

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ŽIVILSTVO

Lina BURKAN

**POVEZAVA MED VSEBNOSTJO VODE IN AKTIVNOSTJO VODE V
MEDU**

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

**CORRELATION BETWEEN WATER CONTENT AND WATER
ACTIVITY IN HONEY**

GRADUATION THESIS
University Studies

Ljubljana, 2006

Diplomsko delo je zaključek univerzitetnega študija živilske tehnologije. Opravljeno je bilo na Katedri za kemijo in na Katedri za vrednotenje živil Oddelka za živilstvo, Biotehniške fakultete, Univerze v Ljubljani.

Študijska komisija Oddelka za živilstvo je za mentorico diplomskega dela imenovala doc. dr. Milico Kač, za somentorico doc. dr. Heleno Abramovič in za recenzentko prof. dr. Terezijo Golob.

Mentorica: doc. dr. Milica Kač

Somentorica: doc. dr. Helena Abramovič

Recenzentka: prof. dr. Terezija Golob

Komisija za oceno in zagovor

Predsednik:

Član:

Član:

Datum zagovora:

Naloga je rezultat lastnega raziskovalnega dela.

Lina BURKAN

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dd
DK	UDK 638.16:543.631.3(043)=863
KG	med/vsebnost vode/aktivnost vode/regresijski model
AV	BURKAN, Lina
SA	KAČ, Milica (mentorica)/ABRAMOVIČ, Helena (somentorica)/ GOLOB, Terezija(recenzentka)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo
LI	2006
IN	POVEZAVA MED VSEBNOSTJO VODE IN AKTIVNOSTJO VODE V MEDU
TD	Diplomsko delo (univerzitetni študij)
OP	XI, 45 str., 8 pregl., 10 sl., 2 pril., 34 vir.
IJ	sl
JI	sl/en
AI	Namen naloge je bil določiti vsebnost vode in aktivnost vode (a_w) za 150 vzorcev medu ter parametra za linearni regresijski model med obema spremenljivkama. Izračunan regresijski model za vse analizirane vzorce medu: $y = (0,019 \pm 0,001) x + (0,23 \pm 0,02)$; $R = 0,84$, kaže na močno povezanost med vsebnostjo vode in a_w . Analizirali smo cvetlične in gozdne medove, ki so bili sortno razvrščeni glede na specifično elektrolitsko prevodnost. Povezava med vsebnostjo vode in a_w za cvetlični med je zelo močna ($R = 0,96$) in najbolj statistično značilna, pri tem lahko 91 % variabilnosti a_w pojasnimo z vsebnostjo vode. Iz tega sledi, da sta bistrost in barva medu ključna dejavnika pri določanju linearnosti zveze med spremenljivkama. Primerjali smo tudi razlike med letniki analiziranih medov. Pri tem smo ugotovili, da se regresijski model za letnik 2004 in regresijski model za letnik 2005 statistično značilno ne razlikujeta in sta v okviru nezanesljivosti določitve k in n enaka regresijskemu modelu za vse analizirane medove. Glede na geografsko poreklo medu je bilo ugotovljeno, da se povprečne vrednosti vsebnosti vode in a_w za posamezne makroregije bistveno ne razlikujejo od povprečnih vrednosti vzorcev iz ostalih makroregij.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Dd
DC UDC 638.16:543.631.3(043)=863
CX honeys/water content/water activity/regression model
AU BURKAN, Lina
AA KAČ, Milica (supervisor)/ABRAMOVIČ, Helena (co-advisor)/
GOLOB, Terezija (rewiever)
PP SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Food Science and
Technology
PY 2006
TI CORRELATION BETWEEN WATER CONTENT AND WATER ACTIVITY IN
HONEY
DT Graduation thesis (University Studies)
NO XI, 45 p., 8 tab., 10 fig., 2 ann., 34 ref.
LA sl
AL sl/en
AB The aim of our project was to determine water content and water activity (a_w) for 150 samples of Slovenian honey and to determine the parameters for a linear regression model for these two variables. The correlation between water content and water activity is given by the equation: $y = (0,019 \pm 0,001) x + (0,23 \pm 0,02)$; $R = 0,84$ if calculated for all analyzed samples and obviously speaks for a strong connection between water content and water activity. Results were statistically analyzed also according to the type of honey, which were floral and honeydew. The correlation between water content and water activity for floral honey showed particularly strong connection ($R = 0,96$) and statistical significance: 91% variability of a_w can be explained by water content. Therefore, clearness and colour of honey are significant factors regarding linear correlation between the two variables (water content and water activity). Comparing differences between samples harvested in different years, no statistically significant differences between those harvested in year 2004 those harvested in year 2005 were found. According to the geographical origin of honey, no significant differences for average values of water content and a_w between individual macroregions were found.

KAZALO VSEBINE

	str.
KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA.....	III
KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
KAZALO VSEBINE.....	V
KAZALO PREGLEDNIC.....	VII
KAZALO SLIK.....	VIII
OKRAJŠAVE IN SIMBOLI	IX
1 UVOD	1
1.1 VSEBNOST VODE IN AKTIVNOST VODE	1
1.2 NAMEN DELA	2
1.3 DELOVNA HIPOTEZA	2
2 PREGLED OBJAV	3
2.1 MED	3
2.1.1 Sestava medu, lastnosti	3
2.1.2 Izvor medu	4
2.2 VSEBNOST VODE	5
2.2.1 Vsebnost vode v medu	5
2.3 AKTIVNOST VODE	6
2.4 ZVEZA MED VSEBNOSTJO VODE IN AKTIVNOSTJO VODE	7
2.5 VPLIV KRISTALIZACIJE	8
3 MATERIAL IN METODE DELA.....	9
3.1 VZORCI	9
3.1.1 Načrt dela, priprava vzorcev	10
3.1.2 Določitev ponovljivosti meritev aktivnosti vode	10
3.2 DOLOČANJE VSEBNOSTI VODE	11
3.3 DOLOČANJE AKTIVNOSTI VODE	11
3.4 STATISTIČNA OBDELAVA PODATKOV	12
3.4.1 Analiza povezanosti dveh spremenljivk:	13
4 REZULTATI.....	14
4.1 DOLOČITEV PONOVLJIVOSTI METODE DOLOČANJA AKTIVNOSTI VODE	14
4.2 REZULTATI DOLOČANJA VSEBNOSTI VODE IN AKTIVNOSTI VODE V MEDU	15
4.2.1 Zveza med vsebnostjo vode in aktivnostjo vode za vse analizirane vzorce.....	19
4.2.2 Zveza med vsebnostjo vode in aktivnostjo vode za gozdni med.....	20
4.2.3 Zveza med vsebnostjo vode in aktivnostjo vode za cvetlični med.....	22
4.2.4 Zveza med vsebnostjo vode in aktivnostjo vode za vse analizirane vzorce letnik 2004	24
4.2.5 Zveza med vsebnostjo vode in aktivnostjo vode za vse analizirane vzorce letnik 2005	26
4.3 STATISTIČNA PRIMERJAVA ANALIZIRANIH PARAMETROV V MEDU GLEDE NA MAKROREGIJE	28
5 RAZPRAVA IN SKLEPI.....	29
5.1 RAZPRAVA.....	29

5.2	SKLEPI.....	31
6	POVZETEK.....	32
7	VIRI	34

ZAHVALA
PRILOGE

KAZALO PREGLEDNIC

	str.
Pregl. 1. Pregled objavljenih regresijskih modelov (Zamora in sod., 2006)	7
Pregl. 2. Pregled objavljenih regresijskih modelov, za vzorce različnih letnikov oz. različnega porekla (Cavia in sod., 2004)	7
Pregl. 3. Število vzorcev iz posamezne makroregije	9
Pregl. 4. Aktivnost vode in pripadajoče povprečne vrednosti, standardni odkloni in koeficienti variacije za 5 testnih vzorcev merjenih v 10 paralelkah	14
Pregl. 5. Rezultati meritev aktivnosti vode in vsebnosti vode gozdnih medov (N=75)	15
Pregl. 6. Rezultati meritev aktivnosti vode in vsebnosti vode cvetličnih medov (N=75)	17
Pregl. 7. Primerjava vseh eksperimentalno dobljenih regresijskih modelov	27
Pregl. 8. Vrednosti parametrov v regresijskem modelu, napake parametrov, koeficienti korelacije in standardna deviacija opravljenih regresijskih analiz	28

KAZALO SLIK

Slika 1. Razporeditev vzorcev po makroregijah, razmejitev makroregij po Geografskem zborniku (Perko, 1998).....	10
Slika 2. Odvisnost aktivnosti vode od vsebnosti vode za vse analizirane vzorce (N=150)	19
Slika 3. Odvisnost aktivnosti vode od vsebnosti vode za analizirane vzorce gozdnih medov (N=75)	20
Slika 4. Odvisnost aktivnosti vode od vsebnosti vode za analizirane vzorce gozdnih medov za posamezni letnik (N=75).....	21
Slika 5. Odvisnost aktivnosti vode od vsebnosti vode za analizirane vzorce cvetličnih medov (N=75)	22
Slika 6. Odvisnost aktivnosti vode od vsebnosti vode za analizirane vzorce cvetličnih medov za posamezni letnik (N=75).....	23
Slika 7. Odvisnost aktivnosti vode od vsebnosti vode za analizirane vzorce medu letnik 2004 (N=75)	24
Slika 8. Odvisnost aktivnosti vode od vsebnosti vode za analizirane vzorce medu letnik 2004 za posamezno vrsto (N=75).....	25
Slika 9. Odvisnost aktivnosti vode od vsebnosti vode za analizirane vzorce medu letnik 2005 (N=75)	26
Slika 10. Odvisnost aktivnosti vode od vsebnosti vode za analizirane vzorce medu letnik 2005 za posamezno vrsto (N=75).....	27

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

a_w	aktivnost vode
k	naklon premice
Δk	nezanesljivost naklona premice
KV	koeficient variacije
max	maksimum
min	minimum
N	število vzorcev
n	odsek premice
Δn	nezanesljivost odseka premice
R	koeficient korelacije
R^2	koeficient determinacije
SD	standardna deviacija
\bar{x}	povprečna vrednost

1 UVOD

1.1 VSEBNOST VODE IN AKTIVNOST VODE

Voda je v živem svetu najpomembnejša snov. Prisotna je povsod, v živilih pa je ena izmed najbolj zastopanih sestavin. Vsebnost vode v živilih variira od ekstremno majhnih vrednosti v sušenih izdelkih do ekstremno velikih v pijačah. Od vsebnosti vode so odvisne različne fizikalne lastnosti, kot so elektrolitska prevodnost, specifična teža, ipd.. Voda v živilu je pomemben medij, predvsem za encimske reakcije in rast mikroorganizmov, s tem pa vpliva na stabilnost in obstojnost živil (Pierce, 2003).

Določanje vsebnosti vode je ena izmed najbolj pogostih analiz v laboratorijih živilske industrije. Pri tem je bistvenega pomena pravilnost (točnost) metode določanja vsebnosti vode, kar se zdi enostavna naloga, pa vendar se v večih primerih pokaže kot zelo težavna. Med vsemi metodami, ki so na razpolago je potrebno izbrati pravo, ki bo optimalna, s čim bolj pravilnimi rezultati. Problemi nastanejo zaradi narave in stanja vzorca, predvsem pa zaradi interakcij vode z ostalimi molekulami v živilu. Voda v živilu je lahko razporejena in vezana na več načinov; kot voda v monosloju (bližnja voda), večplastni sloj vode, kapilarna voda in kot prosta voda (Abramovič, 2003; Isengard, 2006).

Primernejša in relativno bolj točna metoda je določanje aktivnosti vode, saj ta upošteva razpoložljivost vode v živilu za mikroorganizme. Z določanjem aktivnosti vode ocenimo količino proste vode v živilu, ki pa je odgovorna za metabolizem mikroorganizmov. Aktivnost vode je definirana kot razmerje med delnim tlakom vodne pare nad živilom pri določeni temperaturi in delnim tlakom vodne pare nad čisto vodo pri isti temperaturi. Aktivnost vode v živilih je težko predvideti, saj so živila kopleksen, neravnotežen sistem. Zato je potrebno merjenje aktivnosti vode, za kar obstajajo različne metode. Za hitro in natančno merjenje se uporablja instrumentalno določanje aktivnosti vode na osnovi določanja točke rosišča (Roos, 2003).

Med je gosto tekoče ali kristalizirano živilo, ki so ga proizvedle čebele. Nastane iz različnih virov: iz cvetličnega nektarja ali drugih izločkov živih rastlinskih delov ali pa iz različnih vrst mane. Kemično je med razmeroma koncentrirana vodna raztopina predvsem treh vrst sladkorja: glukoze, fruktoze in saharoze. Prisotni so lahko še drugi sladkorji, poleg njih pa tudi številne druge sestavine, npr. beljakovine, aminokisljine, encimi, vitamini, rudninske in aromatične snovi.

Poznani sta spodnja in zgornja meja za vsebnost vode v medu. Spodnja obstaja zaradi topnosti posameznih sestavin medu v vodi, zgornjo pa za kakovosten med določajo in uravnavajo predpisi o medu. Ti dopuščajo toliko vode, da v medu ne pride do vrenja. Določanje vsebnosti vode v medu je zelo pomembno, saj količina vode v medu vpliva tudi na njegovo kakovost (Božnar in Senegačnik, 1998). Po slovenskem pravilniku o medu se

vsebnost vode v medu ugotavlja z merjenjem lomnega količnika z ročnim refraktometrom (Pravilnik o medu, 1999).

1.2 NAMEN DELA

Namen te naloge je bil določiti vsebnost vode (refraktometrično) in aktivnost vode (a_w , na osnovi določanja točke rosišča) za reprezentativno število vzorcev slovenskega medu iz različnih delov Slovenije ter iskanje zveze med obema spremenljivkama. V okviru naloge smo hoteli tudi kvantitativno ovrednotiti vpliv vrste medu, letnika in makroregije na zvezo med tema spremenljivkama. Merjenje a_w je enostavnejša in hitrejša metoda v primerjavi z refraktometričnim določanjem vsebnosti vode. Aktivnost vode lahko določimo pri vsakem vzorcu medu, ne glede na stopnjo kristalizacije.

1.3 DELOVNA HIPOTEZA

Predvidevali smo linearno zvezo med vsebnostjo vode in aktivnostjo vode v medu. Predvidevali smo, da vrsta medu na parametre v linearni zvezi bolj vpliva kot letnik oz. makroregija.

2 PREGLED OBJAV

2.1 MED

Med je najpomembnejši primarni produkt čebelarjenja. Je gosto tekoče ali kristalizirano živilo, ki so ga proizvedle čebele. Nastane iz različnih virov: iz cvetličnega nektarja ali drugih izločkov živih rastlinskih delov ali pa iz različnih vrst mane, to je izločkov žuželk, ki so na živih delih rastlin. Osnovni material prinašajo čebele v panj, ga obdelajo, mu dodajo izločke svojih žlez, ga zgostijo in nato shranjujejo v pokritih celicah satja (Božnar in Senegačnik, 1998).

Po pravilniku o medu (2004) je med definiran kot naravna sladka snov, ki ga izdelajo čebele *Apis mellifera*, iz nektarja cvetov ali izločkov živih delov rastlin ali izločkov žuželk na živih delih rastlin, ki jih čebele zberejo, predelajo z določenimi lastnimi snovmi, ga shranijo, posušijo in pustijo dozoreti v satju.

2.1.1 Sestava medu, lastnosti

Sestava medu je splet vplivov okolja, klime, botaničnega izvora medu in sposobnosti čebelarja. Njegove fizikalno-kemijske lastnosti so odvisne od nektarja in mane rastline. Posledica tega je pester spekter barv, arome, različne vsebnosti vode, ogljikovih hidratov in proteinov. Med večinoma sestavljajo sladkorji, predvsem fruktoza in glukoza, nekaj pa je tudi sestavljenih sladkorjev, kot sta saharoza, maltoza, maltotrioza, idr.. Med drugimi sestavinami so pomembni minerali, katerih je več v gozdnih vrstah medu. Od vitaminov najdemo v manjših količinah vitamine B₁, B₂, B₆, C, pantotensko kislino, nikotinsko in folno kislino ter biotin. Pomembni so tudi encimi, ki sodelujejo pri presnovi druge hrane, npr. invertaza, amilaza, glukozidaza. Okus in vonj določajo še razne kisline in aromatske snovi (Božnar, 2002).

Viskoznost medu je pomembna tehnološka lastnost, saj vpliva na točenje, cejenje, mešanje in polnjenje medu, odvisna je pa predvsem od vsebnosti vode. Čim več vode vsebuje med in čim višja je temperatura, tem bolj je tekoč. Higroskopnost medu je lastnost medu, da lahko absorbira in zadržuje vlago iz okolice, kar je pomembno pri proizvodnji in predvsem pri skladiščenju medu. Če pride med v stik z atmosfersko vlago, jo absorbira in se tako razredči, da lahko zaradi kvasovk nastopi alkoholno vrenje. S poskusi so ugotovili, da med povprečne sestave pri temperaturi 20 °C veže vlago iz okolice, če je več kot 60 %, oddaja pa vodo, če je relativna vlaga v zraku manjša od 60 % (Božnar in Senegačnik, 1998).

Barva medu variira od skoraj brezbarvne do temno rjave. Barva je odvisna od vrste medu, starosti, pogojev skladiščenja kot tudi od količine v medu raztopljenih snovi (Krell, 1996).

2.1.2 Izvor medu

Glede na izvor se med po slovenski zakonodaji razvršča in poimenuje kot »cvetlični med ali nektar«, ki je pridobljen iz nektarja cvetov in »med iz mane ali gozdni med«, ki je pridobljen predvsem iz izločkov insektov na živih delih rastlin ali izločkov živih delov rastlin (Pravilnik o medu, 2004).

Nektar je od 5 % do 40 % vodna raztopina sladkorjev, ki jo izločajo žleze cvetočih rastlin, imenovane medovniki (Gregorc, 1998). Izločanje nektarja je odvisno od vrste rastline, tal, vremenskih razmer, itd. Vsaka vrsta nektarja ima tipično vsebnost sladkorjev. Najpomembnejši sladkorji v nektarju so saharoza, fruktoza in glukoza v različnih razmerjih, kar nakazuje izvor nektarja.

Različne vrste medu so dobile ime po rastlinah, na katerih čebele nabirajo medicino oziroma sladke sokove. Te so pri nas akacija, lipa, smreka, hrast, kostanj, hoja, oljna ogrščica, delno žajbelj, včasih pa tudi ajda. Za slovenski cvetlični med je značilno, da ga čebele ne naberejo samo na eni in isti vrsti cvetic, temveč na cvetovih različnih vrst, tako da je tudi njegova sestava različna. Zato imajo cvetlični medovi različen okus, barvo in vonj. Medu, ki ga naše čebele naberejo na travniških cvetlicah in drugih cvetočih rastlinah, pravimo mešani cvetlični ali travniški med (Božnar in Senegačnik, 1998). Cvetlični med je aromatičen med svetlo rumene do zlato rjave barve. Aroma kaže na njegov izvor. Kristalizacija je delna, nepravilna, pogosto nastanejo veliki kristali (Božnar, 2002).

Mana je floemski sok, t.j. sladka vodna raztopina, ki se pretaka po žilah rastlin in jo v bolj ali manj predelani obliki izločajo sesajoče žuželke (Šivic, 1998). Mano kot odvečni stranski produkt izločajo listne uši, kaparji in škržati v obliki kapljic. Najpomembnejša sestavina mane so različni sladkorji, med katerimi je največ disaharidov. V primerjavi z nektarjem vsebuje mana tudi več mineralnih snovi (Meglič, 2004). Gozdni med je med mešanega maninega porekla, svetlo do temno rjave barve, včasih tudi rdečkastega ali zelenkastega odtenka. Vonj in aroma sta precej intenzivni (po smoli), a zelo različni glede na vrsto mane. Kristalizacija je srednja in navadno zajame vso količino medu (Golob in sod., 2002).

Pravilnik o medu (2004) vključuje tudi merjenje specifične elektrolitske prevodnosti za določanje botaničnega porekla medu. Pravilnik predpisuje eno samo vrednost specifične elektrolitske prevodnosti, in sicer 0,8 mS/cm, na osnovi katere medove različnih vrst deli v dve skupini: skupina nektarnih medov in skupina maninih, vključno s kostanjevim. Pri tem je specifična elektrolitska prevodnost za skupino nektarnih medov največ 0,8 mS/cm in za skupino maninih najmanj 0,8 mS/cm.

2.2 VSEBNOST VODE

Voda je najpomembnejša komponenta naravnih živil. Določitev vsebnosti vode je ena izmed najbolj pogostih analiz v laboratorijih živilske industrije. Voda v živilu vpliva na načrtovanje tehnoloških postopkov (sušenje, zmrzovanje, pretakanje) in pogojev shranjevanja živila. Vpliva na kvaliteto in na sprejemljivost živila. Rast mikroorganizmov, hitrost kemijskih procesov v živilu in teksturne lastnosti živila so odločilno odvisne prav od vsebnosti vode (Abramovič, 2003).

Molekule vode v živilih so različno vezane na molekule živila, kar vpliva na možnost in način določanja vsebnosti vode (Isengard, 2001). Prosta voda je po lastnostih podobna čisti vodi, v živilu je ujeta med posamezne plasti tkiva in jo ob pritisku lahko iztisnemo iz živila (Abramovič, 2003). Med prosto vodo uvrščamo vodo v plinastih ali tekočih zmesih, kot tudi vodo na zunanji površini, ujeto med pore ali luknje v trdnih živilih (Isengard, 2001).

2.2.1 Vsebnost vode v medu

Vsebnost vode v medu je najpomembnejši parameter kakovosti, saj vpliva na način skladiščenja medu in na njegovo obstojnost.

Ko čebela prinese medicino v panj, jo prevzamejo panjske čebele. Njihova naloga je, poleg izločanja encimov v medicino, zgotitev oz. zmanjšanje vsebnosti vode medicine (ker je prinesena medicina zelo vodena). To opravijo čebele tako, da medicino, ki so jo prejele od pašnih čebel, s posebnimi gibi iztiskajo iz medne golše na konec rilčka, nato pa jo po nekaj sekundah vrnejo v medno golšo. Ta postopek večkrat ponovijo, tako da se že s tem delno zmanjša vsebnost vode. Ko ima medicina samo še 30 – 40 % vode, jo čebele odlagajo v celice. Z nadaljnjim ventiliranjem se vsebnost vode zmanjša na približno 20 %. Nato čebele medicino znova raznašajo okrog, končno zrel med pa skladiščijo v celice, ki jih zaprejo z voščenimi pokrovcami (Meglič, 2004).

Vsebnost vode variira odvisno od vrste medu, sezone pridelave in stopnje zrelosti medu oz. od časa točenja medu. Količina vode v medu ne sme presegati 21 %, zaradi zaščite pred vrenjem (Al-Khalifa, Al-Arif, 1999). Snowdon in Cliver (1996) pa navajata, da že več kot 19 % vode v medu lahko povzroči vrenje. Pri tem je pomembna tudi temperatura skladiščenja, saj pri temperaturi pod 11 °C osmofilne kvasovke ne rastejo. Osmofilne kvasovke so tiste, ki povzročajo vrenje, pri tem pretvarjajo fruktozo in glukozo v plinasti CO₂ in etanol. Etanol lahko ob prisotnosti kisika oksidira do očetne kisline (Snowdon in Cliver, 1996).

Čim manjša je vsebnost vode v medu, tem večja je njegova obstojnost in tem manjša je možnost, da bi se pokvaril. Zrelost medu najbolj natančno ugotovimo prav z določanjem vsebnosti vode (Meglič, 2004). V naših klimatskih pogojih zrel med ne vsebuje več kot 21 % vode, po nekaterih podatkih vsebuje od 15 – 18 % vode, slovenski pravilnik o medu

(Pravilnik o medu, 2004) pa dovoljuje največ 20 % vode v medu. Med, ki vsebuje manj vode, je bolj viskozen, če pa je vsebnost večja, je redkejši in lažje teče. Med vrhunske kakovosti sme vsebovati največ 18,6 % vode (Plestenjak, 1999).

2.3 AKTIVNOST VODE

Voda je najpomembnejša komponenta v vseh življenjskih procesih živih organizmov, ki so občutljivi na njene fizikalne spremembe. Termodinamska aktivnost vode je važna v procesnih tehnikah živil in pri njihovem skladiščenju. Rast mikroorganizmov je odvisna od aktivnosti vode (Klofutar, 1997). Najbolj pogosto uporabljena mera za količino vode v hrani je termodinamska aktivnost vode (Scott, 1953).

Parameter, s katerim poskušamo opisati razpoložljivost vode v živilu, je aktivnost vode, a_w , ki je definirana kot razmerje med delnim tlakom vodne pare nad živilom pri določeni temperaturi in delnim tlakom vodne pare nad čisto vodo pri isti temperaturi:

$$a_w = \frac{P}{P_0} \quad \dots(1)$$

a_w čiste vode = 1

a_w medu = 0,5 - 0,65 (Gleiter in sod., 2006)

Aktivnost vode odločilno vpliva na rast mikroorganizmov, pogosto je odločilni parameter odgovoren za stabilnost živila, prilagajanje mikrobnega odziva in vpliva na vrste mikroorganizmov prisotnih v živilu (Chirife in sod., 2006).

Z določanjem aktivnosti vode ocenimo količino proste vode v živilu, ki pa je odgovorna za metabolizem mikroorganizmov. Poznavanje posameznih zvrsti vode nam pomaga razumeti in predvideti procese v živilu, pri tem je hitrost kemijskih procesov v živilu odvisna prav od aktivnosti vode. Aktivnost vode vpliva tudi na teksturo živila (Abramovič, 2003).

2.4 ZVEZA MED VSEBNOSTJO VODE IN AKTIVNOSTJO VODE

Chirife in sod. (2006) so ugotavljali zvezo med vsebnostjo vode in aktivnostjo vode v argentinskih medovih, in sicer so najprej teoretično analizirali aktivnost vode v raztopinah sladkorja in medu, nato so ugotavljali zvezo med obema parametroma pri 36 vzorcih tekočega medu. Regresijski model, ki ga objavljajo, je naslednji: $y = 0,0177x + 0,267$ (pri čemer y predstavlja aktivnost vode in x vsebnost vode), s koeficientom determinacije (R^2) 0,970, kar pomeni, da je koeficient korelacije (R) 0,985. V zaključku navajajo prednosti določanja aktivnosti vode, predvsem pri predvidevanju zmanjšanja ali povečanja vsebnosti vode zaradi spremenjene relativne vlažnosti. Predlagajo pa še nadaljnje raziskave pri ugotavljanju vpliva geografskega porekla in vrste medu na zvezo med vsebnostjo vode in aktivnostjo vode v medu.

Zamora in sod. (2006) so nadalje raziskovali teoretične osnove aktivnosti vode v medu, kot tudi zvezo z vsebnostjo vode. Objavljeni regresijski modeli iz različnih virov so podani v preglednici 1.

Preglednica 1. Pregled objavljenih regresijskih modelov (Zamora in sod., 2006)

Regresijski model	R*	R ²	Vir	N	Komentar
$y = 0,0140x + 0,342$	0,727	0,529	Beckh in sod. (2004)	128	med različnih sort, področij
$y = 0,0177x + 0,271$	0,901	0,811	Ruegg & Blanc (1981)	/	tekoči medovi iz različnih področij
$y = 0,0177x + 0,267$	0,985	0,970	Chirife in sod. (2006)	36	tekoči argentinski medovi
$y = 0,0175x + 0,248$	0,973	0,947	Salamanca in sod. (2001)	/	kolumbijski medovi

/ - ni podatka

* koeficienti korelacije, izračunani iz podanih koeficientov determinacije

Tudi Cavia in sod. (2004) navajajo zvezo med vsebnostjo vode in aktivnostjo vode. Regresijski model je opisan z enačbo: $y = 0,017x + 0,3114$, s koeficientom korelacije (R) 0,881, kar pomeni, da je koeficient determinacije (R^2) 0,776. Pri raziskavi so vzorce razdelili v tri skupine. Prva in druga skupina sta zajemali 30 oz. 35 vzorcev medu, ki ni bil segrevan, istega porekla (Burgos), vendar različnih letnikov (prva skupina letnik 1996, druga skupina letnik 1998), medtem ko je tretja skupina zajemala 25 vzorcev medu, letnik 1998, vendar drugačnega geografskega porekla (Galicia). Pri tem so še vsak vzorec razdelili na dva dela, enega takoj shranili, v drugem pa umetno sprožili kristalizacijo in po določenem času opravili analize. V preglednici 2 so podani objavljeni regresijski modeli za posamezno skupino, kot tudi za celotno populacijo.

Preglednica 2. Pregled objavljenih regresijskih modelov, za vzorce različnih letnikov oz. različnega porekla (Cavia in sod., 2004)

Regresijski model	R	R ² *	Komentar
$y = 0,0215x + 0,239$	0,975	0,951	skupina 1 (N=30)
$y = 0,0236x + 0,206$	0,932	0,869	skupina 2 (N=35)
$y = 0,0148x + 0,338$	0,798	0,637	skupina 3 (N=25)
$y = 0,0196x + 0,267$	0,891	0,794	skupaj (N=90)

* koeficienti determinacije, izračunani iz podanih koeficientov korelacije

2.5 VPLIV KRISTALIZACIJE

Kristalizacija medu je naravni proces, ki ne vpliva na kakovost medu oz. na njegove kemijske lastnosti. Kristalizira vsak med, vendar v različnem času, pri tem pa nastajajo večji ali manjši kristali. Nekatere vrste medu kristalizirajo že v satju, nekatere po nekaj mesecih, nekatere pa šele po enem letu. Kristalizacija vpliva na spremembo barve in nekaterih drugih lastnosti (Meglič, 2004).

Dejavniki, ki odločilno vplivajo na potek kristalizacije medu, so: vsebnost sladkorjev, količina vode, temperatura in čas shranjevanja, prisotnost kristalizacijskih jeder in postopki pri pridobivanju medu (Božnar in Senegačnik, 1998). Sladkorji predstavljajo 95 % medu, predvsem monosaharida glukoza in fruktoza. Med lahko označimo kot prenasičeno raztopino glukoze, ta pa lahko spontano kristalizira pri sobni temperaturi in tvori glukoza monohidrat. Kristalizacija medu zmanjša koncentracijo topljenca (glukoze) v tekoči fazi in s tem povzroči povečanje a_w , kar vpliva na razmnoževanje osmofilnih kvasovk in s tem na fermentacijo medu (Zamora in Chirife, 2006).

Na stopnjo kristalizacije medu najbolj vpliva razmerje med glukozo in vodo. Vodna raztopina določenega topljenca ima določeno ravnotežno a_w (glukoza 0,891 pri 25 °C). Pri prenasičenju glukoze (segrevanje) se a_w zmanjša, kar pomeni da se pri utekočinjenju kristaliziranega medu a_w zmanjša, kar sta Zamora in Chirife (2006) pokazala na 49 vzorcih kristaliziranega in ponovno utekočinjenega medu in prišla do zaključka, da se a_w zmanjša za približno 0,03-0,04 po utekočinjenju.

Gleiter in sodelavci (2006) so analizirali 249 vzorcev medu in ugotavljali vpliv kristalizacije na različne vrste medu. Zaključili so, da je vsebnost glukoze tista, ki najbolj vpliva na a_w med kristalizacijo, saj se voda v medu vezana na glukozo med kristalizacijo sprosti in s tem se poveča a_w . Fruktoza je bolj topna in ostane v raztopini dalj časa. Zato je pomembno razmerje med glukozo in fruktozo v medu, saj bo med, ki vsebuje več glukoze prej kristaliziral. Pri tem so ugotovili, da cvetlični medovi vsebujejo več glukoze (40 – 50 g/100 g suhe snovi) kot gozdni (30 – 35 g/100 g suhe snovi) in zato bolj kristalizirajo. Ugotovili so tudi, da imajo, pri enaki vsebnosti vode, utekočinjeni gozdni medovi večjo a_w kot cvetlični, medtem ko pri kristaliziranih medovih ni občutnih razlik.

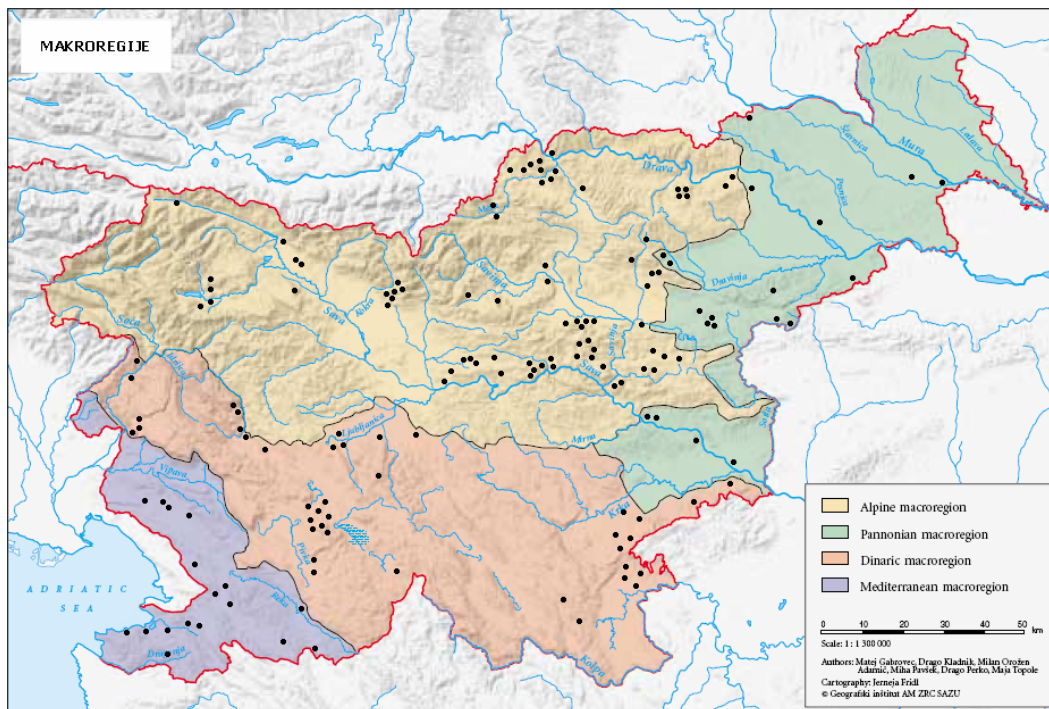
3 MATERIAL IN METODE DE LA

3.1 VZORCI

Analizirali smo 150 vzorcev medu iz različnih predelov Slovenije, ki so nam jih posredovali iz Katedre za vrednotenje živil, Oddelka za živilstvo. Med 150 analiziranimi vzorci medu jih je bilo 75 letnik 2004 in 75 letnik 2005. Glede na botanični izvor smo izbrali dve vrsti medu: cvetlični kot predstavnik medu iz nektarja in gozdni kot predstavnik medu iz mane. Medovi so bili sortno razvrščeni glede na določeno specifično elektrolitsko prevodnost po slovenskem pravilniku o medu (2004). Pri tem je specifična elektrolitska prevodnost za skupino cvetličnih medov največ 0,8 mS/cm in za skupino gozdnih najmanj 0,8 mS/cm. Od 150 analiziranih vzorcev je bilo 75 cvetličnih in 75 gozdnih. Vzorce smo razdelili v štiri skupine glede na naravnogeografske makroregije. Upoštevali smo naravnogeografsko delitev Slovenije, ki je bila objavljena leta 1998 v Geografskem zborniku (Perko, 1998,) in povzeta v diplomskem delu z naslovom Zveza med specifično elektrolitsko prevodnostjo in vsebnostjo pepela (Ocepek, 2005). V preglednici 3 je prikazano število analiziranih vzorcev iz posamezne makroregije. Med 150 vzorci je bilo 74 vzorcev iz alpskega sveta, 40 iz dinarskega, 19 iz panonskega in 17 vzorcev iz sredozemskega sveta. Slika 1 prikazuje razmejitev makroregij in razporeditev vzorcev po makroregijah.

Preglednica 3. Število vzorcev iz posamezne makroregije

Makroregija	Oznaka makroregije	Št. vzorcev
Alpski svet	1	74
Panonski svet	2	19
Dinarski svet	3	40
Sredozemski svet	4	17



Slika 1. Razporeditev vzorcev po makroregijah, razmejitve makroregij po Geografskem zborniku (Perko, 1998)

Vzorci so bili pridobljeni neposredno od čebelarjev oziroma čebelarskih društev in nato hranjeni v zaprtih, plastičnih posodah, pri sobni temperaturi, zaščiteni pred svetlobo. Vsak vzorec je bil označen s trimestno številko, napisano na embalaži. Podatki o vzorcih so podani v prilogi A. Podatki so bili posredovani s strani Katedre za vrednotenje živil, Oddelka za živilstvo.

3.1.1 Načrt dela, priprava vzorcev

Vsebnost vode smo lahko določili le tistim vzorcem, ki še niso kristalizirali, zato smo vse vzorce utekočinili v sušilniku pri 45 °C. Reprezentativen del posameznega vzorca smo predstavili v steklen ali plastičen tehtič s pokrovom, zaprli in označili. Tako pripravljene vzorce smo pustili čez noč v sušilniku pri 45 °C in po ohladitvi na sobno temperaturo določili vsebnost vode in aktivnost vode v dveh paralelkah. Rezultati posameznih meritev so podani v prilogi B. Pri statistični obdelavi podatkov smo upoštevali povprečne vrednosti dveh meritev.

3.1.2 Določitev ponovljivosti meritev aktivnosti vode

Pred začetkom analiz smo opravili predposkus, ki je zajemal 5 vzorcev medu. Vzorcem smo izmerili aktivnost vode v desetih paralelkah in nato izračunali povprečno vrednost. Ponovljivost smo ovrednotili s standardnim odklonom in koeficientom variacije. Rezultati so podani v preglednici 4.

3.2 DOLOČANJE VSEBNOSTI VODE

Princip:

Določanje vsebnosti vode na osnovi lomnega količnika s pomočjo ročnega refraktometra.

Aparatura in pribor:

- ročni refraktometer ATAGO HHR - 2N (Atago Co.,LTD)
- plastična žlica

Izvedba (Golob, 1999):

S plastično žlico previdno naneseemo vzorec medu na merilno prizmo. Poklopec nežno pritisnemo na merilno prizmo. Merilna prizma mora biti popolnoma prekrita, v vzorcu ne sme biti zračnih mehurčkov. Refraktometer držimo vodoravno proti viru svetlobe in odčitamo vsebnost vode v točki, kjer mejna črta seka skalo. Upoštevamo temperaturno korekcijsko vrednost na korekcijski skali, ki je na spodnji strani refraktometra. Korekcijska vrednost odstopa od 0, če temperatura merjenja odstopa od 20 °C. Odčitano korekcijsko vrednost prištejemo ali odštejemo od izmerjene vrednosti. Nato refraktometer očistimo z destilirano vodo in obrišemo do suhega.

Rezultat:

Merilna skala je prirejena za območje 12 – 30 % vode. Iz skale direktno odčitamo % vode in upoštevamo temperaturno korekcijsko vrednost.

3.3 DOLOČANJE AKTIVNOSTI VODE

Princip:

Instrumentalno določanje aktivnosti vode na osnovi določanja točke rosišča.

Aparatura in pribor:

- instrument CX-1 (Campbell Scientific LTD)
- plastične posodice s pokrovom
- nasičene vodne raztopine soli ($K_2Cr_2O_7$, NaCl, NH_4NO_3)
- silikagel
- plastična žlica

Aparatura vsebuje ogledalo, optični senzor, notranji ventilator in infrardeči senzor za temperaturo.

Izvedba (CX-1 water activity system, 1988):

Delovanje aparature pred začetkom določanja aktivnosti vode (a_w) preverimo z določitvijo a_w izbranih nasičenih vodnih raztopin soli ($K_2Cr_2O_7$, $a_w = 0,9800$; $NaCl$, $a_w = 0,7528$; NH_4NO_3 , $a_w = 0,6183$). Z vzorcem čim bolj enakomerno pokrijemo dno plastične posodice. Tako pripravljen vzorec vstavimo v aparaturo (brez pokrova) in premaknemo gumb na "READ"; s tem se začne merjenje. Pri tem v komori nad vzorcem kroži zrak. Ko se vzpostavi ravnotežje, je relativna vlaga v zraku nad vzorcem živila enaka aktivnosti vode v živilu. Za tem se ohlaja v komori prisotno ogledalo, dokler voda ne kondenzira, kar zazna optični senzor. Temperaturo, pri kateri voda kondenzira (točka rosišča), izmeri optični senzor. Ta pa je v povezavi z aktivnostjo vode v živilu. Ob pisku je meritev končana. Gumb nato premaknemo na prvotno pozicijo in plastično posodo z vzorcem odstranimo. Po vsakem merjenju vzorca ponovimo postopek s silikagelom, s katerim posušimo ogledalce v aparaturi. Po končanem delu posodice operemo z destilirano vodo. Pazimo, da so pred naslednjim merjenjem posodice popolnoma suhe.

Rezultat:

Vrednost na zaslonu je določena aktivnost vode.

3.4 STATISTIČNA OBDELAVA PODATKOV

Vse rezultate analiz smo zbrali in jih uredili s programom Microsoft Office EXCEL. Podatke smo statistično obdelali in ovrednotili z naslednjimi statističnimi parametri:

- aritmetična sredina – povprečje
- standardni odklon (SD)
- koeficient variacije (KV)
- koeficient korelacije (R)
- koeficient determinacije (R^2)

Aritmetična sredina: izračunamo jo tako, da seštejemo vrednosti spremenljivk vseh statističnih enot (x_i) in vsoto delimo s številom enot (n) (Adamič, 1989):

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \times \sum_{i=1}^n x_i \quad \dots(2)$$

Standardni odklon: pozitivna mera za razpršenost posameznih vrednosti. Najpogosteje uporabljena mera variacije je varianca (σ^2), ki je enaka kvadratu standardnega odklona. Varianca je povprečje kvadratov odklonov posameznih vrednosti od aritmetične sredine, izračunamo jo po enačbi (4) (Adamič, 1989):

$$SD = \sqrt{\sigma^2} \quad \dots(3)$$

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1} \quad \dots(4)$$

Koeficient variacije: relativna mera variabilnosti. Izračunamo ga tako, da standardni odklon delimo z aritmetično sredino in to izrazimo kot odstotek (Adamič, 1989):

$$KV(\%) = \frac{SD}{\bar{x}} \times 100 \quad \dots(5)$$

3.4.1 Analiza povezanosti dveh spremenljivk:

Medsebojno zvezo dveh spremenljivk (x in y) preučujemo z metodo korelacije in regresije. Na ta način lahko preučujemo odnos med spremenljivkama, ali obstaja povezanost in kakšne vrste je, ali pa poizkušamo na osnovi ene spremenljivke napovedati vrednost druge. O regresiji govorimo, kadar imamo neodvisno spremenljivko (x), katere vrednost izberemo sami in je vnaprej določena, ter drugo spremenljivko, ki je od prve odvisna in jo opisuje matematična funkcija $y = f(x)$. Regresijsko analizo je moč predstaviti v grafični obliki, pri tem je najpreprostejša linearna funkcija, kar pomeni, da je zveza dveh spremenljivk podana z enačbo premice. Kako dobro se posamezne vrednosti parametrov skladajo z enačbo premice nam pove koeficient determinacije (R^2).

Korelacija je prav tako metoda za statistično analizo dveh spremenljivk, pri tem pa obe spremenljivki obravnava kot neodvisni. To pomeni, da vrednosti spremenljivk ne moremo izbrati vnaprej, sta naključni, odvisni od napak pri merjenju, na obe delujejo biološki in drugi dejavniki variabilnosti. Korelacija je lahko pozitivna ali negativna, velika ali majhna, ali pa sploh ne obstaja. Korelacijo opisujejo različni koeficienti korelacije, med katerimi je tudi Pearsonov korelacijski koeficient (R) (Adamič, 1989).

Koeficient determinacije: je merilo povezanosti, vrednoti kakovost regresijskega modela. Izraža odstotek variabilnosti odvisne spremenljivke y , ki je pojasnjen z regresijskim modelom. Koeficient determinacije je enak kvadratu Pearsonovega korelacijskega koeficienta (Košmelj, 2001).

Pri regresijski analizi smo si pomagali z računalniškim programom Microsoft Office Excel 2003, ki na osnovi vsote najmanjših kvadratov odklonov posameznih točk izračuna regresijsko enačbo premice ter koeficient determinacije (R^2). Za izračun napake (nezanesljivosti parametrov enačbe premice, k in n) smo uporabili računalniški program Origin 6.1.

4 REZULTATI

Praktični del naloge je obsegal določanje vsebnosti vode in določanje aktivnosti vode v 150 izbranih vzorcih medu. Meritve smo opravili v dveh paralelkah, vrednosti posameznih meritev so podane v prilogi B.

4.1 DOLOČITEV PONOVLJIVOSTI METODE DOLOČANJA AKTIVNOSTI VODE

Pred začetkom analiz smo opravili predposkus, ki je zajemal 5 vzorcev medu. Vzorcem smo izmerili aktivnost vode v desetih paralelkah in nato izračunali povprečno vrednost po enačbi (2). Ponovljivost smo ovrednotili s standardnim odklonom, ki smo ga izračunali po enačbi (3) in koeficientom variacije, ki smo ga izračunali po enačbi (4). Rezultati so podani v preglednici 4.

Preglednica 4. Aktivnost vode in pripadajoče povprečne vrednosti, standardni odkloni in koeficienti variacije za 5 testnih vzorcev merjenih v 10 paralelkah

Oznaka vzorca	Aktivnost vode											SD	KV (%)
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	\bar{x}		
401	0,582	0,583	0,584	0,583	0,584	0,585	0,583	0,588	0,585	0,587	0,584	0,0019	0,32
457	0,526	0,522	0,523	0,526	0,525	0,523	0,523	0,526	0,522	0,524	0,524	0,0016	0,31
694	0,600	0,602	0,598	0,596	0,597	0,599	0,595	0,596	0,596	0,597	0,598	0,0022	0,36
518	0,530	0,537	0,536	0,535	0,535	0,542	0,535	0,537	0,54	0,538	0,537	0,0032	0,60
476	0,522	0,524	0,527	0,524	0,526	0,527	0,534	0,531	0,529	0,527	0,527	0,0035	0,67

Glede na odlično ponovljivost meritev ($KV < 1\%$) smo opisano pripravo vzorcev in predpisan način merjenja ocenili za primerno natančen način določanja aktivnosti vode (a_w).

4.2 REZULTATI DOLOČANJA VSEBNOSTI VODE IN AKTIVNOSTI VODE V MEDU

V preglednici 5 so podane povprečne vrednosti za vsebnost vode in povprečne vrednosti za aktivnost vode 75 vzorcev gozdnega medu, od katerih je 37 vzorcev letnik 2004 in 38 vzorcev letnik 2005. Povprečna vrednost vsebnosti vode vseh preiskovanih gozdnih medov je 15,32 %, najmanjša vrednost je 13,45 %, največja pa 17,95 %. Povprečna vrednost aktivnosti vode vseh preiskovanih gozdnih medov je 0,528, najmanjša je 0,483, največja pa 0,591.

Preglednica 5. Rezultati meritev aktivnosti vode in vsebnosti vode gozdnih medov (N=75)

Oznaka vzorca	Leto	Vsebnost vode (%)	a_w
11	2004	14,83	0,498
20	2004	15,23	0,523
22	2004	15,03	0,516
28	2004	15,40	0,522
48	2004	14,25	0,514
61	2004	16,05	0,543
80	2004	14,38	0,506
83	2004	16,13	0,545
88	2004	16,68	0,566
90	2004	15,50	0,526
106	2004	15,10	0,520
108	2004	15,18	0,539
113	2004	14,38	0,516
132	2004	15,35	0,532
133	2004	14,18	0,512
137	2004	14,65	0,522
151	2004	15,60	0,554
169	2004	15,03	0,510
190	2005	13,75	0,512
192	2005	15,45	0,535
193	2005	15,03	0,516
196	2005	16,55	0,561
198	2004	14,65	0,524
199	2004	14,60	0,524
203	2004	14,63	0,513
206	2005	15,58	0,514
209	2005	15,88	0,518
211	2005	17,55	0,558
213	2004	16,43	0,562
271	2004	14,98	0,528
284	2005	14,63	0,519
334	2004	17,95	0,583
336	2005	13,75	0,494
351	2004	15,00	0,504

se nadaljuje...

nadaljevanje preglednice 5. Rezultati meritev aktivnosti vode in vsebnosti vode gozdnih medov (N=75)

Oznaka vzorca	Leto	Vsebnost vode (%)	a_w
419	2004	17,55	0,591
443	2004	15,25	0,534
477	2004	15,08	0,509
503	2004	14,45	0,500
514	2004	16,15	0,534
529	2004	14,60	0,545
542	2004	16,65	0,575
544	2004	16,10	0,557
605	2004	15,58	0,549
620	2004	15,08	0,520
662	2004	15,28	0,546
663	2004	14,80	0,520
720	2005	14,75	0,535
721	2005	15,35	0,509
724	2005	14,93	0,507
749	2005	15,65	0,514
759	2005	16,85	0,568
761	2005	14,75	0,534
763	2005	14,65	0,516
764	2005	14,35	0,509
765	2005	14,28	0,504
773	2005	13,45	0,495
775	2005	14,45	0,505
779	2005	17,03	0,562
801	2005	14,70	0,516
803	2005	14,55	0,504
842	2005	16,80	0,549
858	2005	15,33	0,502
868	2005	15,75	0,534
871	2005	15,10	0,505
894	2005	16,00	0,536
895	2005	16,75	0,558
900	2005	15,38	0,526
908	2005	15,23	0,519
911	2005	13,80	0,483
922	2005	14,60	0,506
930	2005	14,55	0,507
940	2005	15,55	0,550
982	2005	14,75	0,521
989	2005	16,25	0,552
996	2005	17,25	0,573
\bar{x}		15,32	0,528
min		13,45	0,483
max		17,95	0,591

V preglednici 6 so podane povprečne vrednosti za vsebnost vode in povprečne vrednosti za aktivnost vode 75 vzorcev cvetličnega medu, od katerih je 38 vzorcev letnik 2004 in 37 vzorcev letnik 2005. Povprečna vrednost vsebnosti vode vseh preiskovanih cvetličnih medov je 15,69 %, najmanjša vrednost je 13,98 %, največja pa 18,55 %. Povprečna vrednost aktivnosti vode vseh preiskovanih cvetličnih medov je 0,521, najmanjša je 0,479, največja pa 0,577.

Preglednica 6. Rezultati meritev aktivnosti vode in vsebnosti vode cvetličnih medov (N=75)

Oznaka vzorca	Leto	Vsebnost vode (%)	a _w
23	2004	14,75	0,507
27	2004	15,53	0,524
29	2004	15,85	0,550
31	2004	15,03	0,512
33	2004	15,55	0,522
34	2004	15,55	0,521
39	2004	15,85	0,521
44	2004	14,70	0,502
60	2004	14,95	0,511
72	2004	15,60	0,519
86	2004	15,60	0,529
97	2004	14,80	0,504
98	2004	15,65	0,522
105	2004	15,73	0,524
141	2005	16,45	0,529
144	2004	15,05	0,503
145	2004	14,88	0,500
147	2004	14,75	0,505
161	2004	15,75	0,522
165	2004	14,70	0,507
177	2004	14,70	0,507
207	2005	16,25	0,522
208	2005	16,75	0,537
210	2005	15,40	0,529
241	2004	15,35	0,511
302	2004	14,70	0,510
332	2004	14,40	0,496
333	2004	15,00	0,506
355	2004	15,15	0,510
392	2004	16,05	0,525
394	2004	16,45	0,537
406	2004	17,05	0,552
416	2004	14,98	0,510
453	2004	18,40	0,576
456	2004	15,90	0,531
462	2004	15,68	0,517
509	2004	15,45	0,519

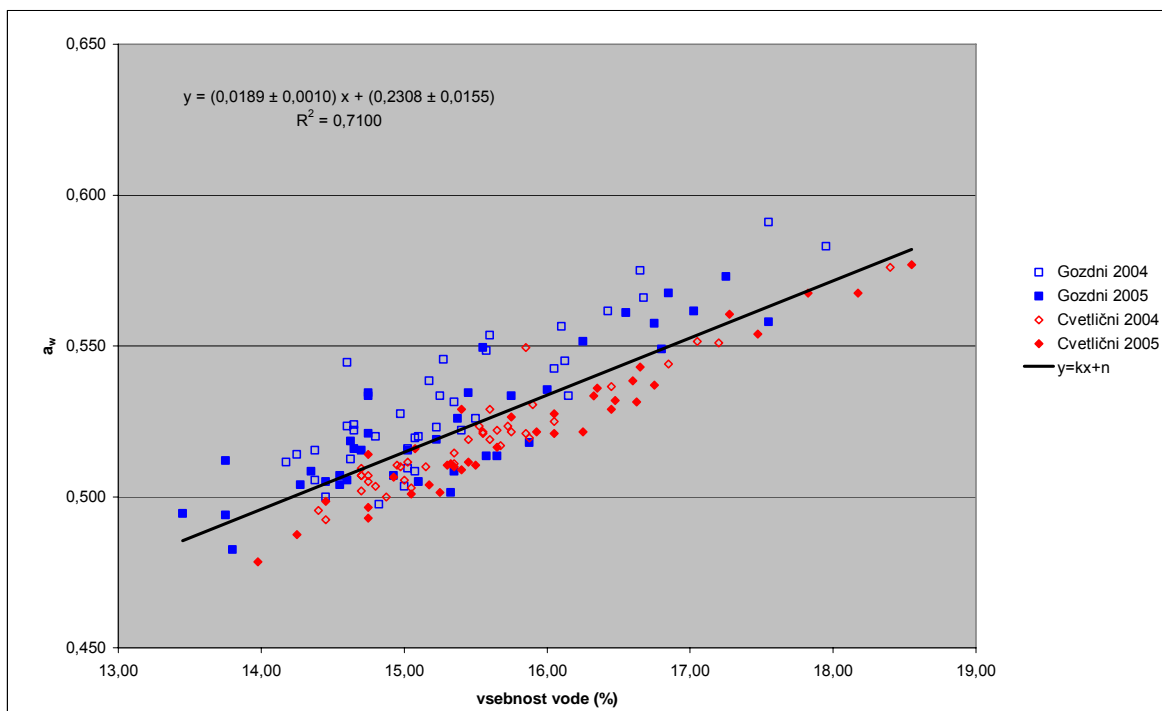
se nadaljuje...

nadaljevanje preglednice 5. Rezultati meritev aktivnosti vode in vsebnosti vode cvetličnih medov (N=75)

Oznaka vzorca	Leto	Vsebnost vode (%)	a_w
512	2004	17,20	0,551
537	2004	14,45	0,493
665	2004	15,35	0,515
681	2004	16,85	0,544
700	2004	15,88	0,520
713	2005	16,33	0,534
714	2005	16,05	0,528
716	2005	17,48	0,554
719	2005	15,35	0,510
751	2005	15,93	0,522
777	2005	15,05	0,501
802	2005	15,50	0,511
805	2005	17,28	0,561
812	2005	18,18	0,568
813	2005	14,75	0,497
817	2005	15,30	0,511
820	2005	15,40	0,509
821	2005	15,25	0,502
844	2005	16,35	0,536
846	2005	15,18	0,504
849	2005	15,65	0,517
850	2005	13,98	0,479
851	2005	17,83	0,568
852	2005	16,65	0,543
853	2005	14,93	0,507
854	2005	15,75	0,527
896	2005	14,45	0,499
909	2005	16,48	0,532
913	2005	16,60	0,539
923	2005	14,25	0,488
953	2005	16,05	0,521
956	2005	15,45	0,512
980	2005	14,75	0,514
986	2005	18,55	0,577
988	2005	15,33	0,511
992	2005	15,08	0,516
993	2005	14,75	0,493
997	2005	16,63	0,532
\bar{x}		15,69	0,521
min		13,98	0,479
max		18,55	0,577

4.2.1 Zveza med vsebnostjo vode in aktivnostjo vode za vse analizirane vzorce

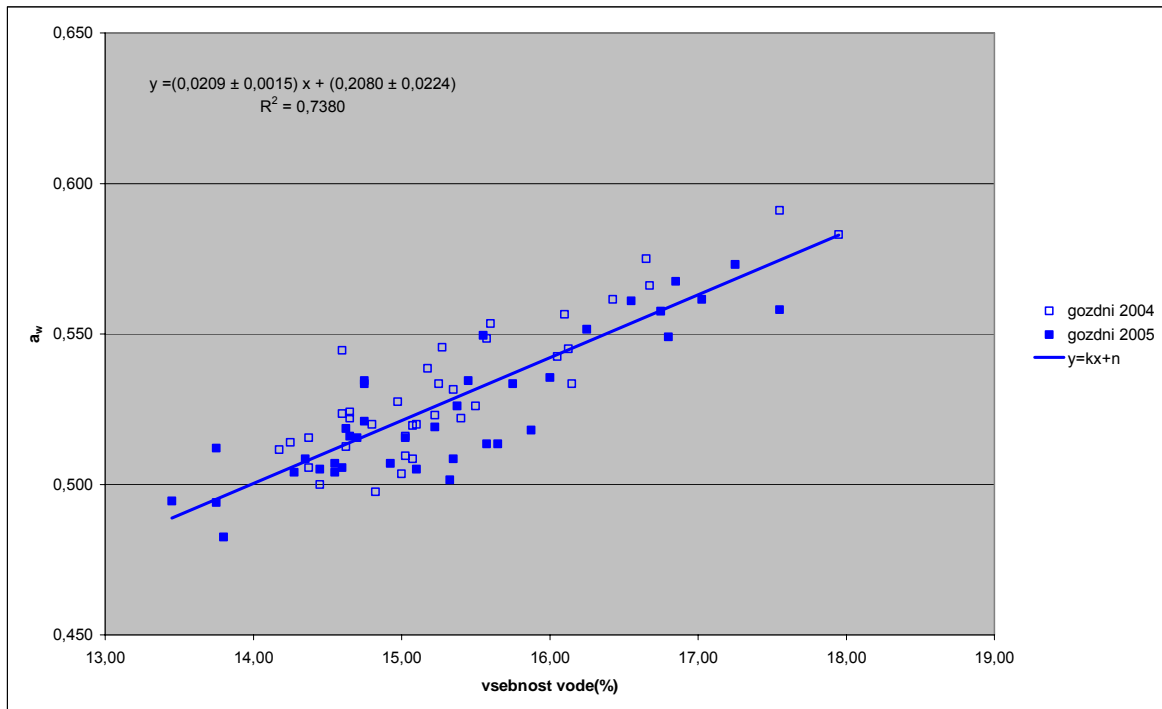
Na sliki 2 je prikazana zveza med aktivnostjo vode in vsebnostjo vode za vseh 150 vzorcev medu, ne glede na vrsto, letnik ali področje. Zvezo lahko opišemo z regresijskim modelom $y = 0,0189 x + 0,2308$. Koeficient determinacije (R^2) je 0,710, koeficient korelacije (R) pa 0,843.



Slika 2. Odvisnost aktivnosti vode od vsebnosti vode za vse analizirane vzorce (N=150)

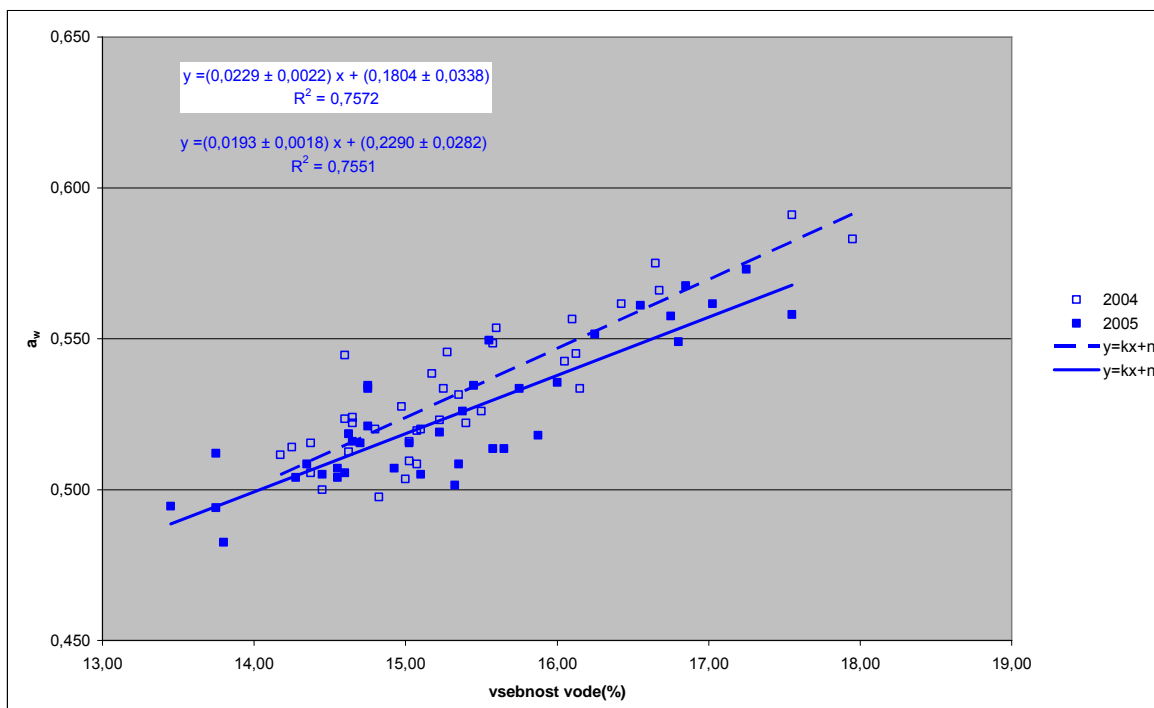
4.2.2 Zveza med vsebnostjo vode in aktivnostjo vode za gozdni med

Na sliki 3 je zveza med vsebnostjo vode in aktivnostjo vode za gozdni med opisana z regresijskim modelom: $y = 0,0209 x + 0,2080$. Koeficient determinacije (R^2) je 0,738, koeficient korelacije (R) pa 0,859.



Slika 3. Odvisnost aktivnosti vode od vsebnosti vode za analizirane vzorce gozdnih medov (N=75)

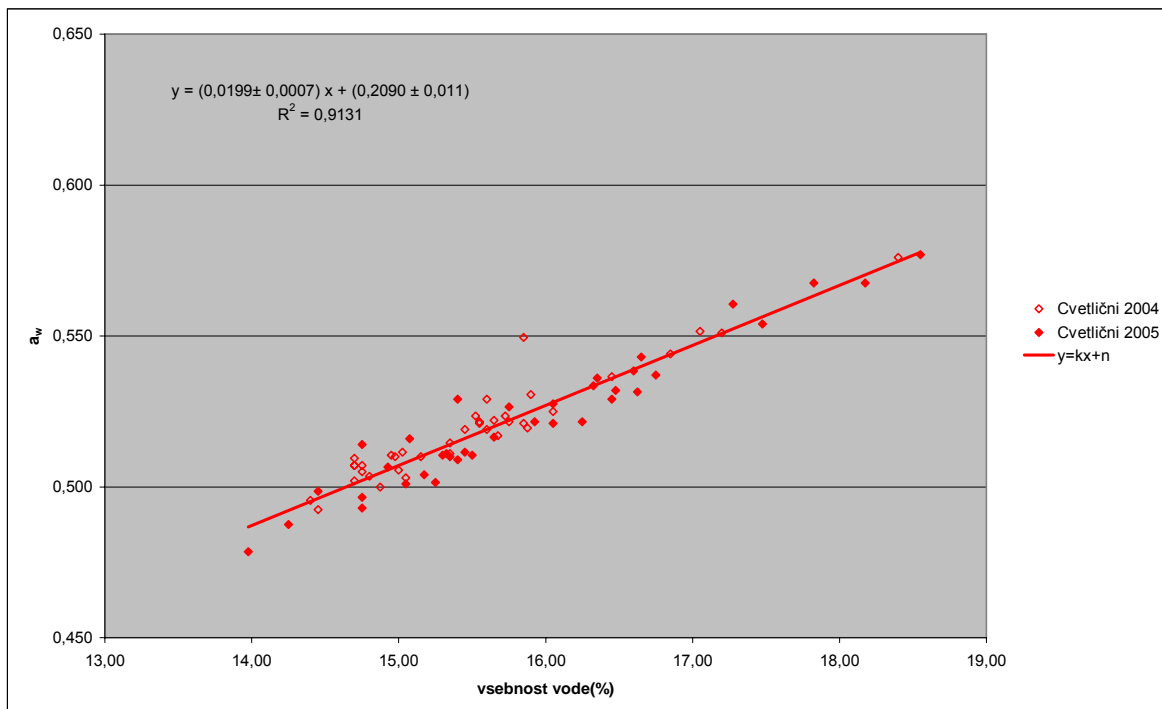
Za prikaz razlik med letnikoma smo opredelili gozdne medove letnik 2004 in 2005 vsakega s svojim regresijskim modelom, kar je prikazano na sliki 4. Zveza med aktivnostjo vode in vsebnostjo vode za 37 vzorcev medu letnik 2004 je opisana z regresijskim modelom: $y = 0,0229 x + 0,1804$. Koeficient determinacije (R^2) je 0,757, koeficient korelacije (R) pa je 0,870. Zveza med aktivnostjo vode in vsebnostjo vode za 38 vzorcev medu letnik 2005 je opisana z regresijskim modelom: $y = 0,0193 x + 0,2290$. Koeficient determinacije (R^2) je 0,755, koeficient korelacije (R) pa je 0,869.



Slika 4. Odvisnost aktivnosti vode od vsebnosti vode za analizirane vzorce gozdnih medov za posamezni letnik (N=75)

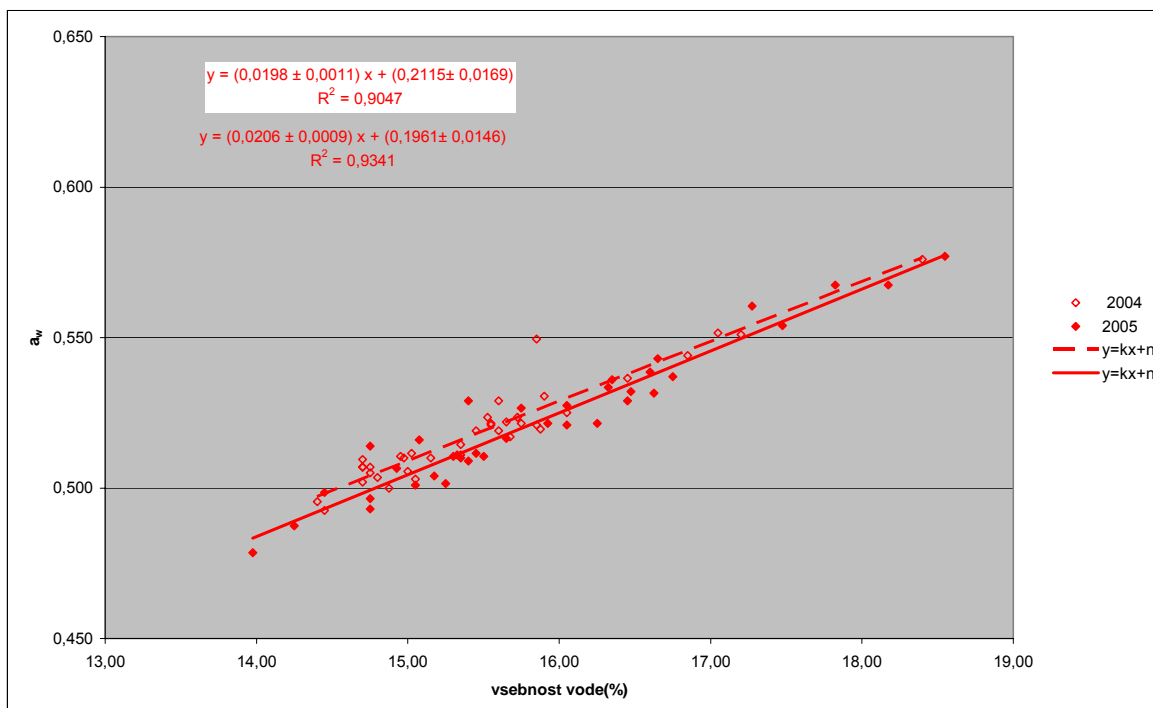
4.2.3 Zveza med vsebnostjo vode in aktivnostjo vode za cvetlični med

Na sliki 5 je zveza med vsebnostjo vode in aktivnostjo vode za cvetlični med opisana z regresijskim modelom: $y = 0,0199x + 0,2090$. Koeficient determinacije (R^2) je 0,913, koeficient korelacije (R) pa je 0,956.



Slika 5. Odvisnost aktivnosti vode od vsebnosti vode za analizirane vzorce cvetličnih medov (N=75)

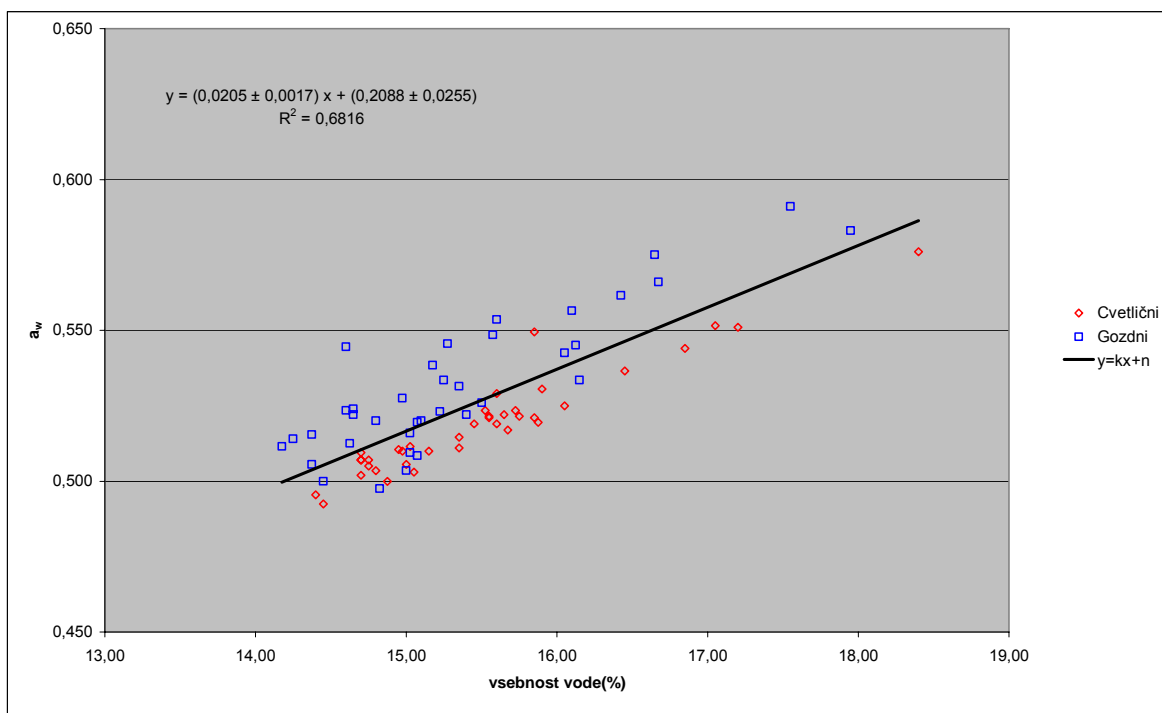
Za prikaz razlik med letnikoma smo opredelili cvetlične medove letnik 2004 in 2005 vsakega s svojim regresijskim modelom, kar je prizano na sliki 6. Zveza med vsebnostjo vode in aktivnostjo vode za 38 vzorcev medu letnik 2004 je podana z regresijskim modelom: $y = 0,0198 x + 0,2115$. Koeficient determinacije (R^2) je 0,905, koeficient korelacije (R) pa je 0,951. Zveza med aktivnostjo vode in vsebnostjo vode za 37 vzorcev medu letnik 2005 je opisana z regresijskim modelom: $y = 0,0206 x + 0,1961$. Koeficient determinacije (R^2) je 0,934, koeficient korelacije (R) pa je 0,966.



Slika 6. Odvisnost aktivnosti vode od vsebnosti vode za analizirane vzorce cvetličnih medov za posamezni letnik (N=75)

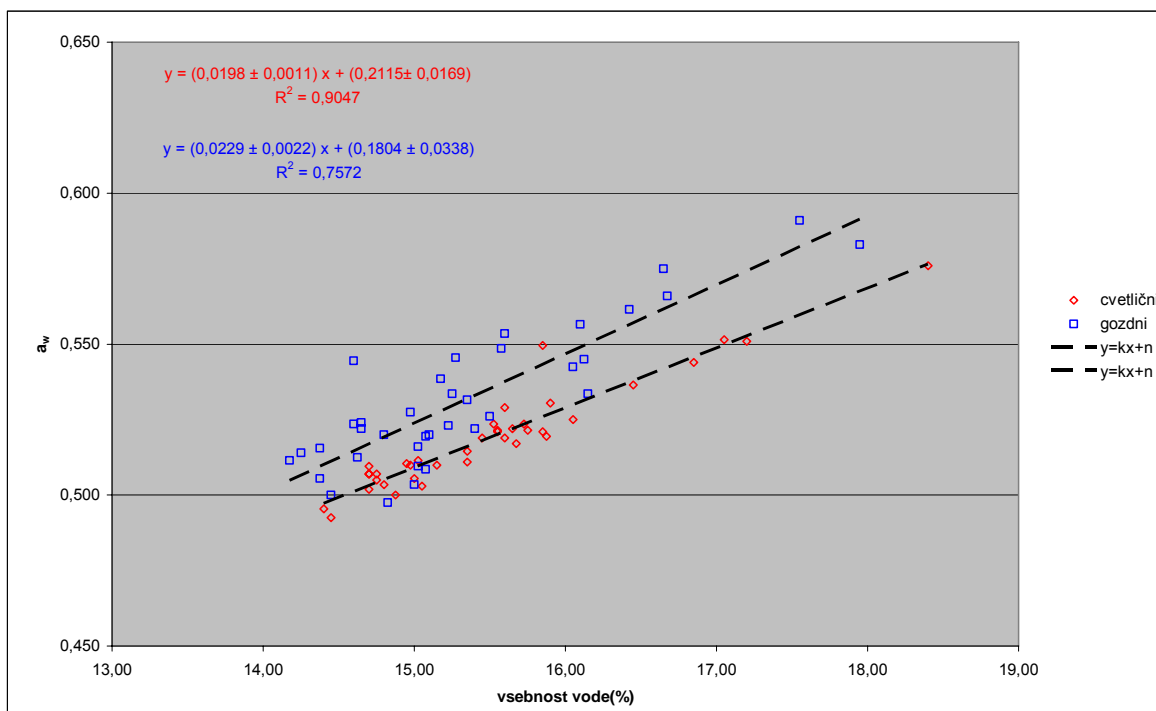
4.2.4 Zveza med vsebnostjo vode in aktivnostjo vode za vse analizirane vzorce letnik 2004

Slika 7 prikazuje odvisnost aktivnosti vode od vsebnosti vode za 75 vzorcev medu letnik 2004. Zveza je opisana z regresijskim modelom: $y = 0,0205 x + 0,2088$. Koeficient determinacije (R^2) je 0,682, koeficient korelacije (R) pa je 0,826.



Slika 7. Odvisnost aktivnosti vode od vsebnosti vode za analizirane vzorce medu letnik 2004 (N=75)

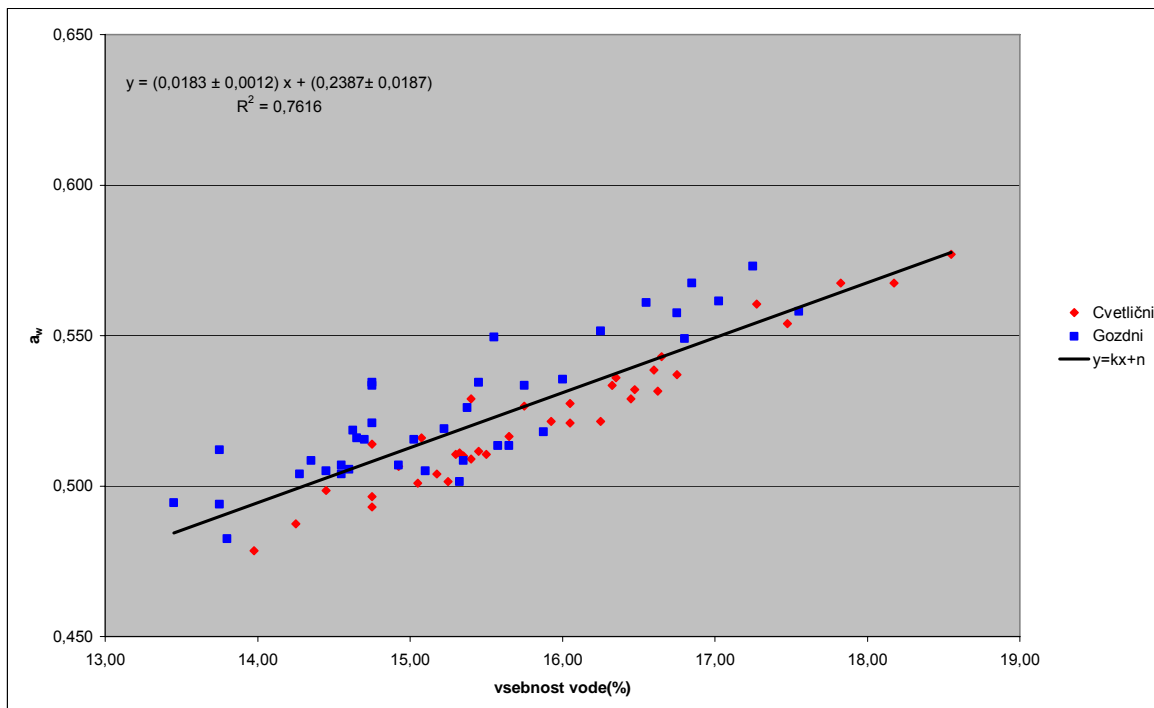
Za prikaz razlik med vrstama medu smo opredelili gozdne in cvetlične medove letnika 2004 s svojim regresijskim modelom (slika 8). Zveza med aktivnostjo vode in vsebnostjo vode za 38 vzorcev cvetličnega medu je opisana z regresijskim modelom: $y = 0,0198x + 0,2115$. Koeficient determinacije (R^2) je 0,905, koeficient korelacije (R) pa je 0,951. Zveza med aktivnostjo vode in vsebnostjo vode za 37 vzorcev gozdnega medu je opisana z regresijskim modelom: $y = 0,0229x + 0,1804$. Koeficient determinacije (R^2) je 0,757, koeficient korelacije (R) pa je 0,870. Vrednost za koeficient korelacije (R) nam kaže na močno povezavo med obema spremenljivkama, predvsem pri cvetličnem medu.



Slika 8. Odvisnost aktivnosti vode od vsebnosti vode za analizirane vzorce medu letnik 2004 za posamezno vrsto (N=75)

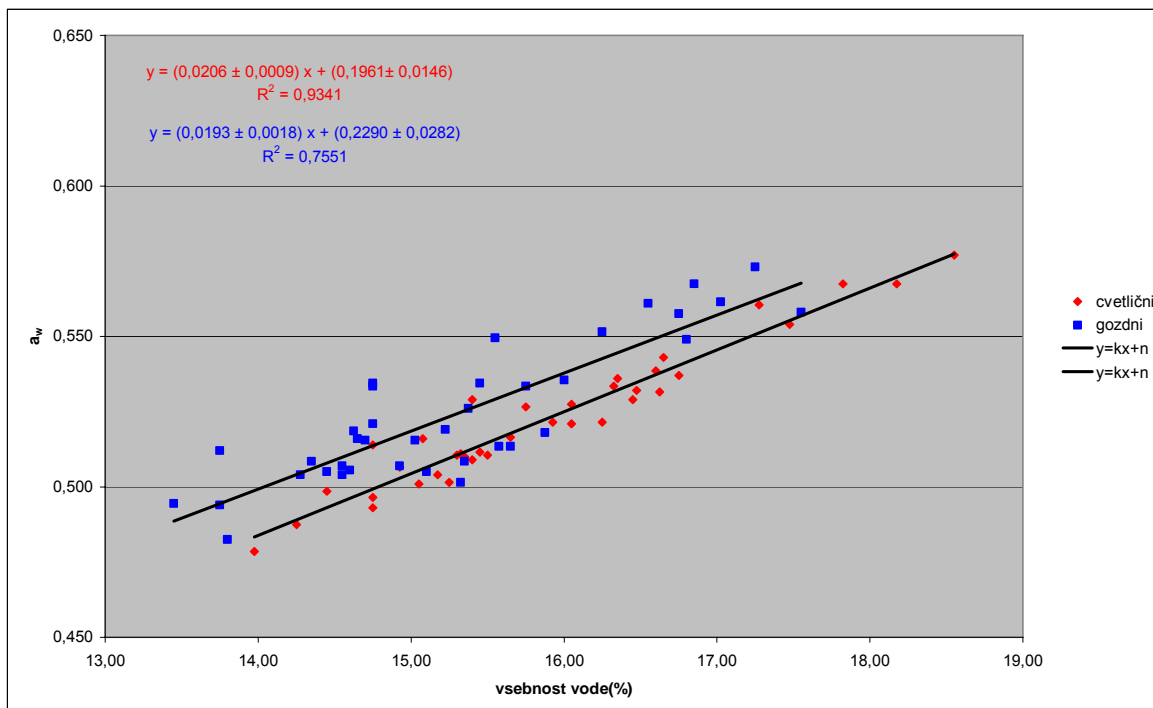
4.2.5 Zveza med vsebnostjo vode in aktivnostjo vode za vse analizirane vzorce letnik 2005

Slika 9 prikazuje odvisnost aktivnosti vode od vsebnosti vode za 75 vzorcev medu letnik 2005. Zveza je opisana z regresijskim modelom: $y = 0,0183 x + 0,2387$. Koeficient determinacije (R^2) je 0,762, koeficient korelacije (R) pa je 0,873.



Slika 9. Odvisnost aktivnosti vode od vsebnosti vode za analizirane vzorce medu letnik 2005 (N=75)

Za prikaz razlik med vrstama medu smo opredelili gozdne in cvetlične medove letnika 2005 s svojim regresijskim modelom. Zveza med aktivnostjo vode in vsebnostjo vode za 37 vzorcev cvetličnega medu je opisana z regresijskim modelom: $y = 0,0206 x + 0,1961$. Koeficient determinacije (R^2) je 0,934, koeficient korelacije (R) pa je 0,966, kar kaže na močno povezavo med obema parametroma. Zveza med aktivnostjo vode in vsebnostjo vode za 38 vzorcev gozdnega medu je opisana z regresijskim modelom: $y = 0,0193 x + 0,2290$. Koeficient determinacije (R^2) je 0,755, koeficient korelacije (R) pa je 0,869.



Slika 10. Odvisnost aktivnosti vode od vsebnosti vode za analizirane vzorce medu letnik 2005 za posamezno vrsto (N=75)

Preglednica 7. Vrednosti parametrov v regresijskem modelu, napake parametrov, koeficienti korelacije in standardna deviacija opravljenih regresijskih analiz

Skupine vzorcev	N	k	Δk	n	Δn	R	SD
Vsi vzorci	150	0,0189	0,0010	0,2308	0,0155	0,843	0,0119
Vsi gozdni	75	0,0209	0,0015	0,2080	0,0224	0,859	0,0120
Gozdni 2004	37	0,0229	0,0022	0,1804	0,0338	0,870	0,0116
Gozdni 2005	38	0,0193	0,0018	0,2290	0,0282	0,869	0,0116
Vsi cvetlični	75	0,0199	0,0007	0,2090	0,0110	0,956	0,0060
Cvetlični 2004	38	0,0198	0,0011	0,2115	0,0169	0,951	0,0055
Cvetlični 2005	37	0,0206	0,0009	0,1961	0,0146	0,966	0,0059
Letnik 2004	75	0,0205	0,0017	0,2088	0,0255	0,826	0,0121
Letnik 2005	75	0,0183	0,0012	0,2387	0,0187	0,873	0,0112

4.3 STATISTIČNA PRIMERJAVA ANALIZIRANIH PARAMETROV V MEDU GLEDE NA MAKROREGIJE

Vse analizirane vzorce (N=150) smo uvrstili v naravnogeografske makroregije. V preglednici 7 je podano število vzorcev v posamezni makroregiji, povprečne vrednosti parametrov, minimalne in maksimalne vrednosti ter SD.

Preglednica 8. Osnovna statistika po makroregijah za vsebnost vode in aktivnost vode

Makroregija	N	Parameter	Vsebnost vode (%)	Aktivnost vode
Alpski svet	74	\bar{x}	15,45	0,527
		min	13,45	0,483
		max	18,55	0,591
		SD	1,01	0,023
Panonski svet	19	\bar{x}	15,88	0,525
		min	14,25	0,479
		max	18,40	0,583
		SD	1,03	0,021
Dinarski svet	40	\bar{x}	15,40	0,521
		min	13,98	0,479
		max	17,95	0,583
		SD	0,86	0,021
Sredozemski svet	17	\bar{x}	15,56	0,518
		min	14,45	0,497
		max	18,18	0,568
		SD	1,02	0,022
Slovenija	150	\bar{x}	15,50	0,524
		min	13,45	0,479
		max	18,55	0,591
		SD	0,98	0,022

Za vzorce medu smo izračunali povprečno vsebnost vode in povprečno aktivnosti vode za posamezno makroregijo, in sicer je za alpski svet povprečna vsebnost vode 15,45 % in povprečna aktivnost vode 0,527, za panonski svet povprečna vsebnost vode 15,88 % in povprečna aktivnost vode 0,525, za dinarski svet povprečna vsebnost vode 15,40 % in povprečna aktivnost vode 0,521 ter za sredozemski svet povprečna vsebnost vode 15,56 % in povprečna aktivnost vode 0,518. Vrednosti za vsako posamezno makroregijo so zelo podobne vrednostim za celotno skupino.

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

5.1 RAZPRAVA

Eksperimentalni del raziskave je obsegal kvantitativno določitev vsebnosti vode in aktivnosti vode v 150 vzorcih medu s celotnega območja Slovenije. Temu je sledila statistična analiza, s katero smo preučili in ovrednotili medsebojne zveze parametrov. Vzorci pripadajo dvema različnima vrstama medu, in sicer je 75 vzorcev cvetličnega medu in 75 vzorcev gozdnega medu. Med izbranimi vzorci jih polovica pripada letniku 2004 in polovica letniku 2005.

Rezultati analize vsebnosti vode so pokazali, da vsi vzorci ustrezajo Pravilniku o medu (2004), ki dovoljuje največ 20 % vode. Vzorec (986) z največjo vsebnostjo vode je bil vzorec cvetličnega medu, z vsebnostjo vode 18,55 %. Najmanj vode (13,45 %) je vseboval vzorec gozdnega medu (773).

Rezultati določanja aktivnosti vode v medu kažejo na nekoliko manjše vrednosti, kot so tiste iz literature. Izmerjene vrednosti so v intervalu od 0,479 do 0,591. Gleiter in sod. (2006) navajajo, da je a_w medu v intervalu od 0,50 do 0,65.

Namen naloge je bil iskanje zveze med spremenljivkama in s tem omogočiti sklepanje o vsebnosti vode iz določene aktivnosti vode. Vsebnost vode bi tako določili posredno iz zelo hitre in zelo enostavne meritve aktivnosti vode. Najprej smo določili ponovljivost metode določanja aktivnosti vode v medu. Ponovljivost rezultatov je več kot 99 %, iz česar sklepamo, da je metoda primerna za tovrstno analizo.

Zvezo med vsebnostjo vode (x) in aktivnostjo vode (y) na vseh 150 vzorcih medu smo opisali z regresijskim modelom $y = (0,019 \pm 0,001) x + (0,23 \pm 0,02)$. Koeficient korelacije, ki je 0,84, kaže na kar močno povezanost spremenljivk, pri tem pa velja, da 71 % variabilnosti aktivnosti vode lahko pojasnimo z vsebnostjo vode. Pri izračunu regresijskega modela smo si pomagali z računalniškim programom Microsoft Office Excel 2003, ki na osnovi vsote najmanjših kvadratov odmikov posameznih točk od izračunane regresijske enačbe premice izračuna koeficient determinacije (R^2). Za izračun napak koeficientov smo uporabili računalniški program Origin 6.1.

Chirife in sod. (2006) so ugotavljali zvezo med vsebnostjo vode in aktivnostjo vode na 36 vzorcih argentinskih medov in dobili naslednji regresijski model: $y = 0,0177 x + 0,267$, s koeficientom korelacije 0,97. Možen vzrok za razlike od našega modela in za močnejšo povezanost spremenljivk je majhno število vzorcev in dejstvo, da so bili vsi vzorci tekoči. Zamora in sod. (2006) so primerjali štiri regresijske modele, ki so objavljeni v različni literaturi. Zaradi pomankljivih podatkov o vzorcih in o velikosti obravnavanih populacij, lahko samo domnevamo o možnih vzrokih za razlike oz. podobnosti z našim regresijskim modelom.

Regresijski model, ki ga navajajo Cavia in sod., (2004), je primerljiv z našim. Analizirali so 90 vzorcev dveh različnih letnikov iz dveh pokrajin. Pri tem so še vsak vzorec razdelili na dva dela, enega takoj shranili, drugemu pa umetno sprožili kristalizacijo in po določenem času opravili analize. Regresijski model, ki ga podajajo, je: $y = 0,017x + 0,31$, s koeficientom korelacije (R) 0,88. Ta model zajema vse vzorce, kot tudi večkratne meritve istih vzorcev, po določenem času (N = 660). Če primerjamo naš regresijski model z regresijskim modelom, dobljenim na 90 vzorcih prvič merjenega medu, brez sprožene kristalizacije, ugotovimo, da sta si modela še bolj podobna. Regresijski model, ki ga navajajo, je: $y = 0,020x + 0,27$, s koeficientom korelacije 0,89.

Določali smo tudi zvezo med vsebnostjo vode in aktivnostjo vode za obe vrsti medu. Analizirali smo cvetlične in gozdne medove. Medovi so bili sortno razvrščeni glede na določeno specifično elektrolitsko prevodnost. Regresijski model za 75 vzorcev gozdnega medu je: $y = (0,021 \pm 0,002)x + (0,21 \pm 0,02)$. Koeficient korelacije je 0,86, pri tem lahko 74 % variabilnosti aktivnosti vode pojasnimo z vsebnostjo vode. Zvezo med vsebnostjo vode in aktivnostjo vode na 75 vzorcih cvetličnega medu smo opisali z regresijskim modelom $y = (0,020 \pm 0,001)x + (0,21 \pm 0,01)$. Koeficient korelacije, ki je 0,96, kaže na zelo močno povezanost spremenljivk. Po opisanem modelu 91 % variabilnosti aktivnosti vode pojasnjuje vsebnost vode. Pri tem opazimo bistveno boljšo zvezo med vsebnostjo vode in aktivnostjo vode za cvetlični med, kot prej za gozdni med. Zato domnevamo, da sta bistrost in barva medu ključen dejavnik pri določanju linearnosti zveze med parametroma. Pri tem ugotavljamo tudi večjo zanesljivost in pravilnost pri določanju aktivnosti vode, kot pri refraktometričnem določanju vsebnosti vode, saj pri refraktometričnem določanju na lomni količnik vplivajo nečistoče, kot npr. obarvanost medu, ki ovirajo pot svetlobe. Pri gozdnih medovih so te ovire večje kot pri cvetličnih.

Primerjali smo tudi razlike med letniki analiziranih medov. Pri tem smo ugotovili, da sta regresijska modela za letnik 2004 in 2005 v okviru nezanesljivosti določitve k in n enaka regresijskemu modelu za vse analizirane medove. Koeficient korelacije za analizirane medove letnik 2004 je 0,83, pri tem pa lahko 68 % variabilnosti aktivnosti vode pojasnimo z vsebnostjo vode. Za letnik 2005 je koeficient korelacije 0,87, 74 % variabilnosti aktivnosti vode pa lahko pojasnimo z vsebnostjo vode.

Vse vzorce (150) smo glede na pasišče razdelili v štiri skupine glede na naravnogeografske makroregije. Upoštevali smo naravnogeografsko delitev Slovenije na alpski, panonski, dinarski in sredozemski svet. Povprečna vsebnost vode se po pokrajinah bistveno ne razlikuje: od 15,40 do 15,56 %, razen v panonskem svetu, kjer je nekoliko večja (15,88 %). Povprečne vrednosti aktivnosti vode se po pokrajinah bistveno ne razlikujejo in znašajo od 0,521 do 0,527.

5.2 SKLEPI

Na podlagi eksperimentalnih določitev vsebnosti vode in aktivnosti vode ter statistične obdelave, lahko povzamemo naslednje sklepe:

- Povprečna vsebnost vode (150 vzorcev medu) je 15,50 %; od 13,45 % do 18,55 %.
- Povprečna aktivnost vode (150 vzorcev medu) je 0,524; od 0,479 do 0,591.
- Med vsebnostjo vode in aktivnostjo vode obstaja statistično značilna zveza, ki jo opisuje regresijski model: $y = (0,019 \pm 0,001) x + (0,23 \pm 0,02)$; $R = 0,84$, kar kaže na močno povezanost med spremenljivkama. Na osnovi omenjene zveze priporočamo regresijski model, ki smo ga dobili, za posredno določanje vsebnosti vode iz določanja aktivnosti vode, ki je hitra, predvsem pa zanesljiva in ponovljiva metoda.
- Med vsebnostjo vode in aktivnostjo vode obstajajo naslednje statistično značilne zveze:
 - za vse vzorce medu: $y = (0,019 \pm 0,001) x + (0,23 \pm 0,02)$, $R = 0,84$
 - za gozdni med: $y = (0,021 \pm 0,002) x + (0,21 \pm 0,02)$, $R = 0,86$
 - za cvetlični med: $y = (0,020 \pm 0,001) x + (0,21 \pm 0,01)$, $R = 0,96$
 - za letnik 2004: $y = (0,021 \pm 0,002) x + (0,21 \pm 0,03)$, $R = 0,83$
 - za letnik 2005: $y = (0,018 \pm 0,001) x + (0,24 \pm 0,02)$, $R = 0,87$

Glede na rezultate statistične analize ugotavljamo linearno zvezo med vsebnostjo vode in aktivnostjo vode za vse skupine analiziranih vzorcev, pri čemer razlike med skupinami (vrsta, letnik) niso statistični značilne.

- Povezava med vsebnostjo vode in aktivnostjo vode za cvetlični med je zelo močna ($R = 0,96$) in najbolj statistično značilna, pri tem lahko 91 % variabilnosti aktivnosti vode pojasnimo z vsebnostjo vode. Domnevamo, da je bistrost in barva medu ključen dejavnik pri določanju zveze med parametroma. Pri tem ugotavljamo tudi večjo zanesljivost in pravilnost pri določanju aktivnosti vode, kot pri refraktometričnem določanju vsebnosti vode, saj na lomni količnik vplivajo mehanske ovire, kot npr. obarvanost in nečistoče, ki ovirajo pot svetlobe. Pri gozdnih medovih so te ovire večje kot pri cvetličnih.
- Regresijski model za letnik 2004 in regresijski model za letnik 2005 se statistično ne razlikujeta in sta v okviru nezanesljivosti določitve k in n enaka regresijskemu modelu za vse analizirane medove. S smiselnim številom decimalnih mest in upoštevanjem nezanesljivosti določitve k in n , lahko uporabimo regresijski model za vse analizirane medove za posredno določanje vsebnosti vode iz določene aktivnosti vode.
- Povprečne vsebnosti vode in aktivnosti vode za posamezne makroregije se bistveno ne razlikujejo od povprečnih vrednosti za ostale makroregije.

6 POVZETEK

Osnovni namen diplomskega dela je bil določiti vsebnost vode in aktivnost vode v reprezentativnem številu vzorcev slovenskega medu iz različnih delov Slovenije, iskanje zveze med obema spremenljivkama in njuno zvezo opisati z ustreznim regresijskim modelom.

Analize smo opravili na 150 vzorcih gozdnega in cvetličnega medu, letnika 2004 oz. 2005. Vrsta medu je bila predhodno določena z merjenjem specifične elektrolitske prevodnosti. Povprečna vsebnost vode (150 vzorcev medu) je 15,50 %, Povprečna aktivnost vode 150 vzorcev medu je 0,524. Povprečne vsebnosti vode so v intervalu od 13,45 do 18,55 %, povprečne aktivnosti vode pa od 0,479 do 0,591. Ker vsebnost vode v nobenem vzorcu medu ne presega zgornje priporočene vrednosti (20 %), lahko zaključimo, da vsi vzorci ustrezajo slovenskemu pravilniku o medu (2004).

Aktivnost vode v medu smo določali instrumentalno na osnovi določanja točke rosišča. Ponovljivost metode je 99 %, kar smo preverili z večkratnim določanjem aktivnosti vode v petih testnih vzorcih.

Zvezo med vsebnostjo vode in aktivnostjo vode za skupno 150 vzorcev medu opisuje regresijski model: $y = (0,019 \pm 0,001) x + (0,23 \pm 0,02)$; $R = 0,84$, kar kaže na močno povezanost med spremenljivkama. Na osnovi omenjene zveze priporočamo dobljeni regresijski model za posredno določanje vsebnosti vode iz določanja aktivnosti vode. Refraktometrično določanje vsebnosti vode je sicer hitra metoda, pri analizah tekočih medov, medtem ko je precej dolgotrajna predvsem pri analizah kristaliziranih medov, ki jih je potrebno pred refraktometričnim določanjem vsebnosti vode utekočiniti pri 45 °C in ohladiti na sobno temperaturo.

Glede na dobljene rezultate in zelo močno povezavo med vsebnostjo vode in aktivnostjo vode za cvetlični med ($R = 0,96$), domnevamo, da sta bistrost in barva medu ključna dejavnika pri določanju zveze med parametroma. Pri tem ugotavljamo tudi večjo zanesljivost in pravilnost pri določanju aktivnosti vode, kot pri refraktometričnem določanju vsebnosti vode, saj na lomni količnik vplivajo mehanske ovire, kot npr. obarvanost, ki ovirajo pot svetlobe. Pri gozdnih medovih so te ovire večje kot pri cvetličnih. Iz tega sklepamo, da je določanje aktivnosti vode bolj pravilna metoda kot refraktometrično določanje vsebnosti vode, zato priporočamo merjenje aktivnosti vode kot merilo za vsebnost vode.

Primerjali smo tudi razlike med letniki analiziranih medov. Pri tem smo ugotovili, da se regresijski model za letnik 2004 in regresijski model za letnik 2005 statistično ne razlikujeta in sta v okviru nezanesljivosti določitve k in n enaka regresijskemu modelu za vse analizirane medove. S smiselnim številom decimalnih mest in upoštevanjem

nezanesljivosti določitve k in n , lahko uporabimo regresijski model za vse analizirane medove za posredno določanje vsebnosti vode iz določene aktivnosti vode.

Vse vzorce smo glede na pasišče razdelili v štiri skupine glede na naravnogeografske makroregije. Upoštevali smo naravnogeografsko delitev Slovenije na alpski, panonski, dinarski in sredozemski svet. Povprečna vsebnost vode se po pokrajinah bistveno ne razlikuje, nekoliko večja je le v panonskem svetu. Povprečne vrednosti aktivnosti vode se po pokrajinah bistveno ne razlikujejo.

7 VIRI

- Abramovič H. 2003. Je voda v vašem živilu aktivna. *Kemija v šoli*, 15, 4: 23-26
- Adamič Š. 1989. *Temelji biostatistike*. 2. izd. Ljubljana, Medicinska fakulteta Univerze v Ljubljani, Inštitut za biomedicinsko informatiko: 195 str.
- Al-Khalifa A.S., Al-Arifly I.A. 1999. Physicochemical characteristics and pollen spectrum of some Saudi honeys. *Food Chemistry*, 67: 21-25
- Beckh G., Wessel P., Luellmann C. 2004. A contribution to yeasts and their metabolic products as natural components of honey. Part 2. Moisture content and water content as quality parameters. Cit. po: Zamora M.C., Chirife J., Roldán D. 2006. On the nature of the relationship between water activity and % moisture in honey. *Food Control*, 17: 642 - 647
- Božnar A., Senegačnik J. 1998. Čebelji pridelki: Med. V: Od čebele do medu. Poklucar J. (ur.). Ljubljana, Kmečki glas: 376-413
- Božnar M. 2002. Zaklad iz čebeljega panja. Ljubljana, Kmečki glas: 39 str.
- Cavia M.M., Fernández-Muiño M.A., Huidobro J.F., Sancho M.T. 2004. Correlation between moisture and water activity of honeys harvested in different years. *Journal of Food Science*, 69,5: 368-370
- Chirife J., Zamora M.C., Motto A. 2006. The correlation between water activity and % moisture in honey: Fundamental aspects and application to Argentine honeys. *Journal of Food Engineering*, 72: 287-292
- CX-1 water activity system: Instruction manual: Version 1/3.88. 1988. Loughborough, Campbell Scientific ltd. UK: 16 str.
- Gleiter R.A., Horn H., Isengard H.-D. 2006. Influence of type and state of crystallisation on the water activity of honey. *Food Chemistry*, 96: 441-445
- Golob T. 1999. Osnove refraktometrije in elektrolitske prevodnosti. V: Pridelava in kontrola medu v okviru kolektivne blagovne znamke za slovenski med. Golob T. (ur.). Ljubljana, Čebelarska zveza Slovenije in Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 49-60
- Golob T., Bertoncej J., Škrabanja V. 2002. Sensory characteristics of Slovenian honey. *Zbornik Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani: Kmetijstvo*, 79, 2: 381-389
- Gregorc A. 1998. Zgradba in delovanje čebeljega telesa. V: Od čebele do medu. Poklucar J. (ur.). Ljubljana, Kmečki glas: 24-48

- Isengard H.-D. 2001. Water content, one of the most important properties of food. *Food Control*, 12: 395-400
- Isengard H.-D. 2006. Water – A simple substance? *Food Chemistry*, 96: 345-345
- Klofutar C. 1997. Termodinamska aktivnost vode. V: *Moderne tehnologije predelave in kakovost živil*. 18. Bitenčevi živilski dnevi '97, Ljubljana, 12-13 jun. 1997. Žlender B., Gašperlin L., Hočevar I. (ur). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 21 - 31
- Košmelj K. 2001 *Uporabna statistika*. Ljubljana, Biotehniška fakulteta Univerze v Ljubljani: 249 str.
- Krell R. 1996. Honey. V: *Value – added products from beekeeping*. Krell K.(ed.) Rome, FAO: 5-85
- Meglič M. 2004. Čebelji pridelki: Pridobivanje in trženje. 1. izdaja. Brdo pri Lukovici, Čebelarstva zveza Slovenije: 96 str.
- Ocepek M. 2005. Zveza med specifično elektrolitsko prevodnostjo in vsebnostjo pepela. Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 54 str.
- Perko D. 1998. The regionalization of Slovenia. *Geografski zbornik*, 38: 11-57
- Pierce M. M. 2003. Water: Structures, properties, and determination. V: *Encyclopedia of food sciences and nutrition*. Vol. 10. Trugo L. C., Finglas P. M. (eds.). 2nd ed. Oxford, Academic Press: 6082-6086
- Plestenjak A. 1999. Fizikalno kemijske lastnostimeđu, zakonodaja, vzorčenje. V: *Pridelava in kontrola medu v okviru kolektivne blagovne znamke za slovenski med*. Golob T. (ur.). Ljubljana, Čebelarstva zveza Slovenije in Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 14-17
- Pravilnik o medu. 1999. Uradni list Republike Slovenije, 9,34: 3460-3468
- Pravilnik o medu. 2004. Uradni list Republike Slovenije, 14, 31: 3611-3612
- Roos Y.H. 2003. Water activity: Principles and measurement. V: *Encyclopedia of food sciences and nutrition*. Vol. 10. Trugo L. C., Finglas P. M. (eds.). 2nd ed. Oxford, Academic Press: 6089-6101
- Ruegg M. Blanc B. 1981. The water activity of honey and related sugar solutions. *Lebensmittel-Wissenschaft Und Technologie*, 14: 1-6
- Scott W.J. 1953. Water relations of *Staphylococcus aureus* at 30 °C. *Australian Journal of Biological Science*, 6: 549-564

Salamanca G.G. Pérez F.C. Serra B.J.A. 2001. Determinación de la actividad de agua en mieles colombianas de las zonas de Bocayá e Tolima. Apiservices- galeria apicola virtual.

http://www.beekeeping.com/articulos/salamanca/actividad_agua.htm(oktober, 2006): 6 str.

Snowdon J.A., Cliver D.O. 1996. Microorganisms in honey. International Journal of Food Microbiology, 31: 1-26

Šivic F. 1998. Manine paše. V: Od čebele do medu. Poklukar J. (ur.). Ljubljana, Kmečki glas: 162-177

Zamora M.C., Chirife J. 2006. Determination of water activity change due to crystallization in honeys from Argentina. Food Control, 17: 59-64

Zamora M.C., Chirife J., Roldán D. 2006. On the nature of the relationship between water activity and % moisture in honey. Food Control, 17: 642-647

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorici doc. dr. Milici Kač za ves trud, strokovne nasvete in kritičen pregled diplomske naloge. Za pregled naloge se zahvaljujem tudi somentorici doc. dr. Heleni Abramovič in recenzentki prof. dr. Tereziji Golob.

Hvala tudi Katedri za vrednotenje živil za posredovanje vzorcev medu ter strokovno pomoč. Zahvaljujem se tudi tehničnima sodelavkama, ge. Jani Martinuč in ge. Andreji Habjan za pomoč v laboratoriju.

Iskreno hvala mojima staršema za vsestransko podporo med študijem.

Nenazadnje pa hvala Mirotu in vsem dobrim prijateljem za vso pomoč, potrpežljivost in podporo, ko sem jo najbolj rabila.

Hvala!

PRILOGE

Priloga A. Seznam vzorcev in razdelitev po makroregijah

Oznaka vzorca	Pasišče	Večji kraj v bližini	Makroregija
11	Rodik	Kozina	4
20	Zagorje ob Savi	Zagorje ob Savi	1
22	Zagorje, Gorenja vas	Zasavje	1
23	Zagorje ob Savi	Zagorje ob Savi	1
27	Hrastnik	Hrastnik	1
28	stari Hrastnik	Hrastnik	1
29	Čeče	Hrastnik	1
31	Hrastnik	Hrastnik	1
33	Podkraj	Hrastnik	1
34	Podkraj	Hrastnik	1
39	Črni vrh	Idrija	3
44	Jelični vrh	Idrija	3
48	Idrija	Idrija	3
60	Zagorje, Gorenja vas	Zagorje ob Savi	1
61	Zagorje, Gorenja vas	Zagorje ob Savi	1
72	Bača pri Modreju, Most na Soči	Tolmin	3
80	Lukovica	Lukovica	1
83	Turnše	Dob	1
86	Prevoje	Lukovica	1
88	Zlato polje	Lukovica	1
90	Brdo pri Ihanu	Domžale	1
97	Zagrad	Radeče	1
98	Jelovo	Radeče	1
105	Cerklje	Cerklje	1
106	Cerklje	Cerklje	1
108	Pšata	Cerklje	1
113	Olševik	Preddvor	1
132	Spodnja Lipnica	Radovljica	1
133	Češnjica pri Kropi	Radovljica	1
137	Lipniška dolina	Kropa	1
141	Cven	Ljutomer	2
144	Bohinjska Češnjica	Bohinjska Bistrica	1
145	Studor	Bohinj	1
147	Nomenj	Bohinjska Bistrica	1
151	Planina Blato	Bohinj	1
161	Zajčja gora-Ledina	Sevnica	2
165	Lisičje jame	Sevnica	2
169	Iramlje	Brežice	2
177	Veliki trn	Krško	2
190	Lovrenc na Pohorju	Lovrenc na Pohorju	1
192	Lovrenc na Pohorju	Lovrenc na Pohorju	1
193	Lovrenc na Pohorju	Lovrenc na Pohorju	1

se nadaljuje...

nadaljevanje priloge A. Seznam vzorcev in razdelitev po makroregijah

Oznaka vzorca	Pasišče	Večji kraj v bližini	Makroregija
196	Lovrenc na Pohorju	Lovrenc na Pohorju	1
198	Prevoje	Blagovica	1
199	Izlake	Zagorje ob Savi	1
203	Hrib pri Koprivniku, Bukova gora	Kočevje	3
206	Šempeter-Žalec	Šempeter-Žalec	1
207	Masija Reka	Prebold	1
208	Šempeter-Žalec	Šempeter-Žalec	1
209	Grča, Šempeter v Savinjski dolini	Šempeter ob Savinji	1
210	Šempeter ob Savinji	Šempeter ob Savinji	1
211		Savinjska	1
213	Stojna	Kočevje	3
241	Golis	Semič	3
271	Rakov Škocjan	Rakek	3
284	Kozarišče, Loška dolina	Loška dolina	3
302	Mirna Peč	Novo mesto	3
332	Hrašče	Postojna	3
333	Malo Ubejsko	Postojna	3
334	Črnjave, Nanos	Postojna	3
336	Blejska Dobrava	med Bledom in Jesenicami	1
351	Male Loče	Podgrad	4
355	Knežak, Koritnice	IL. Bistrica	4
392	Komen	Komen	4
394	Kozina	Kozina	4
406	Dobje pri Planini	Štajerska	1
416	Zadrečka dolina	Gornji grad	1
419	Zadrečka dolina	Bočna	1
443	Doblatina	Laško	1
453	Dobovec	Rogatec	2
456	Log	Rogatec	2
462	Polana na Pohorju	Hoče	2
477	Froleh	Sv. Ana	2
503	Žerjav-Čemerje	Črna na Koroškem	1
509	Pekre pri MB	Pekre	1
512	Zg. Jakobski dol	Šentilj	2
514	Zg. Gruškovje	Podlehnik	2
529	Podpeca	Črna na Koroškem	1
537	Lokovica	Prevalje	1
542	Brdinje	Ravne na Koroškem	1
544	Brdinje	Ravne na Koroškem	1
605	Kamnik pod Krimom	Brezovica	3
620	Trnovo	Nova Gorica	3
662	Ljubljanski vrh, Pokojišče	Vrhnika	3
663	Podlipa	Vrhnika	3

se nadaljuje...

nadaljevanje priloge A. Seznam vzorcev in razdelitev po makroregijah

Oznaka vzorca	Pasišče	Večji kraj v bližini	Makroregija
665	Podlipa	Vrhnika	3
681	Jelšane	Jelšane	4
700	okolica Zagona	Postojna	3
713	Šmarje pri Jelšah	Šmarje pri Jelšah	2
714	Stanje	Šmarje pri Jelšah	2
716	Šmarje pri Jelšah	Šmarje pri Jelšah	2
719	Šmarje pri Jelšah	Šmarje pri Jelšah	2
720	Birčna vas	Novo mesto	3
721	Petelinjek, Mali Slatnik	Mali Slatnik	3
724	Gabrje	Novo mesto	3
749	Bodkovci pri Juršincih	Juršinci	2
751	Krčevina pri Vurbergu	Maribor	1
759	Buhovje	Dravograd	1
761	Zagrad	Ravne na Koroškem	1
763	Preški vrh	Ravne na Koroškem	1
764	Preški vrh	Ravne na Koroškem	1
765	Brdinje	Kotlje	1
773	Preški vrh	Ravne na Koroškem	1
775	Bernetiči, Lopak	Marezige	4
777	Črni kal	Koper	4
779	Šalara, Bošamarin	Koper	4
801	Dekani, Miši	Koper	4
802	Markovec, Gažon	Koper	4
803	Bonini-Bertoki-Čezarji	Koper	4
805	Čreta	Nazarje	1
812	Kobjeglava	Kobjeglava	4
813	Ponikve	Ponikve	4
817	Materija	Kozina	4
820	Rodik, Dobljar	Štanjel	4
821	Rodik, Dobljar	Štanjel	4
842	Dobljar	Kanal	3
844	Trnovski gozd, Trnovo	Nova Gorica	3
846	Grgar	Nova Gorica	3
849	Hrašče	Postojna	3
850	Vznožje in pobočje Nanosa, Hruševje	Postojna	3
851	Buje- Vremska dolina, Vreme	Pivka	3
852	Predjama	Postojna	3
853	Juršče	Pivka	3
854	Strane, Hravčevje	Notranjska	3
858	Praproče	Semič	3
868	Vinji vrh	Semič	3
871	Krvavčji vrh	Semič	3
894	Velesovo, pod štefanovo goro	Cerklje	1
895	Velesovo, pod štefanovo goro	Cerklje	1

se nadaljuje...

nadaljevanje priloge A. Seznam vzorcev in razdelitev po makroregijah

Oznaka vzorca	Pasišče	Večji kraj v bližini	Makroregija
896	Pšata 12	Cerklje	1
900	Srednja Konomlja	Sp. Idrija	3
908	Gorenja Konomlja	Sp. Idrija	3
909	Stopce	Laško	1
911	Mozirje	Zg. Savinjska	1
913	Olešče	Laško	1
922	Iška vas	Ig	3
923	Prelog, Ihan	Prekmurje	2
930	Dolenjske toplice	Novo mesto	3
940	Gozd Martuljek	Gorenjska	1
953	Slinovce	Kostanjevica na Krki	3
956	Zdole-Zg.Pohanca	Krško	3
980	Šmartno v Rožni dolini	Štajerska	1
982	Lokrovec	Celje	1
986	Žiče	Loče	1
988	Boharina	Zreče	2
989	Boharina	Zreče	2
992	Brdo	Slove. Konjice	1
993	Brdo	Slove. Konjice	1
996	Črešnova pri Zrečah	Pohorje	1
997	Vinska Gorica	Dobrna	1

Priloga B. Rezultati meritev vsebnosti vode in aktivnosti vode

Oznaka vzorca	Vrsta medu G-gozdni C-cvetlični	Letnik	Vsebnost vode (%)			a _w			
			1.par.	2.par.	\bar{x}	1.par.	2.par.	3.par.	\bar{x}
11	G	2004	14,80	14,85	14,83	0,503*	0,497	0,498	0,498
20	G	2004	15,20	15,25	15,23	0,523	0,523		0,523
22	G	2004	15,05	15,00	15,03	0,517	0,515		0,516
23	C	2004	14,70	14,80	14,75	0,508	0,506		0,507
27	C	2004	15,55	15,50	15,53	0,525	0,522		0,524
28	G	2004	15,40	15,40	15,40	0,522	0,522		0,522
29	C	2004	15,80	15,90	15,85	0,550	0,549		0,550
31	C	2004	15,05	15,00	15,03	0,512	0,511		0,512
33	C	2004	15,50	15,60	15,55	0,522	0,521		0,522
34	C	2004	15,60	15,50	15,55	0,522	0,520		0,521
39	C	2004	15,90	15,80	15,85	0,522	0,520		0,521
44	C	2004	14,70	14,70	14,70	0,506*	0,501	0,503	0,502
48	G	2004	14,30	14,20	14,25	0,514	0,514		0,514
60	C	2004	14,90	15,00	14,95	0,511	0,510		0,511
61	G	2004	16,10	16,00	16,05	0,541	0,544		0,543
72	C	2004	15,60	15,60	15,60	0,520	0,518		0,519
80	G	2004	14,35	14,40	14,38	0,505	0,506		0,506
83	G	2004	16,15	16,10	16,13	0,546	0,544		0,545
86	C	2004	15,60	15,60	15,60	0,529	0,529		0,529
88	G	2004	16,70	16,65	16,68	0,566	0,566		0,566
90	G	2004	15,50	15,50	15,50	0,526	0,526		0,526
97	C	2004	14,80	14,80	14,80	0,503	0,504		0,504
98	C	2004	15,70	15,60	15,65	0,523	0,521		0,522
105	C	2004	15,70	15,75	15,73	0,525	0,522		0,524
106	G	2004	15,10	15,10	15,10	0,520	0,520		0,520
108	G	2004	15,15	15,20	15,18	0,538	0,539		0,539
113	G	2004	14,35	14,40	14,38	0,514	0,517		0,516
132	G	2004	15,40	15,30	15,35	0,532	0,531		0,532
133	G	2004	14,15	14,20	14,18	0,510	0,513		0,512
137	G	2004	14,60	14,70	14,65	0,521	0,523		0,522
141	C	2005	16,40	16,50	16,45	0,530	0,528		0,529
144	C	2004	15,00	15,10	15,05	0,503	0,503		0,503
145	C	2004	14,85	14,90	14,88	0,499	0,501		0,500
147	C	2004	14,70	14,80	14,75	0,506	0,500*	0,504	0,505
151	G	2004	15,60	15,60	15,60	0,554	0,553		0,554
161	C	2004	15,70	15,80	15,75	0,520	0,523		0,522
165	C	2004	14,70	14,70	14,70	0,508	0,506		0,507
169	G	2004	15,00	15,05	15,03	0,510	0,509		0,510
177	C	2004	14,70	14,70	14,70	0,508	0,506		0,507
190	G	2005	13,80	13,70	13,75	0,513	0,511		0,512
192	G	2005	15,40	15,50	15,45	0,533	0,536		0,535
193	G	2005	15,00	15,05	15,03	0,517	0,514		0,516
196	G	2005	16,60	16,50	16,55	0,561	0,561		0,561
198	G	2004	14,70	14,60	14,65	0,525	0,523		0,524
199	G	2004	14,60	14,60	14,60	0,524	0,523		0,524
203	G	2004	14,60	14,65	14,63	0,512	0,513		0,513

se nadaljuje...

nadaljevanje priloge B. Rezultati meritev vsebnosti vode in aktivnosti vode

Oznaka vzorca	Vrsta medu G-gozdni C-cvetlični	Letnik	Vsebnost vode (%)			a _w			
			1.par.	2.par.	\bar{x}	1.par.	2.par.	3.par.	\bar{x}
207	C	2005	16,30	16,20	16,25	0,523	0,520		0,522
208	C	2005	16,80	16,70	16,75	0,537	0,537		0,537
209	G	2005	15,90	15,85	15,88	0,518	0,518		0,518
210	C	2005	15,40	15,40	15,40	0,530	0,528		0,529
211	G	2005	17,60	17,50	17,55	0,559	0,557		0,558
213	G	2004	16,45	16,40	16,43	0,562	0,561		0,562
241	C	2004	15,40	15,30	15,35	0,511	0,511		0,511
271	G	2004	15,00	14,95	14,98	0,528	0,527		0,528
284	G	2005	14,60	14,65	14,63	0,517	0,520		0,519
302	C	2004	14,70	14,70	14,70	0,510	0,509		0,510
332	C	2004	14,50	14,30	14,40	0,497	0,494		0,496
333	C	2004	15,00	15,00	15,00	0,504	0,507		0,506
334	G	2004	18,00	17,90	17,95	0,583	0,583		0,583
336	G	2005	13,80	13,70	13,75	0,494	0,494		0,494
351	G	2004	15,00	15,00	15,00	0,505	0,502		0,504
355	C	2004	15,20	15,10	15,15	0,510	0,510		0,510
392	C	2004	16,10	16,00	16,05	0,525	0,525		0,525
394	C	2004	16,50	16,40	16,45	0,537	0,536		0,537
406	C	2004	17,00	17,10	17,05	0,553	0,550		0,552
416	C	2004	15,00	14,95	14,98	0,519*	0,511	0,509	0,510
419	G	2004	17,60	17,50	17,55	0,592	0,590		0,591
443	G	2004	15,20	15,30	15,25	0,532	0,535		0,534
453	C	2004	18,40	18,40	18,40	0,575	0,577		0,576
456	C	2004	15,90	15,90	15,90	0,531	0,530		0,531
462	C	2004	15,65	15,70	15,68	0,517	0,517		0,517
477	G	2004	15,10	15,05	15,08	0,510	0,507		0,509
503	G	2004	14,40	14,50	14,45	0,499	0,501		0,500
509	C	2004	15,50	15,40	15,45	0,518	0,520		0,519
512	C	2004	17,20	17,20	17,20	0,551	0,551		0,551
514	G	2004	16,10	16,20	16,15	0,533	0,534		0,534
529	G	2004	14,60	14,60	14,60	0,544	0,545		0,545
537	C	2004	14,40	14,50	14,45	0,493	0,492		0,493
542	G	2004	16,60	16,70	16,65	0,574	0,576		0,575
544	G	2004	16,10	16,10	16,10	0,556	0,557		0,557
605	G	2004	15,60	15,55	15,58	0,548	0,549		0,549
620	G	2004	15,05	15,10	15,08	0,518	0,521		0,520
662	G	2004	15,30	15,25	15,28	0,544	0,547		0,546
663	G	2004	14,80	14,80	14,80	0,520	0,520		0,520
665	C	2004	15,40	15,30	15,35	0,515	0,514		0,515
681	C	2004	16,80	16,90	16,85	0,544	0,544		0,544
700	C	2004	15,85	15,90	15,88	0,520	0,519		0,520
713	C	2005	16,30	16,35	16,33	0,535	0,532		0,534
714	C	2005	16,05	16,05	16,05	0,526	0,529		0,528
716	C	2005	17,50	17,45	17,48	0,553	0,555		0,554
719	C	2005	15,30	15,40	15,35	0,510	0,510		0,510
720	G	2005	14,80	14,70	14,75	0,534	0,535		0,535
721	G	2005	15,40	15,30	15,35	0,509	0,508		0,509

se nadaljuje...

nadaljevanje priloge B. Rezultati meritev vsebnosti vode in aktivnosti vode

Oznaka vzorca	Vrsta medu G-gozdni C-cvetlični	Letnik	Vsebnost vode (%)			a _w			
			1.par.	2.par.	\bar{x}	1.par.	2.par.	3.par.	\bar{x}
724	G	2005	14,90	14,95	14,93	0,507	0,507		0,507
749	G	2005	15,70	15,60	15,65	0,513	0,514		0,514
751	C	2005	15,95	15,90	15,93	0,523	0,520		0,522
759	G	2005	16,90	16,80	16,85	0,566	0,569		0,568
761	G	2005	14,80	14,70	14,75	0,532	0,535		0,534
763	G	2005	14,70	14,60	14,65	0,516	0,516		0,516
764	G	2005	14,40	14,30	14,35	0,510	0,507		0,509
765	G	2005	14,25	14,30	14,28	0,503	0,505		0,504
773	G	2005	13,50	13,40	13,45	0,494	0,495		0,495
775	G	2005	14,40	14,50	14,45	0,505	0,505		0,505
777	C	2005	15,10	15,00	15,05	0,502	0,500		0,501
779	G	2005	17,05	17,00	17,03	0,561	0,562		0,562
801	G	2005	14,70	14,70	14,70	0,515	0,516		0,516
802	C	2005	15,50	15,50	15,50	0,510	0,511		0,511
803	G	2005	14,60	14,50	14,55	0,505	0,503		0,504
805	C	2005	17,25	17,30	17,28	0,561	0,560		0,561
812	C	2005	18,25	18,10	18,18	0,566	0,569		0,568
813	C	2005	14,80	14,70	14,75	0,495	0,498		0,497
817	C	2005	15,30	15,30	15,30	0,512	0,509		0,511
820	C	2005	15,40	15,40	15,40	0,508	0,510		0,509
821	C	2005	15,30	15,20	15,25	0,503	0,500		0,502
842	G	2005	16,80	16,80	16,80	0,549	0,549		0,549
844	C	2005	16,40	16,30	16,35	0,536	0,536		0,536
846	C	2005	15,20	15,15	15,18	0,504	0,504		0,504
849	C	2005	15,60	15,70	15,65	0,517	0,516		0,517
850	C	2005	14,00	13,95	13,98	0,480	0,477		0,479
851	C	2005	17,80	17,85	17,83	0,567	0,568		0,568
852	C	2005	16,60	16,70	16,65	0,544	0,542		0,543
853	C	2005	14,95	14,90	14,93	0,506	0,507		0,507
854	C	2005	15,80	15,70	15,75	0,525	0,528		0,527
858	G	2005	15,35	15,30	15,33	0,501	0,502		0,502
868	G	2005	15,70	15,80	15,75	0,535	0,532		0,534
871	G	2005	15,10	15,10	15,10	0,505	0,496*	0,505	0,505
894	G	2005	16,00	16,00	16,00	0,536	0,535		0,536
895	G	2005	16,70	16,80	16,75	0,559	0,556		0,558
896	C	2005	14,50	14,40	14,45	0,500	0,497		0,499
900	G	2005	15,40	15,35	15,38	0,525	0,513*	0,527	0,526
908	G	2005	15,20	15,25	15,23	0,520	0,518		0,519
909	C	2005	16,50	16,45	16,48	0,533	0,531		0,532
911	G	2005	13,80	13,80	13,80	0,481	0,484		0,483
913	C	2005	16,60	16,60	16,60	0,538	0,539		0,539
922	G	2005	14,60	14,60	14,60	0,504	0,507		0,506
923	C	2005	14,20	14,30	14,25	0,487	0,488		0,488
930	G	2005	14,60	14,50	14,55	0,489*	0,508	0,506	0,507
940	G	2005	15,60	15,50	15,55	0,550	0,549		0,550
953	C	2005	16,00	16,10	16,05	0,520	0,522		0,521

se nadaljuje...

nadaljevanje priloge B. Rezultati meritev vsebnosti vode in aktivnosti vode

Oznaka vzorca	Vrsta medu G-gozdni C-cvetlični	Letnik	Vsebnost vode (%)			a_w			
			1.par.	2.par.	\bar{x}	1.par.	2.par.	3.par.	\bar{x}
956	C	2005	15,50	15,40	15,45	0,511	0,512		0,512
980	C	2005	14,70	14,80	14,75	0,514	0,514		0,514
982	G	2005	14,70	14,80	14,75	0,515*	0,522	0,520	0,521
986	C	2005	18,50	18,60	18,55	0,578	0,576		0,577
988	C	2005	15,35	15,30	15,33	0,511	0,503*	0,511	0,511
989	G	2005	16,30	16,20	16,25	0,553	0,550		0,552
992	C	2005	15,10	15,05	15,08	0,517	0,507*	0,515	0,516
993	C	2005	14,70	14,80	14,75	0,493	0,493		0,493
996	G	2005	17,30	17,20	17,25	0,573	0,573		0,573
997	C	2005	16,65	16,60	16,63	0,533	0,530		0,532

* vrednosti, ki jih pri izračunu povprečja nismo upoštevali
par.-paralelka