je nekoliko drugačna kot pri deležu celokupnih ekstraktivov. Zdi se, da drevesa št. 3, 4 in 5 tvorijo eno skupino in imajo nekoliko višjo vsebnost kot pa drevesa št. 6, 7 in 9, ki tvorijo drugo skupino in imajo nekoliko manjšo vsebnost lipofilnih ekstraktivov. Največjo vsebnost lipofilnih ekstraktivov je imelo drevo št. 5 (12,42 mg/g), najmanjšo vsebnost pa drevo št. 9 (9,11 mg/g).



Slika 93: Navadna bukev (*Fagus sylvatica*), rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Povprečni deleži hidrofilnih ekstraktivov v preiskovanih vzorcih posameznega drevesa. Številke pod povprečji so številke drevesa. Označena je standardna deviacija.

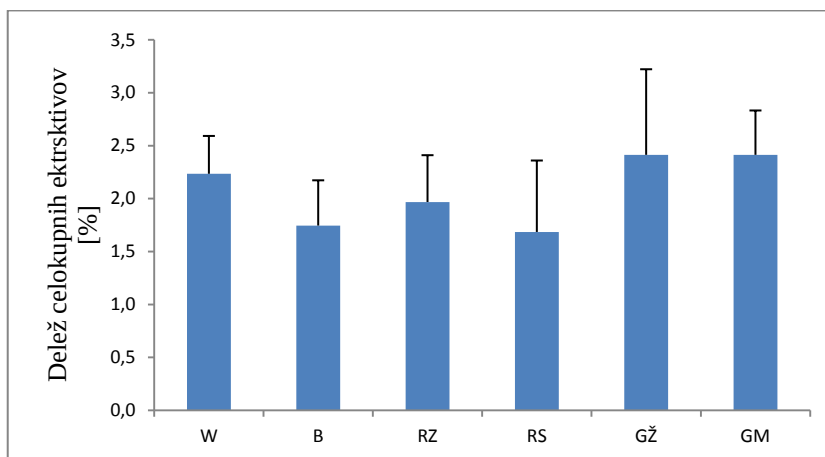


Slika 94: Navadna bukev (*Fagus sylvatica*), rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Povprečni deleži celokupnih fenolov v preiskovanih vzorcih posameznega drevesa. Številke pod povprečji so številke drevesa. Označena je standardna deviacija.

Hidrofilni ekstraktivi (slika 93) in celokupni fenoli (slika 94), kažejo podoben trend porazdelitve, saj jih je v obeh primerih največ v drevesu št. 6, sledita jima drevesa št. 3 in 9, nekoliko manj imata drevesa št. 5 in 7, najmanj hidrofilnih in celokupnih fenolov pa ima drevo št. 4.

4.5 POVPREČJA ZA PREUČEVANA TKIVA

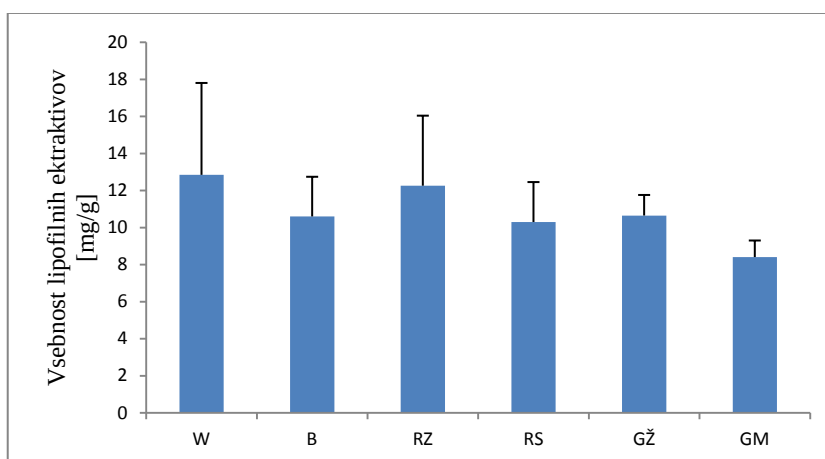
Na slikah 95, 96, 97 in 98 so prikazani deleži vseh ekstraktivov v preiskanih kategorijah lesa, ne glede na drevo.



Slika 95: Navadna bukev (*Fagus sylvatica*), rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Prikazuje delež vseh ekstraktivov v posamezni kategorijah lesa. W – poranitveni les, B – beljava, RZ – reakcijska cona, RS – rdeče srce, GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.

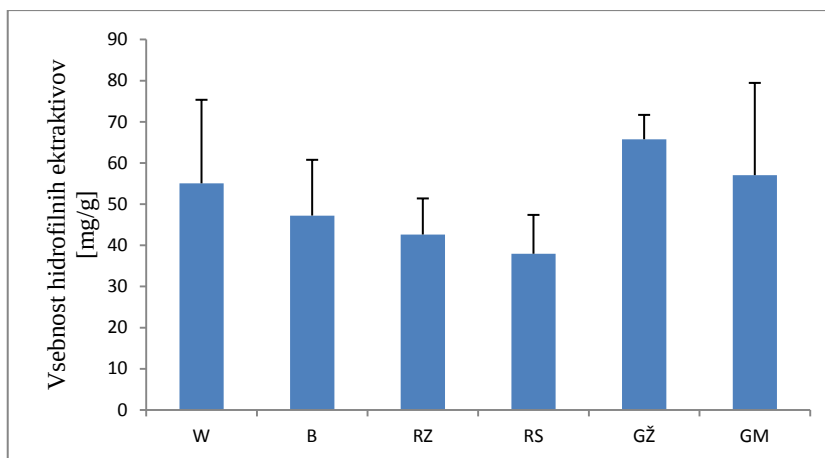
Največji delež ekstraktivov smo izmerili v mrtvih in živih grčah. Nekoliko manjši pa v poranitvenem lesu in v reakcijski coni. Beljava in rdeče srce imata primerljiv delež ekstrahiranih snovi.

Pregled lipofilnih ekstraktivov (slika 96) pa kaže, da je njihova vsebnost v posameznih tkivih lahko bistveno drugačna.

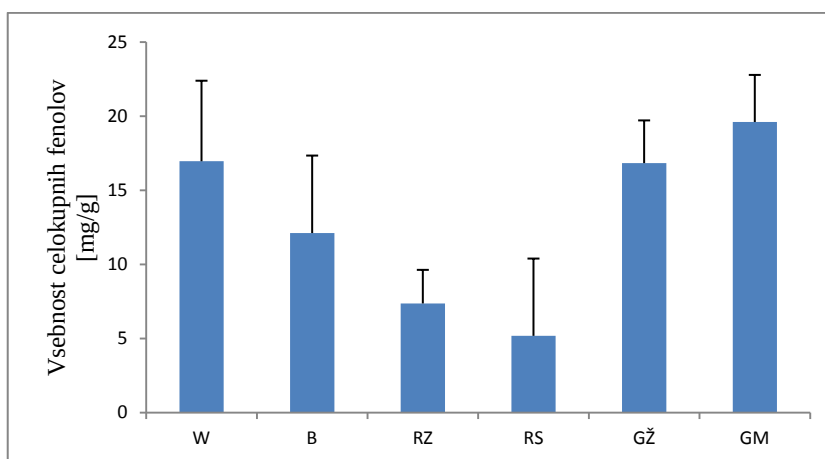


Slika 96: Navadna bukev (*Fagus sylvatica*), rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Prikazuje delež vseh lipofilnih ekstraktivov v posamezni kategorijah lesa. W – poranitveni les, B – beljava, RZ – reakcijska cona, RS – rdeče srce, GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.

Največ jih je bilo v poranitvenem lesu in reakcijskih conah v beljavi, v rdečem srcu in živih grčah pa je bila vsebnost lipofilnih ekstraktivov primerljiva.



Slika 97: Navadna bukev (*Fagus sylvatica*), rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Prikazuje delež vseh hidrofilnih ekstraktivov v posamezni kategorijah lesa. W – poranitevni les, B – beljava, RZ – reakcijska cona, RS – rdeče srce, GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.



Slika 98: Navadna bukev (*Fagus sylvatica*), rastišče Kočevski Rog, posek 22. 9. 2011. Prikazuje delež vseh celokupnih fenolov v posamezni kategorijah lesa. W – poranitevni les, B – beljava, RZ – reakcijska cona, RS – rdeče srce, GŽ – živa grča, GM – mrtva grča.

Vsebnost hidrofilnih ekstraktivov (slika 97) in celokupnih fenolov (slika 98) izkazuje podobno zakonitost, ki je najbolj očitna na primeru celokupnih fenolov. Vsebnost celokupnih fenolov je bila največja v živih in mrtvih grčah, presenetljivo izredno visoka pa je bila tudi v poranitvenem lesu. Poranitveni les ima sicer vse strukturne in funkcionalne karakteristike beljave, vendar intaktna beljava vsebuje manj celokupnih fenolov. Najmanj fenolnih spojin je bilo v rdečem srcu. Rdeče srce pa zamenjuje reakcijsko cono, kjer je vsebnost celokupnih fenolov povišana, vendar manjša od vsebnosti v beljavi.

5 ZAKLJUČEK

Ugotovili smo, da je delež lipofilnih in hidrofilnih ekstraktivov, pri vseh preiskanih drevesih zelo variabilen.

Povprečni delež celokupnih ekstraktivov je bil najmanjši pri drevesu številka 3 (1,82 %), največji pa pri drevesu številka 7 (2,13 %). Povprečni delež lipofilnih ekstraktivov je bil najmanjši pri drevesu številka 9 (9,11 mg/g), največji pa pri drevesu številka 5 (12,42 mg/g).

Povprečni delež hidrofilnih ekstraktivov je bil najmanjši pri drevesu številka 4 (41,33 mg/g), največji pa pri drevesu številka 6 (55,53 mg/g). Povprečni delež celokupnih fenolov je bil najmanjši pri drevesu številka 4 (8,53 mg/g), največji pa pri drevesu številka 6 (16,22 mg/g).

Naša raziskava nadalje kaže, da je kategorija lesa ključni vir variabilnosti v vsebnosti ekstraktivov znotraj drevesa. Povprečna vsebnost celokupnih ekstraktivov je bila največja v mrtvi in živi grči (2,41 %), najmanjša pa v rdečem srcu (1,68 %). Povprečna vsebnost lipofilnih ekstraktivov je bila največja v poranitvenem lesu (12,84 mg/g), najmanjša pa v mrtvi grči (8,41 mg/g). Povprečna vsebnost hidrofilnih ekstraktivov je bila največja v živi grči (65,75 mg/g), najmanjša pa v rdečem srcu (37,94 mg/g). Povprečna vsebnost celokupnih fenolov pa je bila največja v mrtvi grči (19,61 mg/g), najmanjša pa v rdečem srcu (5,18 mg/g).

Reakcijske cone, ki razmejujejo rdeče srce in beljavo imajo manj celokupnih fenolov kot rdeče srce, vendar več kot beljava. Pri vseh preučevanih drevesih, je bila vsebnost celokupnih fenolov v poranitvenem lesu večja kot v beljavi. Menimo, da porazdelitev ekstraktivov v različnih kategorijah lesa odraža fiziološko funkcijo tkiv v živem drevesu.

6 POVZETEK

Ekstraktivi so spojine z majhno molekulsko maso. Vsebnost ekstraktivov je v lesu zelo variabilna in je odvisna od položaja vzorca v drevesu in od tipa tkiva. Doslej je bila razporeditev ekstraktivov v diskoloriranih in poškodovanih tkivih bukve (*Fagus sylvatica*) zelo slabo raziskana. Cilji naloge so bili:

- ugotoviti vsebnost celokupnih fenolnih ekstraktivov v beljavi, diskoloriranem lesu, poranitvenem lesu, ter živih in mrtvih grčah bukve,
- ugotoviti, kakšna je variabilnost vsebnosti ekstraktivov v teh tkivih,
- ugotoviti morebitne razlike v vsebnosti celokupnih fenolov med drevesi.

Drevesa smo posekali septembra 22. 9. 2011, v Kočevskem Rogu, v bližini Podturna pri Dolenjskih toplicah. Iz vsakega drevesa smo v krošnji izžagali del, ki je vseboval žive in mrtve veje, vzdolž debla pa smo izžagali po dva koluta debeline 10 cm. To smo storili tako, da je bil prvi kolut odvzet na bazi, kjer je bilo drevo mehansko poškodovano in je vseboval vsa tkiva, ki nastanejo kot posledica mehanske poškodbe. Drugi kolut pa smo izrezali na višini približno 14 m in je vseboval tipično rdeče srce. Kolute smo razžagali v mizarski delavnici. Nato smo izžagali vzorce mrtve skorje, žive skorje, reakcijske cone, beljave, rdečega srca in poranitvenega lesa. Razžagane vzorce smo najprej posušili, nato pa jih zmeli z laboratorijskim mlinom Retsch SM 2000.

Določili smo suho snov kar smo storili tako, da smo jih stehali pred in po 24 urnem sušenju na analitski tehtnici Mettler Toledo XS na 4 decimalke grama natančno. Za vsako tehtanje smo natresli po 1 g vzorca.

Izvedli smo ekstrakcijo po Soxhletu, uporabili smo dve različni topili. Najprej smo ekstrahirali s cikloheksanom pri temperaturi 130 °C, čas ekstrakcije je bil 4 ure. Merili smo čas cikla, čas merjenja je bil 1 uro, kateri je v povprečju znašal 9 min in 19 s, kar znaša 6 ekstrakcij na uro. Nato smo ekstrahirali še s polarnim topilom metanol/voda, v razmerju (v/v, 95:5). Temperatura ekstrakcije je bila 160 °C, čas trajanja je bil 6 ur. Čas enega cikla, katerega smo merili eno uro, je za vse ekstrakcije znašal 9 min in 30 s, kar znaša 6 ekstrakcij oziroma ciklov na uro.

Ugotavljali smo delež ekstrahiranih snovi v cikloheksanu in metanolu, to kar storili tako, da smo vsako epruveto najprej stehali in vanjo s pipeto prenesli 20 ml ekstrakta cikloheksana. Vse epruvete postavili v sušilnik na 80 °C za 24 ur in jih nato ponovno stehali. Enako smo naredili za metanolne ekstrakte, razlika je bila samo v tem, da smo s pipeto prenesli po 10 ml vzorca. S tem smo pridobili podatek o masi suhega ostanka.

Delež celokupnih fenolov smo določili z UV-Vis spektrofotometrijo. Uporabili smo reagent Folin – Ciocaltau, katerega smo pripravili v razmerju 1:9 (v/v): 10 ml FC + 90 ml destilirane vode H₂O. Za pripravo vodne raztopine smo vzeli natrijev karbonat (Na₂CO₃). Za pripravo standardnih raztopin smo uporabili monohidrat galne kisline različnih koncentracij. Stekleničke smo napolnili z vzorcem, reagentom in raztopino. Vse skupaj smo postavili v temen prostor za 2 uri. Absorbanco smo določili z UV-Vis

spektrofotometrom Perkin – Elmer Lambda 2. V vsako kiveto smo s pipeto prenesli po 0,5 ml vzorca in odčitali vsebnost celokupnih fenolnih snovi na osnovi absorbance A_{765} .

Ugotovili smo, da je delež lipofilnih in hidrofilnih ekstraktivov pri vseh preiskanih drevesih zelo variabilen.

Povprečni delež celokupnih ekstraktivov je bil najmanjši pri drevesu številka 3 (1,82 %), največji pa pri drevesu številka 7 (2,13 %). Povprečni delež lipofilnih ekstraktivov je bil najmanjši pri drevesu številka 9 (9,11 mg/g), največji pa pri drevesu številka 5 (12,42 mg/g).

Povprečni delež hidrofilnih ekstraktivov je bil najmanjši pri drevesu številka 4 (41,33 mg/g), največji pa pri drevesu številka 6 (55,53 mg/g). Povprečni delež celokupnih fenolov je bil najmanjši pri drevesu številka 4 (8,53 mg/g), največji pa pri drevesu številka 6 (16,22 mg/g).

Naša raziskava nadalje kaže, da je kategorija lesa ključni vir variabilnosti v vsebnosti ekstraktivov znotraj drevesa. Povprečna vsebnost celokupnih ekstraktivov je bila največja v mrtvi in živi grči (2,41 %), najmanjša pa v rdečem srcu (1,68 %). Povprečna vsebnost lipofilnih ekstraktivov je bila največja v poranitvenem lesu (12,84 mg/g), najmanjša pa v mrtvi grči (8,41 mg/g). Povprečna vsebnost hidrofilnih ekstraktivov je bila največja v živi grči (65,75 mg/g), najmanjša pa v rdečem srcu (37,94 mg/g). Povprečna vsebnost celokupnih fenolov pa je bila največja v mrtvi grči (19,61 mg/g), najmanjša pa v rdečem srcu (5,18 mg/g).

Reakcijske cone, ki razmejujejo rdeče srce in beljavo, imajo manj celokupnih fenolov kot rdeče srce, vendar več kot beljava. Pri vseh preučevanih drevesih, je bila vsebnost celokupnih fenolov v poranitvenem lesu večja kot v beljavi. Menimo, da porazdelitev ekstraktivov v različnih kategorijah lesa odraža fiziološko funkcijo tkiv v živem drevesu.

7 VIRI

- Brus R. 2005. Dendrologija za gozdarje. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 408 str.
- Bosshard H. H. 1966. Aspekte der Alterung in Waldbäumen. Schweiz Z. Forstw. 117:168-175.
- Čufar K. 2006. Anatomija lesa. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo: 142 str.
- Hillis W. E. 1987. Heartwood and Tree Exudates. Berlin, Springer: 16 str.
- Lobnik A. 2010. Okoljska analitika – navodila za vaje. Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo: 2-4.
- Oven P. 2011. Kemična zgradba lesa. Študijsko gradivo za leto 2011. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo: 147 str.
- Shigo A. L., Marx H. 1977. CODIT, (Compartmentalization of decay in trees). Agric. Inf. Bull. 405. 73.
- Soxhletov aparat, 2013. Analytical Techniques in Aquaculture Research
<http://www.aquaculture.ugent.be/Education/coursematerial/online%20courses/ATA/analysis/crudprot.html> (17. 5. 2013).
- Torelli N. 1984. The ecology of discoloured wood as illustrated by beech (*Fagus sylvatica* L.). IAWA Bulletin 5:121-127.
- Torelli N. 2003. Ojedritev – vloga in proces. Les: 55, 11: 368-378
- Vek V. 2013. Ekstraktivi v poškodovanem lesu in grčah navadne bukve (*Fagus sylvatica* L.). Doktorska disertacija. Ljubljana, Biotehniška fakulteta: 162 str

ZAHVALA

Iskreno se zahvaljujem mentorju prof. dr. Primožu Ovnu za pomoč ter za strokovno znanje, ki ste mi ga posredovali pri nastajanju tega diplomskega projekta.

Posebej se želim zahvaliti dr. Viljemu Veku za pomoč pri UV-Vis spektrofotometričnih meritvah in nasvete, ki so mi bili v pomoč tekom eksperimentalnega dela.

Zahvalil bi se tudi rad somentorici doc. dr. Idi Poljanšek za pomoč in opombe in prof. dr. Marku Petriču za strokovno recenzijo.

Zahvala pa gre tudi vsem, kateri so kakorkoli pomagali pri izdelavi in zaključku mojega študija. Zahvalil bi se rad tudi moji puncu Poloni Rigler, katera mi je stala ob strani in me podpirala.

Hvala vam!

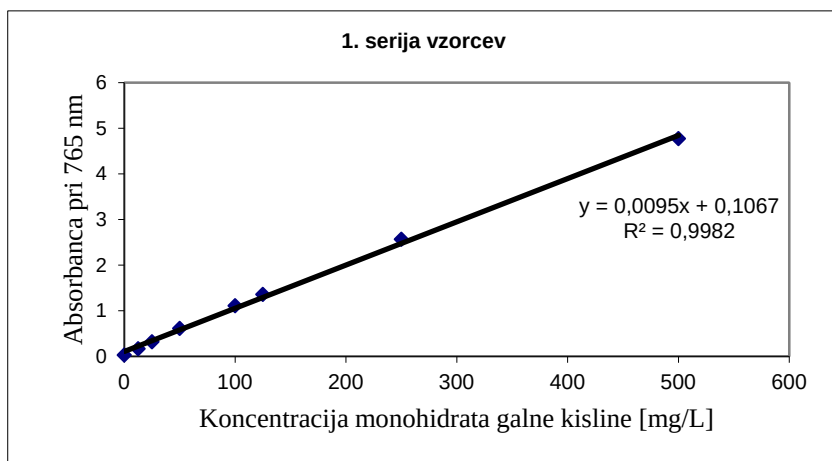
PRILOGE

V prilogah A, B in C so podane vse meritve merjenja absorbance z UV-Vis spektrofotometrom pri absorbanci A_{765} . V prilogi D pa so podana vsa povprečja našega merjenja.

PRILOGA A - 1. SERIJA VZORCEV

Absorbanca pri A_{765} nm, slepega vzorca in različnih raztopin monohidrata galne kisline.

Vzorec	Absorbanca A_{765}
SV – 0	0,0266
GA – 12,5	0,1647
GA - 25	0,3173
GA - 50	0,6107
GA - 100	1,1079
GA - 125	1,3562
GA - 250	2,5653
GA - 500	4,7723

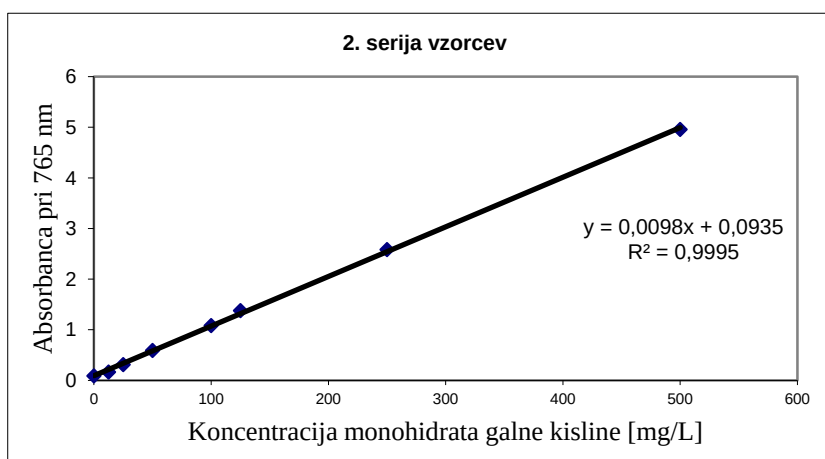


Umeritvena krivulja za monohidrat galne kisline z enačbo premice in vrednostjo koeficienta determinante R^2 .

PRILOGA B - 2. SERIJA VZORCEV

Absorbanca pri A_{765} nm, slepega vzorca in različnih raztopin monohidrata galne kisline.

Vzorec	Absorbanca A_{765}
SV – 0	0,0888
GA – 12,5	0,1649
GA - 25	0,3117
GA - 50	0,5912
GA - 100	1,0828
GA - 125	1,3782
GA - 250	2,5838
GA - 500	4,9570

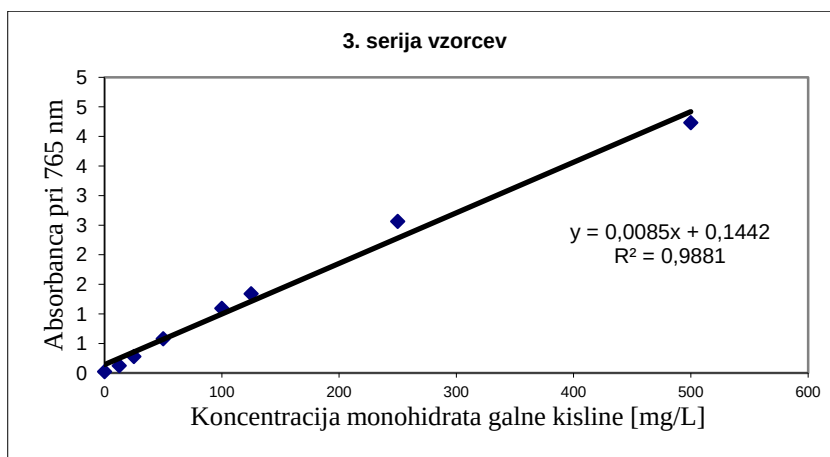


Umeritvena krivulja za monohidrat galne kisline z enačbo premice in vrednostjo koeficienta determinante R^2 .

PRILOGA C - 3. SERIJA VZORCEV

Absorbanca pri A_{765} nm, slepega vzorca in različnih raztopin monohidrata galne kisline.

Vzorec	Absorbanca A_{765}
SV – 0	0,0236
GA – 12,5	0,1240
GA - 25	0,2792
GA - 50	0,5794
GA - 100	1,0937
GA - 125	1,3402
GA - 250	2,5637
GA - 500	4,2328

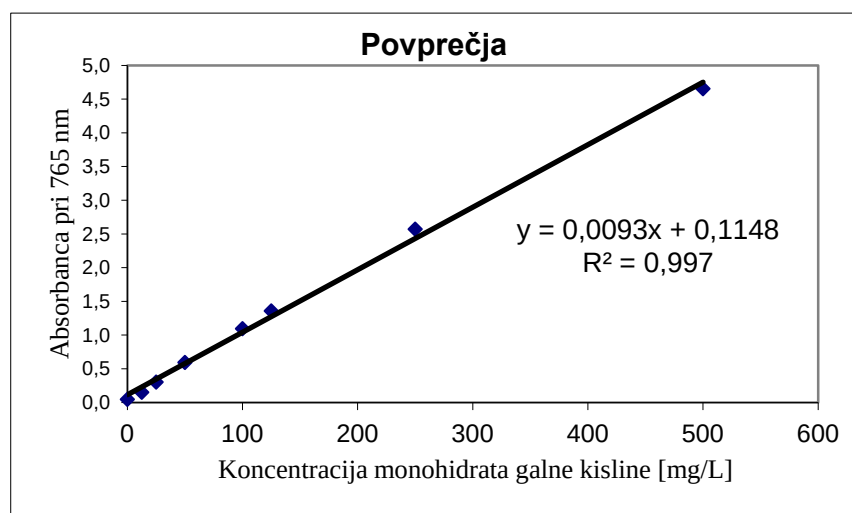


Umeritvena krivulja za monohidrat galne kisline z enačbo premice in vrednostjo koeficienta determinante R^2 .

PRILOGA D - POVPREČJA

Absorbanca pri A_{765} nm, slepega vzorca in različnih raztopin monohidrata galne kisline.

Vzorec	Povprečje	StDev
SV – 0	0,0463	0,037
GA – 12,5	0,1512	0,024
GA - 25	0,3027	0,021
GA - 50	0,5938	0,016
GA - 100	1,0948	0,013
GA - 125	1,3582	0,019
GA - 250	2,5709	0,011
GA - 500	4,6540	0,376



Umeritvena krivulja za monohidrat galne kisline z enačbo premice in vrednostjo koeficienta determinante R^2 .