

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ŽIVILSTVO

Katja GOVEKAR

KAKOVOST PECILNEGA PRAŠKA

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2011

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ŽIVILSTVO

Katja GOVEKAR

KAKOVOST PECILNEGA PRAŠKA

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

QUALITY OF BAKING POWDER

GRADUATION THESIS
University studies

Ljubljana, 2011

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

Študijska komisija Oddelka za živilstvo je za mentorico diplomskega dela imenovala prof. dr. Terezijo Golob in za recenzentko prof. dr. Leo Gašperlin.

Mentorica: prof. dr. Terezija Golob

Recenzentka: prof. dr. Lea Gašperlin

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Datum zagovora:

Naloga je del lastnega raziskovalnega dela.

Katja Govekar

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dn
DK	UDK 664.64:543.2/9(043)=163.6
KG	pekarstvo/pecilni prašek/biskviti/spektrofotometrične metode/fosfati/vsebnost fosfatov/CO ₂ /senzorična analiza/teksturne lastnosti
AV	GOVEKAR, Katja
SA	GOLOB, Terezija (mentorica)/GAŠPERLIN, Lea (recenzentka)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo
LI	2011
IN	KAKOVOST PECILNEGA PRAŠKA
TD	Diplomsko delo (univerzitetni študij)
OP	IX, 62 str., 18 preg., 9 sl., 3 pril., 31 vir.
IJ	sl
JJ	sl/en
AI	V okviru diplomske naloge smo ugotavljali kakovost pecilnega praška. V analizo smo vključili 10 vzorcev pecilnega praška različnih proizvajalcev (7 vzorcev z dodanimi fosfati in 3 vzorce brez fosfatov). V pecilnih praških smo z metodo po Rauscherju določili vsebnost ogljikove kisline, izražene kot mg CO ₂ /kg moke in vsebnost fosfatov z dvema spektrofotometričnima metodama. Vsebnost aktivnega CO ₂ je bila od 1773 do 5086 mg CO ₂ /kg moke, vsebnost fosfatov je znašala od 38,74 do 52,30 g NaH ₂ PO ₄ /100 g. V pecilnih praških, deklariranih kot pecilni praški brez fosfatov, le-teh nismo dokazali. Med rezultati uporabljenih metod za določanje fosfatov ni bilo statistično značilnih razlik. Pripravili smo tudi 12 vzorcev biskvitov (10 biskvitov z dodatkom pecilnega praška, en biskvit brez dodanega pecilnega praška in en biskvit z dodatkom natrijevega bikarbonata). V biskvitih smo določili vsebnost fosfatov (od 0,32 do 0,68 g NaH ₂ PO ₄ /100 g), jih senzorično ocenili in izmerili njihove teksturne lastnosti: gumijavost, trdoto, elastičnost in kohezivnost. Med biskviti, pripravljenimi z dodatkom različnih pecilnih praškov, so bile razlike tako v senzoričnih kot tudi teksturnih lastnostih.

KEY WORDS INFORMATION

DN	Dn
DC	UDC 664.64:543.2/9(043)=163.6
CX	baking/baking powders/sponge cakes/spectrophotometric methods/phosphates/content of phosphates/sensory analysis/texture profile analysis/
AU	GOVEKAR, Katja
AA	GOLOB, Terezija (supervisor)/ GAŠPERLIN, Lea (reviewer)
PP	SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
PB	University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Food Science and Technology
PY	2011
TY	QUALITY OF BAKING POWDER
DT	Graduation thesis (university studies)
NO	IX, 62 p., 18 tab., 9 fig., 3 ann., 31 ref.
LA	sl
AL	sl/en
AB	The purpose of the study was to investigate the quality of baking powders. Ten samples of baking powder from different manufacturers (7 samples with the addition of phosphates and 3 phosphate-free samples) were included in the study. The content of carbonic acid in baking powders, expressed as mg CO ₂ /kg flour, was determined according to Rauscher method; while for the determination of the phosphate content two spectrophotometric methods were used. The content of active CO ₂ was between 1773 and 5086 mg CO ₂ /kg flour. Phosphate contents in baking powders were between 38.74 and 52.30 g NaH ₂ PO ₄ /100 g. In baking powders, declared as phosphate-free, no phosphates were confirmed. There were no statistically significant differences between the results of the two methods used for the determination of phosphate. We also prepared 12 samples of sponge cake (10 with the addition of baking powder, a sponge cake without added baking powder and one with the addition of sodium bicarbonate). Phosphate contents in sponge cakes were between 0.32 and 0.68 g NaH ₂ PO ₄ /100 g. Also the sensory and textural characteristics (gumminess, hardness, springiness and cohesiveness) of sponge cakes were evaluated and differences in sensory and textural properties of the sponge cakes prepared by adding various baking powders were confirmed.

KAZALO VSEBINE

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	III
KEY WORDS INFORMATION	IV
KAZALO VSEBINE	V
KAZALO PREGLEDNIC	VII
KAZALO SLIK	VIII
KAZALO PRILOG	IX
OKRAJŠAVE IN SIMBOLI	X
1 UVOD	1
1.1 NAMEN DELA	1
2 PREGLED OBJAV	3
2.1 ZGODOVINA PECILNEGA PRAŠKA	3
2.2 SPLOŠNO O PECILNEM PRAŠKU	3
2.3 FOSFATI	7
2.3.1 Fosfati v pecilnem prašku	8
2.4 METODE DOLOČANJA FOSFATOV	9
2.5 SPEKTROFOTOMETRIČNA METODA DOLOČANJA FOSFATOV	10
2.5.1 Spektrofotometrična metoda z molibdovanadatnim reagentom	11
2.5.2 Spektrofotometrična metoda z amonijevim molibdatom	11
2.6 BISKVITI	12
2.6.1 Teksturne lastnosti biskvitov	13
2.6.2 Senzorične lastnosti biskvitov	15
3 MATERIALI IN METODE DELA	17
3.1 VZOREC	17
3.2 ANALIZNE METODE	18
3.2.1 Kvalitativen test (AOAC 965.18)	18
3.2.2 Priprava vzorca pecilnega praška za spektrofotometrično določanje vsebnosti fosfatov	18
3.2.2.1 Priprava pepela	19
3.2.2.2 Priprava standardne raztopine pepela	19
3.2.3 Spektrofotometrično določanje fosfata z molibdovanadatnim reagentom (metoda 1)	19
3.2.4 Spektrofotometrično določanje fosfata z amonijevim molibdatom (metoda 2)	21
3.2.5 Določanje celokupne ogljikove kisline oz. CO ₂ po Rauscherju	23
3.2.6 Določanje neaktivne ogljikove kisline oz. CO ₂	24
3.2.7 Izračun aktivne ogljikove kisline oz. CO ₂	25
3.2.8 Izračun prebitnega NaHCO ₃	25
3.2.9 Priprava biskvitov	25
3.2.10 Priprava vzorcev biskvitov za nadaljnje analize	26
3.2.11 Merjenje teksturnih lastnosti biskvitov	26
3.2.12 Senzorična analiza biskvitov	26
3.3 STATISTIČNA OBDELAVA PODATKOV	28
3.3.1 Osnovni statistični parametri	29
3.3.1.1 Aritmetična sredina ali povprečje	29

3.3.1.2 Varianca in standardni odklon	29
3.3.1.3 Koeficient variabilnosti	29
3.3.2 Duncanov test	30
3.3.3 t-test v paru	30
3.3.4 Pearsonov koeficient korelacije	30
4 REZULTATI	32
4.1 REZULTATI ANALIZ PECILNIH PRAŠKOV	32
4.1.1 Rezultati kvalitativnega testa določanja fosfatov v različnih pecilnih praških	32
4.1.2 Testiranje pravilnosti spektrofotometričnih metod za določanje vsebnosti fosfatov	34
4.1.3 Vsebnost fosforja in fosfatov v pecilnih praških različnih proizvajalcev	35
4.2 REZULTATI FIZIKALNOKEMIJSKIH, SENZORIČNIH IN TEKSTURNIH ANALIZ BISKVITOV	41
4.2.1 Rezultati kvalitativnega testa določanja fosfatov v biskvitih	41
4.2.2 Vsebnost fosforja in fosfatov v biskvitih, pripravljenih z dodatkom različnih pecilnih praškov	41
4.2.3 Teksturne lastnosti biskvitov, izdelanih z različnimi pecilnimi praški	43
4.2.4 Razlike v masi in višini biskvitov med pečenjem	45
4.2.5 Rezultati senzoričnega ocenjevanja biskvitov	47
4.2.6 Korelacije med posameznimi parametri	49
5 RAZPRAVA IN SKLEPI	51
5.1 RAZPRAVA	51
5.2 SKLEPI	55
6 POVZETEK	56
7 VIRI	59
ZAHVALA	
PRILOGE	

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Vzorci pecilnih praškov in biskvitov	17
Preglednica 2: Rezultati kvalitativnega testa prisotnosti fosfatov v različnih pecilnih praških	33
Preglednica 3: Testiranje pravilnosti spektrofotometričnih metod za določanje vsebnosti fosfatov z metodo standardnega dodatka.....	34
Preglednica 4: Povprečna vsebnost fosforja in fosfatov v različnih pecilnih praških z deklarirano prisotnostjo fosfatov	35
Preglednica 5: Vsebnosti fosforja in fosfatov ($\bar{x} \pm so$) v različnih pecilnih praških z deklarirano prisotnostjo fosfatov (Duncanov test, $\alpha=0,05$).....	36
Preglednica 6: Vsebnost celokupnega, neaktivnega in aktivnega CO ₂ ter vsebnost prebitnega NaHCO ₃ , v različnih pecilnih praških z deklarirano prisotnostjo fosfatov, z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri.....	38
Preglednica 7: Vsebnost celokupnega, neaktivnega in aktivnega CO ₂ ter vsebnost prebitnega NaHCO ₃ , v različnih pecilnih praških, deklariranih kot prašek brez fosfatov, z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri.....	38
Preglednica 8: Vsebnost celokupnega, neaktivnega in aktivnega CO ₂ ($\bar{x} \pm so$) ter vsebnost prebitnega NaHCO ₃ , v pecilnih praških z deklarirano prisotnostjo fosfatov	39
Preglednica 9: Vsebnost celokupnega, neaktivnega in aktivnega CO ₂ ($\bar{x} \pm so$) ter vsebnost prebitnega NaHCO ₃ , v pecilnih praških deklariranih kot prašek brez fosfatov	39
Preglednica 10: Rezultati kvalitativnega testa prisotnosti fosfatov v biskvitih, pripravljenih z dodatkom različnih pecilnih praškov	41
Preglednica 11: Povprečna vsebnost fosforja in fosfatov v biskvitih, pripravljenih z dodatkom različnih pecilnih praškov.....	42
Preglednica 12: Vsebnosti fosforja in fosfatov ($\bar{x} \pm so$) v biskvitih, pripravljenih z dodatkom različnih pecilnih praškov (Duncanov test, $\alpha=0,05$).....	42
Preglednica 13: Rezultati vrednotenja teksturnih lastnosti biskvitov, pripravljenih z dodatkom različnih pecilnih praškov in izračunani osnovni statistični parametri.....	44
Preglednica 14: Teksturne lastnosti biskvitov, pripravljenih z dodatkom različnih pecilnih praškov (Duncanov test, $\alpha=0,05$)	44
Preglednica 15: Razlike ($\bar{x} \pm so$) v masi in višini med pečenjem biskvitov, pripravljenih z različnimi pecilnimi praški (Duncanov test, $\alpha=0,05$)	45
Preglednica 16: Rezultati vrednotenja senzoričnih lastnosti biskvitov, pripravljenih z dodatkom različnih pecilnih praškov.....	47
Preglednica 17: Senzorične lastnosti biskvitov, pripravljenih z dodatkom različnih pecilnih praškov (Duncanov test, $\alpha=0,05$)	48
Preglednica 18: Pearsonovi korelacijski koeficienti med posameznimi teksturnimi in senzoričnimi lastnostmi biskvitov	49

KAZALO SLIK

Slika 1: Prikaz kontaktnega nastavka teksturometra (Texture Profile Analyser) (Rahman in Al – Farsi, 2005).....	15
Slika 2: Grafični prikaz določanja teksturnih lastnosti živil s teksturometrom (Texture Profile Analyser) (Caine in sod., 2003).....	15
Slika 3: Rauscherjeva aparatura (Plestenjak in Golob, 2003)	23
Slika 4: Primer kvalitativnega testa prisotnosti fosfatov v različnih pecilnih praških	33
Slika 5: Primerjava rezultatov vsebnosti fosforja v pecilnih praških, dobljenih z dvema spektrofotometričnima metodama	37
Slika 6: Vsebnost aktivnega CO ₂ v pecilnih praških.....	40
Slika 7: Primerjava rezultatov vsebnosti fosforja v pecilnih praških, dobljenih z dvema spektrofotometričnima metodama	43
Slika 8: Zmanjšanje mase biskvita med pečenjem (%)	46
Slika 9: Povečanje višine biskvita med pečenjem (%)	46

KAZALO PRILOG

Priloga A: Umeritveni krivulji s pripadajočo enačbo za izračun fosfatov v pecilnem prašku

Priloga B: Umeritveni krivulji s pripadajočo premico za izračun vsebnosti fosfatov v
biskvitih

Priloga C: Sprememba mase (g) in višine (cm) biskvitov med toplotno obdelavo

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

A	absorbanca
AOAC	Association of Official Analytical Chemists
B	biskvit
°C	stopinja Celzija
CO ₂	ogljikov dioksid
c	koncentracija izražena v g/100 g
KV	koeficient variance
m	masa
max	največja vrednost
metoda 1	spektrofotometrično določanje fosfata z molibdovanadatnim reagentom
metoda 2	spektrofotometrično določanje fosfata z amonijevim molibdatom
min	najmanjša vrednost
N	newton
NaH ₂ PO ₄	natrijev dihidrogen fosfat
n	število vzorcev
ob.	območje dela
P	fosfor
P1 – P10	pecilni prašek
r	Pearsonov koeficient korelacije
so	standardni odklon
SD	standardna deviacija
s ²	varianca
z.	statistična značilnost
Z _{pon}	ponovitev
Z _{ps}	preizkuševalec
$\bar{x}$	povprečna vrednost
→	smer poteka reakcije
α	stopnja tveganja

1 UVOD

Pecilni prašek je izdelek, ki je danes nepogrešljiv v vsaki kuhinji. Uporablja se za rahljanje peciva, kot so biskviti in ostale slaščice.

Pecilni prašek se je pojavil na tržišču okrog leta 1870. Pred tem so pecivo rahljali tako, da so vanj vtepli zrak, najpogosteje z ročnim stepanjem beljakov. A stepanje je po tedanjih receptih zahtevalo tudi uro ali dve dela. Ker je vse potekalo ročno, je zahtevalo veliko časa in nastalo je pecivo s slabšo rahlostjo (Ziegler, 1926).

Pecilni prašek se uporablja za vzhajanje testa, oziroma za povečanje prostornine testa. Sestavljajo ga zmesi nosilca CO₂ skupine (natrijev hidrogen karbonat, kalijev karbonat, amonijev bikarbonat, natrijev bikarbonat), kisline (vinska kislina, citronska kislina, mlečna kislina, jabolčna kislina, fosforjeva kislina, glukono- δ -lakton) ali njihove soli. Pri izdelovanju pecilnega praška se kot redčilo uporablja škrob (koruzni, rižev). Natrijev bikarbonat reagira s kislinami, nastanejo ustrezne soli in sproščati se začne CO₂. Plin se v obliki mehurčkov širi po testu in omogoča večanje volumna izdelka in s tem izboljšanje rahlosti izdelka (Conforti, 2006).

Na slovenskem tržišču najdemo različne pecilne praške, med njimi tudi pecilne praške brez dodanih fosfatov. Pecilni prašek ne vpliva le na rahlost končnega živila, ampak vpliva tudi na teksturne in senzorične lastnosti končnega izdelka. Med toplotno obdelavo se zmanjša masa testa in poveča volumen oz. višina.

1.1 NAMEN DELA

Namen diplomske naloge je bil s spektrofotometričnima metodama določiti vsebnost fosfatov v pecilnih praških različnih proizvajalcev. Določili smo tudi vsebnost ogljikove kisline z metodo po Rauscherju. Nato smo pripravili maslene biskvite z različnimi pecilnimi praški. Ugotavljali smo, kako različni pecilni praški vplivajo na višino, prožnost in senzorične lastnosti biskvitov. Prav tako, kot v pecilnih praških, smo tudi v biskvitih določali vsebnost fosfatov. Biskvite smo senzorično ocenili in ugotavljali povezavo med pecilnim praškom, biskvitom in vsebnostjo fosfatov.

1.2 HIPOTEZE

Pri študiji pričakujemo, da nam bodo analize potrdile naslednje hipoteze:

- pecilni praški različnih proizvajalcev se razlikujejo v vsebnosti aktivnega CO₂,
- pecilni praški različnih proizvajalcev se razlikujejo v vsebnosti fosfatov,
- biskviti, pripravljene z dodatkom različnih pecilnih praškov, se razlikujejo v senzoričnih in teksturnih lastnostih.

2 PREGLED OBJAV

2.1 ZGODOVINA PECILNEGA PRAŠKA

Pecilni prašek je izdelek, ki spada med kemijska rahljalna sredstva, katerih uporaba se je pričela že več stoletij nazaj. Za rahljanje testa se je najprej uporabljal kvas, katerega sestavljajo živi mikroorganizmi kvasovke. Te proizvajajo CO₂ iz sladkorjev, ki so v testu na voljo. Poleg CO₂ nastajajo še druge snovi, ki prispevajo k aromi in okusu izdelka. Uporaba kvasa kot izvor CO₂ se je pričela že 2000 let pred našim štetjem, ko so ga Egipčani uporabljali pri peki kruha. Tako je bil kvas primaren izvor CO₂ vse do 18. stoletja, ko so odkrili, da kislo mleko ali maslo lahko pripomore k sproščanju CO₂ iz natrijevega bikarbonata. Kislo mleko vsebuje mlečno kislino in ko ta reagira z natrijevim bikarbonatom pride do sproščanja CO₂ (Vetter, 2003).

Kislo mleko in maslo so po letu 1835 nadomestili s solmi vinske kisline – tartrati, ki so pridobljeni kot stranski produkt v proizvodnji vina. Kombiniranje vinske kisline in natrijevega bikarbonata je tako omogočilo razvoj prvega pecilnega praška. Kislo mleko, maslo in soli vinske kisline sprostijo CO₂ iz natrijevega bikarbonata zelo hitro. Zaradi te lastnosti se veliko plina sprosti in izgubi že med samo pripravo testa. Nastane izdelek, ki ima manjši volumen in slabšo rahlost. Zato je razvoj pecilnega praška potekal v smeri, da bi vanj dodali sestavino, ki bi počasneje reagirala in ne bi prišlo do sprostitve plina že med samim mešanjem testa. Okrog leta 1800 so iznašli alternativo tartratom, monokalcijev fosfat (MCP). Čeprav je MCP hitro delujoča spojina, je še vedno počasnejša kot soli vinske kisline. Kasneje je bilo odkritih še veliko spojin, ki so alternativa MCP in tartratom. Leta 1890 so odkrili natrijev aluminijev fosfat (SAS), leta 1900 natrijev pirofosfat (SAPP) in leta 1960 natrijev aluminijev fosfat (SALP) (Vetter, 2003).

2.2 SPLOŠNO O PECILNEM PRAŠKU

Pecilni prašek se uporablja za rahljanje testa in povečanje volumna končnega izdelka. Rahljanje je proces, kjer se med segrevanjem iz pecilnega praška sprošča CO₂, ki tvori v testu pore in ga s tem rahlja. Do nastanka CO₂ pride zaradi fermentacije kvasa ali zaradi dodanih kemijskih rahljalnih sredstev. Poleg CO₂ imajo pomembno vlogo pri rahljanju

testa tudi drugi plini, kot so amoniak (katerega vir so amonijev bikarbonat ali amonijev fosfat), voda (v oblikovanju pare) in zrak, ki se med mešanjem vključi v testo (Sultan, 1986).

Pecilni prašek spada med kemijska rahljalna sredstva, kjer pride do tako imenovane kemijske nevtralizacije. Ko se kislina raztaplja, vodikov ion v prisotnosti vlage in toplote reagira z bikarbonatnim ionom in pride do sproščanja CO_2 , nastane voda in sol kisline. To je proces, kjer je natrijev bikarbonat nevtraliziran s kislino. Poteka po naslednji formuli:



HX = sol kisline

NaHCO_3 = natrijev bikarbonat

NaX = natrijeva sol

Ob dodatku tekočine natrijev bikarbonat takoj reagira s kislino. Viri kisline so naslednje spojine:

- monokalcijev fosfat (MCP),
- natrijev pirofosfat,
- natrijev aluminijev pirofosfat,
- monokalijev tartrat (sol vinske kisline),
- natrijev aluminijev fosfat,
- dikalcijev fosfat dihidrat,
- glukono- δ -lakton,
- naravne kisline, ki so v sadju, maščobi in moki.

Stopnja, pri kateri se CO_2 sprosti iz natrijevega bikarbonata, je povezana s stopnjo, ko proton kisline postane razpoložljiv, da lahko reagira s bikarbonatom. Vsaka kislina ima različen čas sproščanja in stopnjo reakcije. Tudi drugi faktorji lahko vplivajo na stopnjo reakcije, vključno s prisotnostjo dvovalentnih kationov kot je kalcij, koncentracija sladkorja, škrob in nivo hidratacije (Heidolph, 1996).

Za kemijsko nevtralizacijo je CO_2 primarni vir rahlosti. Voda, ki se oblikuje med reakcijo, lahko sčasoma povzroči nastanek pare. Nevtralne soli, ki nastanejo med reakcijo, lahko

vplivajo na končno barvo, okus, vonj, vlažnost in oblikovanje skorjice. Pirofosfati in sulfati lahko prispevajo k bolj trpkemu in ostremu okusu izdelka. Organske kisline povzročajo značilen okus končnega izdelka (Heidolph, 1996).

Pecilni prašek je kemijsko rahljalno sredstvo, ki se uporablja za peko peciva in ostalih slaščic. Je sredstvo, ki ob prisotnosti tekočine, toplote in kisline povzroči sproščanje CO₂. Pecilni prašek razvrstimo v tri skupine:

Hitro delujoči pecilni prašek, pri katerem pride do sproščanja CO₂ takoj po kontaktu s tekočino in je potrebno hitro ravnanje s testom, saj lahko pride do izgube plina in posledično do slabšega volumna končnega izdelka. Sestavljen je iz vinske kisline ali iz soli vinske kisline, ki jih imenujemo tartrati (Matz, 1992).

Počasi delujoči pecilni prašek, ki pri nizki temperaturi sprostí majhno količino plina in je za večjo sprostitvev CO₂ potrebna toplota. Sestavljen je iz fosfatov, ki niso topni pri nizki temperaturi (Matz, 1992).

Pecilni prašek z dvojným delovanjem vsebuje dve ali več spojin. Ena kislina deluje pri sobni temperaturi in povzroči vzhajanje takoj, ko je dodana testu. Druga kislina reagira pri mnogo višji temperaturi in povzroča dodatno dvigovanje testa med samo peko. Večina današnjih pecilnih praškov so praški z dvojným delovanjem (Matz, 1992).

Do sproščanja plina CO₂ v testo pride zaradi interakcije vode, kisline, toplote in pecilnega praška. Le ta je sestavljen iz natrijevega bikarbonata, kisline ali njihovih soli in škrobnega polnila. Do sproščanja plina lahko pride pred ali med samo toplotno obdelavo. V pecilnem prašku so sestavine pomešane s polnilom, ki je sestavljeno iz koruznega, pšeničnega ali riževega škroba. V prašku je okrog 30 % škrobnega polnila. Naloga škroba je, da fizično loči natrijev bikarbonat od kislin ali soli kislin in tako prepreči direktni kontakt med aktivnimi sestavinami. Vloga škrobnega polnila je preprečiti prezgodnje sproščanja CO₂, saj veže nase vlago in prepreči prehitro aktiviranje CO₂. Vloga organske kisline je, da izpodrine CO₂ iz natrijevega bikarbonata (Matz, 1992).

Na trgu obstajajo tudi pecilni praški brez fosfatov. Tem je dodan glukono- δ -lakton ali vinska kislina. Pecilne praške brez fosfatov proizvajajo tako, da vsebujejo citronsko kislino ali natrijevo sol.

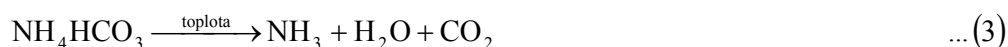
Na 500 g moke, pecilni prašek razvije od 2,35 do 2,85 g CO₂, kar je ekvivalentno 1,25 L CO₂. Nosilci kislin v pecilnem prašku so (Belitz in sod., 2009):

- vinska kislina ali njene soli,
- soli fosforne kisline,
- aluminijeve spojine.

Poznamo dve kemijski rahljalni sredstvi, ki zaradi razgradnje sprostita CO₂ med toplotno obdelavo. To sta natrijev bikarbonat (NaHCO₃) in amonijev hidrogenkarbonat (NH₄HCO₃). Sestavini pri visoki temperaturi razpadeta in pri tem nastane CO₂, ki povzroči vzhajanje testa. Razgradnja natrijevega bikarbonata poteka pri temperaturi 109,5 °C po naslednji formuli (Vetter, 2003):



Za razgradnjo amonijevega bikarbonata je potrebna temperatura 59 °C. Razgradnja amonijevega bikarbonata poteka po naslednji formuli (Dizlek in Gul, 2009):



Natrijev bikarbonat (ali po domače soda bikarbona) je kemijska spojina s formulo NaHCO₃. Poznana je že od 14. stoletja dalje. V nekaterih izdelkih, kot so piškoti in krekerji, je prisotna brez vira kisline. Sproščanje CO₂ je posledica prisotnosti kisline v sestavinah, kot so moka, sadje ali sladila. Lahko pa je sproščanje CO₂ posledica termičnega razkroja. Pri slednjem pride do sproščanja CO₂ pri temperaturi 109,5 °C (Heidolph, 1996). Natrijev bikarbonat je bela trdna snov, ki se nahaja v obliki kristalov, vendar je velikokrat v obliki finega prahu z zelo visoko čistostjo. Ko se natrijev bikarbonat segreje, se sprošča CO₂. Ima rahlo alkalen in slan okus (Ziegler, 1926).

Poleg natrijevega in amonijevega bikarbonata se v industriji lahko uporablja tudi kalijev bikarbonat (KHCO_3). Tudi ta tip bikarbonata ima vpliv na teksturo, zrnatost izdelka in videz.

Kot najboljši nosilec CO_2 se šteje natrijev bikarbonat, saj ima nizko ceno, nizko toksičnost, enostavno uporabo, visoko čistost in manjši vpliv na okus končnega izdelka (Lips, 1995).

Delovanje kemijskih rahljalnih sredstev

Kemijsko rahljalno sredstvo, kot je pecilni prašek, pa ni edino sredstvo, ki pripomore k rahlosti živila. K tej lastnosti pripomore tudi stepanje jajčnega rumenjaka, stepanje beljakov in mešanje drugih sestavin. Med fazo mešanja nastanejo in se oblikujejo zračne celice. Število teh narašča s stopnjo mešanja in stepanja. Ko izdelek izpostavimo visoki temperaturi prične pecilni prašek sproščati CO_2 . Ta se ujame v zračne celice in povzroči, da nabreknejo. Tako se velikost celic še poveča. To vodi v želeni volumen, zrnatost in teksturo končnega izdelka. Na rahlost končnega izdelka poleg dodanega rahljalnega sredstva vpliva tudi metoda mešanja, količina dodanih jajc in vsebnost drugih sestavin. Količina dodanega pecilnega sredstva sestavinam tako variira od 1 % do največ 7 % glede na težo moke (Sultan, 1986).

2.3 FOSFATI

Fosfati ne igrajo pomembne vloge le v človeškem organizmu, kjer so nepogrešljiv del energijskih procesov, ampak so tudi ključni del funkcij v živilski industriji. Fosfati se uporabljajo pri predelavi mesa, perutnine in sirov za izboljšanje kakovosti končnega izdelka. Uporabljajo se v pekarski industriji kot nepogrešljiva rahljalna sredstva.

Fosfati so soli fosforne kisline, ki jih pridobivamo z alkalnimi kovinskimi ioni, kot so kalij, natrij in kalcij. Fosfatni ion je sestavljen iz osrednjega atoma fosforja, ki ga obdajajo 4 atomi kisika (Garg, 2003).

Fosfate delimo na (Garg, 2003):

- polifosfate - kadar je med seboj povezanih več enot fosfatov $P_nO_{(3n+1)}^{-(n+2)}$
- pirofosfate - kadar sta med seboj povezani dve enoti fosfatov $P_2O_7^{-4}$
- tripolifosfate - kadar so med seboj povezane tri enote fosfatov $P_3O_{10}^{-5}$
- ortofosfate - vsebujejo eno enoto fosfata PO_4^{-3}

Funkcionalne lastnosti fosfatov so sposobnost vezanja vode, vezanja kovinskih ionov, tvorba emulzije, antimikrobna aktivnost, kislinsko bazna aktivnost in pufrska kapaciteta. Zaradi teh lastnosti so fosfati pogosto uporabljeni aditivi v živilski industriji, saj pripomorejo k podaljšanju obstojnosti izdelka (Garg, 2003).

2.3.1 Fosfati v pecilnem prašku

Fosfati so pomembna sestavina pecilnega praška. Njihova naloga je omejiti čas sprostitve CO_2 iz testa, v katerem je vezan. Fosfati omogočajo, da ne pride do sproščanja CO_2 prehitro in da CO_2 ostane v testu in ne izhaja iz njega. Posledično dobimo izdelek z večjim volumnom in ustrezno prožnostjo. Kot fosfate v pecilnem prašku uporabljamo naslednje (Cauvain in Young, 2006):

- MCP (monokalcijev fosfat) - počasi reagira z natrijevim bikarbonatom, a vseeno hitreje kot vinska kislina,
- AMPC (brezvodni monokalcijev fosfat) - reagira počasneje kot MCP,
- DCP (dikalcijev fosfat dihidrat) - počasi reagira,
- SAPP (natrijev pirofosfat) - ima široko območje reagiranja, vendar povzroča priokus v izdelku,
- SAS (natrijev aluminijev sulfat) - ne reagira dokler ne začne temperatura naraščati. Ker zelo počasi reagira, se pogosto uporablja v kombinaciji s hitreje delujočim fosfatom MCP,
- SALP (natrijev aluminijev fosfat) - počasi reagira z natrijevim bikarbonatom, zato se pogosto uporablja v kombinaciji z MCP ali AMCP,
- vinska kislina - zelo hitro reagira z natrijevim bikarbonatom, v dveh minutah se sprosti 70 – 80 % CO_2 ,

- GDL (glukono- δ -lakton) - je organska sestavina glukonske kisline, ki se v vodi raztopi. Z natrijevim bikarbonatom reagira počasi, vendar enakomerno. Uporablja se v pecilnih praških, kjer ne želimo dodajati fosfatov, vendar je dražja.

2.4 METODE DOLOČANJA FOSFATOV

Vsako raztopino, ki vsebuje fosfor, osušimo do suhega in nato segrevamo z 1M raztopino dušikove kisline, kjer nizka oksidacijska stanja oksidirajo v ortofosfat obliko (PO_4^{3-}). Nastalo raztopino lahko uporabimo za določanje skupnih fosfatov z naslednjimi metodami (Vetter, 2003):

- gravimetrično metodo,
- titrimetrično metodo,
- spektrofotometrično metodo.

Za določanje fosfatov v živilih, kot so zelenjava, sadje, pekarski izdelki in vsa druga živila, je potrebno vzorec segrevati, da izparimo organsko snov. Pazimo, da nam vzorec ne zagori in ne pride do izgube vzorca. Po segrevanju se vzorce žari v žarilni peči na 500 °C. Fosfate določamo v pepelu, ki ga raztopimo z dušikovo kislino.

Za določanje celokupne vsebnosti fosfatov v izdelkih se največkrat uporabljajo naslednje metode (Vetter, 2003):

- gravimetrična metoda - ta metoda vključuje nastanek in tehtanje fosforja kot amonijev fosfomolibdat, amonijev magnezijev fosfat ali pirofosfat in kot quinolin molibdofosfat,
- titrimetrična metoda - je bolj enostavna metoda. Pri metodi pride do obarjanja $\text{Mg}(\text{NH}_4)\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, filtracije, izpiranja in raztapljanja oborine v presežku raztopine HCl. Nato dodani presežek EDTA pri pH=10 titriramo s standardno raztopino magnezijevega klorida ali magnezijevega sulfata ob uporabi indikatorja eriokrom črno T,
- spektrofotometrična metoda.

2.5 SPEKTROFOTOMETRIČNA METODA DOLOČANJA FOSFATOV

Spektrofotometrične metode temeljijo na merjenju absorbance obarvanega kompleksa fosfatov pri maksimalni valovni dolžini. Kemijske spojine absorbirajo elektromagnetno valovanje in na ta način zmanjšajo intenziteto elektromagnetnega valovanja. Spektrometrijo delimo glede na vrsto delcev, ki jih vzbujamo. Tako poznamo molekulsko in atomsko spektrometrijo. Glede na valovno dolžino tehnike, jo delimo tudi na emisijsko in absorpcijsko spektrometrijo. Vsak atom ima v molekuli določeno energijo. Ponavadi se večina molekul in atomov nahaja v osnovnem stanju, kar pomeni, da ima atom ali molekula najnižjo možno energijo. V obratnem primeru pa je atom ali molekula v vzbujenem stanju. Takrat molekula na primer absorbira energijo, ki jo dovajamo s svetlobo in preide v vzbujeno stanje. Na ta način dobimo absorpcijski spekter. Če pa vzbujena molekula odda energijo in preide v osnovno stanje, pa govorimo o emisijskem spektru. To lahko poteka v obliki toplote, fluorescence ali fosforescence (Tasič in Klofutar, 2007).

Za analitiko je posebno pomembno vidno področje elektromagnetnega spektra, ki je med 400 in 800 nm, saj to energijo absorbirajo številne naravne in sintetične organske spojine ter biološko pomembne snovi.

Za določitev analita je zato potrebno vnaprej poznati njegov absorpcijski maksimum, da lahko zagotovimo izbrano valovno dolžino svetlobe.

Pri spektrometriji je pomemben Beer-Lambertov zakon, ki nam pove, da kadar žarek monokromatske svetlobe potuje skozi snov, se intenziteta žarka zmanjša zaradi zvrsti, ki absorbirajo svetlobo določene valovne dolžine (Tasič in Klofutar, 2007).

$$A = \log \frac{I_0}{I} = \epsilon cb \quad \dots (4)$$

A = absorbanca,

I_0 = intenziteta vpadnega žarka,

I = intenziteta prepuščenega žarka,

ϵ = molski absorpcijski koeficient.

Pri spektrofotometrični metodi kot vir elektromagnetnega delovanja uporabimo ultravijolično svetlobo. Da bi iz absorbance lahko ugotovili koncentracijo, potrebujemo umeritveno krivuljo. Pripravimo jo iz standardnih raztopin, ki vsebujejo določeno sestavino v znani koncentraciji (James, 1995).

Absorpcijska spektrometrija je pogosto uporabljena metoda v živilstvu. Uporablja se pri določanju proteinov, ogljikovih hidratov, mineralov, vitaminov in aditivov.

Poznamo več spektrofotometričnih metod za določanje fosfatov:

2.5.1 Spektrofotometrična metoda z molibdovanadatnim reagentom

Je spektrofotometrična metoda, ki se uporablja za določanje fosfatov v živilih. Z vanadijevim fosfomolibdatom določimo fosfor. Fosfor je prisoten kot ortofosfat, ki reagira z molibdovanadatnim reagentom. Nastane rumeno-oranžno obarvan kompleks, katerega absorbanco izmerimo pri valovni dolžini 420 nm.

Ker so fosfati minerali, jih določamo iz pepela. Potrebna je priprava raztopine pepela, v kateri nato določamo fosfate. Ker je spektrofotometrična metoda relativna metoda, je potrebna priprava umeritvene krivulje (James, 1995).

2.5.2 Spektrofotometrična metoda z amonijevim molibdatom

Fosfor je prisoten kot ortofosfat, ki reagira z amonijevim molibdatom in kositrovim (II) kloridom, da nastane modro-vijolično obarvan kompleks. S spektrofotometrom izmerimo absorbanco pri valovni dolžini 710 nm z uporabo rdečega filtra. Ta metoda je veliko bolj občutljiva kot metoda z molibdovanadatnim reagentom, zato je bolj uporabna za živila z nižjo vsebnostjo fosfata (James, 1995).

2.6 BISKVITI

Biskviti so priljubljena in vsem poznana zvrst živila. Njihova enostavna in hitra priprava ter raznolikost končnih okusov jih uvrščajo v sam vrh priljubljenih jedi. Uporabljajo se kot samostojna jed ali kot osnova raznim slaščicam in tortam (Hazelton in sod., 2003).

Glavne sestavine biskvita so moka, jajca, sladkor, tekočina (voda ali mleko) in rahljalna sredstva, kot sta pecilni prašek ali kvas. Biskvit pripravimo tako, da z visoko hitrostjo zmešamo jajčne rumenjake in sladkor. Nato iz jajčnih beljakov stepemo stabilno peno. Med mešanjem nastajajo zračni mehurčki, ki lahko povzročijo nastanek zračnega zamaška, kar povzroči združevanje mehurčkov. Tako se mehurčki lažje dvignejo na površino testa in se izgubijo (Cauvain, 2003).

Do združitve zračnih mehurčkov ne pride, ker se okrog njih zaradi površinsko aktivnih proteinov jajčnega beljaka in lipoproteinov ustvari zaščitni film. Funkcija proteinov je, da prehajajo v zračne zamaške, kjer ustvarijo zaščitni film, ki prepreči združevanje mehurčkov (Cauvain, 2003).

Ko se oblikuje stabilna pena, previdno dodamo moko in pazimo, da ne uničimo pene. Vse sestavine na rahlo premešamo, vlijemo v model in postavimo na visoko temperaturo. Ko naraste temperatura testa se mehurčki razširijo po testu. Ko se med pečenjem oblikuje biskvit, mehurčki počijo in preidejo eden v drugega. Tako nastane porozna tekstura biskvita.

Dodatek olja ali maščobe poruši zaščitni film in prepreči jajčnim proteinom stabilizacijo zračnih mehurčkov. Rezultat je slabše prezračen biskvit in posledično manjši volumen. Med mešanjem sestavin se v testo vključi zrak, zato je velik delež pečenega biskvita zrak. Prav tako med pečenjem pride do nastanka CO_2 , ki omogoča, da se zrak lažje vključi v testo. CO_2 se aktivira iz natrijevega bikarbonata, ki je pomembna sestavina pecilnega praška. Nastajanje plina CO_2 in njegovo sproščanje, ko testo izpostavimo visoki temperaturi, je pomembna faza, saj omogoča večanje volumna testa in tako vpliva na njegovo prožnost. Brez sprostitve plina CO_2 se lahko testo širi edino zaradi vpliva temperature, vendar nastane biskvit z manjšim volumenom. Nastajanje plina povzroči specifičen volumen biskvita in povzroči bolj mehko, nežno strukturo. Vpliv kisline na natrijev bikarbonat omogoča normalen nastanek biskvita, saj sprosti ves CO_2 iz mešanice. Izgled in okus biskvita je odvisen od sestavin biskvita, načina priprave in toplotne

obdelave. Med toplotno obdelavo biskvita pride tudi do drugih fizikalnih in strukturnih sprememb, ki določajo kakovost končnega izdelka. Tako pride do želiranja škroba, reakcije porjavenja in povečanja volumna. Vse te reakcije se nanašajo na že poznan fenomen notranjega prenosa snovi in toplote.

Toplotno obdelavo biskvita lahko razdelimo v dve stopnji. Pri prvi stopnji, ki jo imenujemo segrevanje je značilno postopno odpiranje notranje strukture biskvita in naraščanje mase biskvita. To vpliva na povečanje prenosa toplote v središče biskvita in na povečanje stopnje sušenja. V tej fazi poteka prenos toplote s površine v notranjost biskvita zaradi kondukcije in zaradi izhlapevanja vodne pare. Istočasno zaradi difuzije tekoče faze, voda prehaja iz jedra biskvita na površje. Na koncu faze pride do pojava suhe skorjice na površini testa in mehanizem glavnega prenosa vode se preusmeri od difuzije (razpršitve) tekoče faze v konvekcijo plinaste faze.

Pri drugi stopnji pride do oblikovanja skorje in površine biskvita. Značilno je povečanje površinskih suhih plasti in rahlo krčenje biskvita, kar vodi v slabši prenos toplote v jedro biskvita in v manjšo stopnjo sušenja. V tej stopnji se izoblikuje suha skorja, ki postane ovira za prenos toplote in vode (Lostie in sod., 2002).

Pecilni prašek dodamo v testo za biskvite z razlogom, da povzroči vzhajanje testa in oblikuje rahel, nežen in porozen končen izdelek. Poroznost testa vodi v dober volumen in v enotno strukturo celic, svetlo barvo skorje, nežno strukturo in v dober končni okus.

2.6.1 Teksturne lastnosti biskvitov

Pomembne teksturne lastnosti biskvita so: trdota, kohezivnost, elastičnost in gumijavost. Odvisne so od surovine in pogojev priprave, kot so priprava in mešanje testa, temperatura toplotne obdelave, čas priprave, hitrost in vlažnost zraka (Baik in sod., 2000; Manohar in Rao, 1996).

Nekatere teksturne lastnosti živil merimo instrumentalno z aparatom Texture Analyser. Aparat meri komponente teksture čvrstih živil. Osnovni deli naprave so:

- kontaktni nastavek – bat,
- rezila,
- penetrometer, ki ima stik z živilom,
- celica, ki zazna silo, ki deformira živilo,

- pogonski mehanizem z določeno hitrostjo,
- zapisovalnik, ki grafično prikaže silo, ki deformira živilo.

Teksturna analiza je analitska metoda, ki se uporablja za analizo mehanskih značilnosti, kjer vzorec s silo deformiramo, računalnik pa nam izriše krivuljo.

Za določanje kakovosti biskvitov poznamo metodo z uporabo aparata Texture Profile Analyser. To je naprava, ki meri trdnost, elastičnost, gumijavost in kohezivnost biskvita. Naprava stimulira ugriz. Najprej poteka en ugriz in nato še drugi (Sipos in sod., 2008).

Trdota je maksimalna sila prve penetracije. Označimo jo z oznako F2. Vrednost trdote je maksimalna sila prvega stiskanja izdelka.

Kohezivnost nam pove kako dobro izdelek prenese drugo deformacijo glede na to, kako se ravna v skladu s prvo deformacijo. Meri se kot področje dela med drugim stiskanjem deljeno z območjem dela med prvim stiskanjem. Izračuna se kot območje 2 (ob.)/območje 1(ob.) (Huang in sod., 2007).

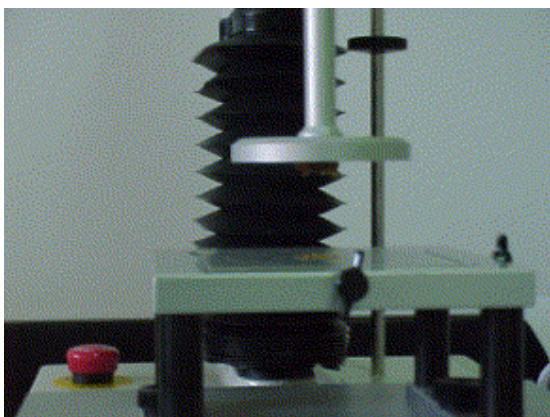
$$\text{kohezivnost} = \frac{\text{ob. 2}}{\text{ob. 1}} \quad \dots(5)$$

Elastičnost nam pove, kako se produkt fizično povrne nazaj v prvotno stanje po prvem stiskanju.

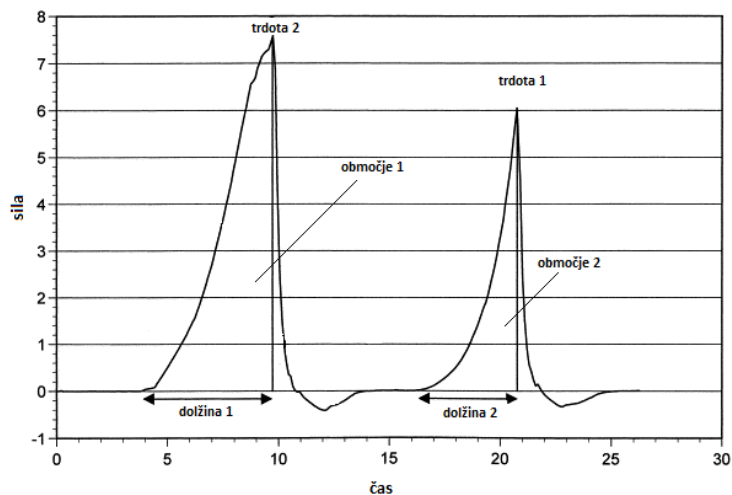
$$\text{elastičnost} = \frac{\text{dolžina 2}}{\text{dolžina 1}} \quad \dots(6)$$

Gumijavost velja samo za trdne izdelke. Izračunamo jo po naslednji formuli:

$$\text{gumijavost} = F_2 \cdot \frac{\text{ob. 2}}{\text{ob. 1}} \quad \dots(7)$$



Slika 1: Prikaz kontaktnega nastavka teksturometra (Texture Profile Analyser) (Rahman in Al – Farsi, 2005)



Slika 2: Grafični prikaz določanja teksturnih lastnosti živil s teksturometrom (Texture Profile Analyser) (Caine in sod., 2003)

2.6.2 Senzorične lastnosti biskvitov

Senzorična analiza je pomembna veda, saj spremlja človeka pri ocenjevanju in izbiranju hrane že od nekdaj. Je znanstvena disciplina, ki prepozna in opisuje senzorične lastnosti, ki jih človek zazna s svojimi petimi čutili: z vidom, sluhom, vohom, tipom in okusom. Da zaznavamo čute uporabljamo človeška čutila, kot so oči, nos, usta in ušesa. V njih so

nameščeni receptorji za zaznavanje videza, barve, okusa, vonja, temperature, pookusa itd. Med parametri, ki določajo kakovost živila, je senzorična analiza, vsaj med potrošniki, med bolj pomembnimi (Golob in sod., 2006).

Senzorično analizo uporabljamo za kontrolo kakovosti osnovnih surovin in končnih izdelkov, pri razvoju novih izdelkov, za tržne raziskave, spremljanje kakovosti izdelkov med skladiščenjem itd.

Senzorične teste delimo na analitične in afektivne (potrošniške) teste. Prve delimo na diskriminacijske (razločevalni), deskriptivne (opisne) in na teste z lestvicami ali razredi. Opisni testi so testi z s točkovnimi sistemi, sistemi s strukturirano in nestrukturirano točkovno lestvico. S potrošniškimi testi ocenjujemo priljubljenost izdelka z vidika potrošnika (Golob in sod., 2006).

Senzorično analizo lahko izvajajo trije tipi preizkuševalcev (Golob in sod., 2006):

- preizkuševalci laiki - začetniki, ki se šele spoznavajo s senzoričnimi analizami,
- izbrani preizkuševalci, ki so bili izbrani in šolani za ocenjevanje z določeno senzorično metodo,
- izvedenci ali strokovnjaki z izkušnjami, ki so pri svojem delu v panelu pokazali določeno ostrost svojih čutov in razvili dober in dolgotrajen spomin. Sem spadajo tudi specializirani preizkuševalci, ki uporabljajo specialno znanje, pridobljeno na določenih strokovnih področjih.

Na senzorične lastnosti biskvita lahko vplivajo dejavniki, kot so surovina živila, priprava testa, toplotna obdelava in dodatek encimov ali aditivov (Bayon in sod., 2007).

Pri biskvitih analiziramo barvo skorjice, barvo sredice, sladkost, okus, teksturo in podamo skupno oceno. Nezaželene lastnosti biskvita so: nepravilna oblika, majhen volumen, nepravilna intenzivnost barve na površini biskvita ali v notranjosti biskvita (Gaena in sod., 2007).

Velik vpliv na senzorične lastnosti biskvita imajo jajca, ki so pomembna sestavina živila. Tako na pripravo testa vpliva stepanje beljakov, saj omogoča boljše vzhajanje testa in vpliva na rahlost končnega izdelka. Ker je v biskvitu dodanih veliko jajc, lahko te vplivajo na okus in vonj. Zaradi prisotnosti prikrijejo okus in vonj ostalih sestavin (Ilyas in sod., 2007).

3 MATERIALI IN METODE DELA

3.1 VZOREC

Analizirali smo 10 pecilnih praškov različnih proizvajalcev, med katerimi 7 vzorcev pecilnih praškov vsebuje fosfate, trije vzorci (P8, P9, P10) pa fosfatov ne vsebujejo (preglednica 1). Nato smo po običajnem receptu pripravili 10 biskvitov in pri tem dodali vsakokrat enega izmed analiziranih pecilnih praškov. Poleg tega smo pripravili še dva kontrolna vzorca biskvita, enega z dodatkom natrijevega bikarbonata (B11) in drugega brez pecilnega praška (B12).

Preglednica 1: Vzorci pecilnih praškov in biskvitov

Pecilni prašek		Biskvit	
oznaka	proizvajalec	biskvit	dodano rahljalno sredstvo
P1	Spar	B1	P1
P2	Bella	B2	P2
P3	Pecin	B3	P3
P4	Dolcela	B4	P4
P5	Regina	B5	P5
P6	Dr.Oetker	B6	P6
P7	Emba	B7	P7
P8	Biotop	B8	P8
P9	Alnatura	B9	P9
P10	Gut & Gerne	B10	P10
		B11	natrijev bikarbonat
		B12	brez pecilnega praška

3.2 ANALIZNE METODE

3.2.1 Kvalitativen test (AOAC 965.18)

Princip:

Reagent molibdata ob prisotnosti fosfatov povzroči nastanek rumene oborine.

Reagenti:

Raztopina molibdata:

100 g MoO_3 raztopimo v mešanici 144 mL NH_4OH in 271 mL destilirane vode. Raztopino ohladimo in z mešanjem počasi prenesemo v čašo, v kateri smo pripravili 489 mL HNO_3 in 1148 mL destilirane vode. Raztopino pustimo nekaj dni na toplem. Po nekaj dneh vzamemo del raztopine in jo segrejemo na 40 °C. Če se ne pojavi rumena oborina, je raztopina molibdata primerna za uporabo.

Izvedba:

V 100 mL čašo odtehtamo 1 g vzorca. Dodamo 10 mL destilirane vode in 2 kapljici HNO_3 . Vsebino premešamo s stekleno palčko in filtriramo skozi filtrirni papir v čašo. Nato vzamemo ekvivalentno količino filtrata in MoO_3 . V našem primeru smo v epruveto odpipetirali 2 mL filtrata in 2 mL MoO_3 . Epruveto postavimo v vodno kopel na 40 °C. Če v epruveti nastane rumena oborina, je test pozitiven in v vzorcu so prisotni fosfati.

3.2.2 Priprava vzorca pecilnega praška za spektrofotometrično določanje vsebnosti fosfatov (James, 1995)

Skupno vsebnost mineralov v živilih določamo iz vsebnosti pepela, ki je anorganski ostanek po sežigu organske snovi.

3.2.2.1 Priprava pepela

Pri analizi pecilnega praška v žarilni lonček odtehtamo 1 g pecilnega praška in žarimo nad gorilnikom. Pazimo, da vzorec ne zagori. Nato žarilne lončke postavimo v žarilno peč na 550 °C, ter sežigamo dokler ni pepel bel ali svetlo siv.

Pri analizi vsebnosti pepela v biskvitih, v žarilni lonček odtehtamo 3 g zračno suhega vzorca biskvita, ki ga pripravimo po postopku, opisanem v poglavju 3.2.10.

3.2.2.2 Priprava standardne raztopine pepela

Vsebino žarilnega lončka prenesemo v 100 mL čašo, dodamo 5 mL HCl in kvantitativno izpiramo žarilni lonček z destilirano vodo. Volumen raztopine ne sme preseči 40 mL. Nato čašo prenesemo na grelni ploščo in segrevamo 10 minut. Raztopino ohladimo in prefiltriramo v 200 mL bučko. Čašo kvantitativno izpiramo v bučko in dopolnimo do oznake.

3.2.3 Spektrofotometrično določanje fosfata z molibdovanadatnim reagentom (metoda 1) (James, 1995)

Princip:

Reakcija fosforja v obliko ortofosfata, z molibdovanadatnim reagentom. Pri reakciji nastane rumeno oranžno obarvan kompleks, katerega absorbanco izmerimo pri 420 nm.

Pribor:

- 100 ml bučke,
- spektrofotometer,
- pipete.

Reagenti:

- molibdovanadatni reagent: 20 g amonijevega molibdata ($(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \times 4\text{H}_2\text{O}$) raztopimo v 400 mL destilirane vode, segrejemo na 50 °C in ohladimo. Nato raztopimo 1 g amonijevega vanadata v 300 mL vrele destilirane vode. Ohladimo in

previdno med mešanjem dodamo 140 mL koncentrirane dušikove kisline. Nato previdno med mešanjem dodamo raztopino molibdata v raztopino vanadata in dopolnimo z destilirano vodo do 1L.

- standardna raztopina fosfata: 4,39 g kalijevega dihidrogen fosfata (KH_2PO_4) raztopimo v 1 L destilirane vode. Za raztopino, ki vsebuje 0,1 mg P/mL, razredčimo 25 mL standardne raztopine fosfata do 250 mL z destilirano vodo.

Priprava umeritvene krivulje:

5 mL standardne raztopine fosfata (0,1 mg P/mL) odpipetiramo v 50 mL bučko in razredčimo do oznake. Iz te bučke nato v osem 100 mL bučk odpipetiramo 0, 2,0, 4,0, 5,0, 6,0, 8,0, 10,0 in 12,0 mL standardne raztopine fosfata in vsako bučko dopolnimo s 30 mL destilirane vode. Nato v vsako bučko dodamo 25 mL molibdovanadatnega reagenta in dopolnimo z vodo do oznake. Vsebuino bučk dobro premešamo, počakamo 10 minut in izmerimo absorbanco pri valovni dolžini 420 nm.

Analiza vzorca:

Pri analizi pecilnega praška vzamemo 1 mL (pri biskvitih 20 mL) pripravljene raztopine pepela (opisano v poglavju 3.2.2.2) in jo odpipetiramo v 100 mL bučko. V bučko dodamo 25 mL molibdovanadatnega reagenta, dopolnimo z vodo do oznake ter dobro premešamo. Po 10 minutah izmerimo absorbanco pri valovni dolžini 420 nm (James, 1995).

Izračuni:

Ker imamo poznano absorbanco, lahko koncentracijo c odčitamo iz umeritvene krivulje (priloga A in B) in vstavimo v enačbo:

$$P \text{ (mg/100 g)} = \frac{c_{\text{vz.}} \text{ (iz um. krivulje)} \cdot R \cdot 100}{m_{\text{vz}}} \quad \dots (8)$$

c_{vz} = koncentracija vzorca, ki jo odčitamo iz um. krivulje,

m_{vz} = masa pecilnega praška,

R = razredčitev.

3.2.4 Spektrofotometrično določanje fosfata z amonijevim molibdatom (metoda 2)

(James, 1995)

Princip:

Fosfor v obliki ortofosfata reagira z amonijevim molibdatom. Kositrov (II) klorid povzroči nastanek modro-vijolično obarvanega kompleksa, katerega absorbanco izmerimo s spektrofotometrom pri valovni dolžini 710 nm. Ta metoda je veliko bolj občutljiva kot metoda z molibdovanadatnim reagentom, zato se uporablja za živila z manjšo vsebnostjo fosfatov.

Pribor:

- 100 ml bučke,
- spektrofotometer,
- pipete.

Reagenti:

- 25 % amoniak: v 500 mL valj natočimo 100 mL NH_4OH in 400 mL destilirane vode. Premešamo in prelijemo v ustrezno steklenico,
- 4 % amonijev molibdat v žvepleni kislini: v 500 mL bučko odtehtamo 20 g amonijevega molibdata, dodamo 300 mL vode in 150 mL žveplene kisline. Bučko ohladimo pod tekočo vodo in dopolnimo do oznake,
- 2 % kositrov (II) klorid: odtehtamo 2 g kositrovega klorida in z destilirano vodo dopolnimo do 100 g,
- fenolftalein indikator,
- standardna raztopina fosfata: 4,39 g kalijevega dihidrogen fosfata (KH_2PO_4) raztopimo v 1 L destilirane vode. Za raztopino, ki vsebuje 0,1 mg P/mL, razredčimo 25 mL standardne raztopine fosfata do 250 mL z destilirano vodo.

Priprava umeritvene krivulje:

5 mL standardne raztopine fosfata (0,1 mg P/mL) odpipetiramo v 50 mL bučko in razredčimo do oznake. Iz te bučke nato v osem 100 mL bučk odpipetiramo 0,2, 0,4, 0,6, 0,8, 1,0, 1,2 in 1,4 mL standardne raztopine fosfata. V vsako bučko dodamo 1 kapljico

fenolftaleina in nekaj kapljic amoniaka, da nastane vijolično obarvanje. Vsako bučko z destilirano vodo dopolnimo do približno 85 mL ter dodamo 4 mL amonijevega molibdata in močno premešamo, ter dodamo 0,7 mL 2 % kositrovega klorida. Bučko močno premešamo in postavimo v temo za 20 minut. Nato izmerimo absorbanco pri valovni dolžini 710 nm.

Analiza vzorca:

Pri analizi pecilnega praška vzamemo 0,5 mL (pri biskvitih 20 mL) pripravljene raztopine pepela in jo odpipetiramo v 50 mL bučko. Z destilirano vodo dopolnimo do oznake in bučko premešamo. Iz te bučke nato vzamemo 10 mL in odpipetiramo v 100 mL bučko. Dodamo kapljico fenolftaleina in nekaj kapljic amoniaka, da nastane vijolična barva. Dopolnimo s 85 mL destilirane vode in dodamo 4 mL amonijevega molibdat reagenta, dobro premešamo in dodamo 0,7 mL 2 % kositrovega klorida. Bučko z destilirano vodo dopolnimo do oznake, močno premešamo in jo postavimo v temo. Po 20 minutah izmerimo absorbanco pri valovni dolžini 710 nm.

Izračuni:

Ker imamo poznano absorbanco vzorca, lahko koncentracijo c odčitamo iz umeritvene krivulje (priloga A in B) in vstavimo v enačbo:

$$P \text{ (mg/100 g)} = \frac{c_{\text{vz. (iz um. krivulje)}} \cdot R \cdot 100}{m_{\text{vz}}} \quad \dots (9)$$

c_{vz} = koncentracija vzorca, ki jo odčitamo iz um. krivulje,

m_{vz} = masa pecilnega praška,

R = razredčitev.

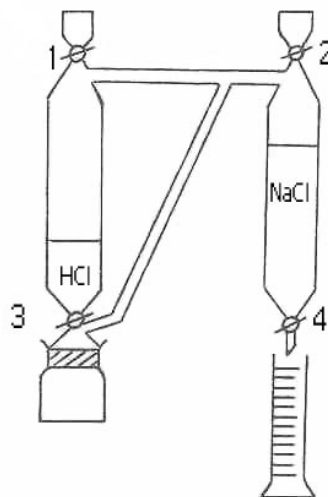
3.2.5 Določanje celokupne ogljikove kisline oz. CO_2 po Rauscherju (Plestenjak in Golob, 2003)

Princip:

V Rauscherjevi aparaturi na pecilni prašek učinkuje kislina. Pri tem se razvije ekvivalentna količina plina CO_2 , ki izpodrine določen volumen nasičene raztopine NaCl . Iz odmerjenega volumna NaCl , sobne temperature in barometriškega pritiska izračunamo količino CO_2 .

Pribor:

- aparatura po Rauscherju,
- merilni valj 50 ml,
- sobni termometer,
- barometer,
- sušilnik.



Slika 3: Rauscherjeva aparatura (Plestenjak in Golob, 2003)

Reagenti:

- 20 % HCl ,
- nasičena raztopina NaCl ,
- 10 % NH_4OH .

Izvedba:

Priprava aparature:

Zapremo petelinčka 3 in 4. Valj A napolnimo do $\frac{2}{3}$ volumna z nasičeno raztopino NaCl , pod njega pa postavimo 50 mL merilni valj. V suho posodico C natehtamo 0,3 – 0,4 g pecilnega praška in jo zrakotesno priključimo pod valj B. V B nalijemo približno $\frac{1}{3}$ volumna 20 % HCl . Zapremo še petelinčka 1 in 2.

Potek reakcije:

Previdno odpremo petelinčka 3 in 4, tako da vsa HCl odkaplja na pecilni prašek v posodi C. Po končani reakciji odčitamo v merilnem valju volumen izpodrinjene raztopine NaCl.

Izračuni:

$$\text{mL CO}_2 = \frac{\text{mL NaCl} \cdot F}{a} \cdot Z \quad \dots (10)$$

$$F = \frac{(b - p) \cdot 273}{1013 \cdot (273 + T)} \quad \dots (11)$$

$$\text{g CO}_2 = \text{mL CO}_2 \cdot 1,977 \cdot 10^{-3},$$

$$1 \text{ mL CO}_2 = 1,9768 \text{ mg CO}_2,$$

Z = teža praška brez embalaže (g),

a = odtehta pecilnega praška (g),

F = korekturni faktor, ki ga izračunamo iz zgornje enačbe,

b = barometriški tlak,

T = sobna temperatura,

p = parni tlak nasičene raztopine NaCl.

3.2.6 Določanje neaktivne ogljikove kisline oz. CO₂

Princip:

Vodno in amoniakalno raztopino pecilnega praška sušimo do suhega pri temperaturi 120 °C. Preostalo ogljikovo kislino določimo, kot je opisano za določanje celokupne ogljikove kisline (glej 3.2.5).

Račun:

$$\text{mL CO}_2 = \frac{\text{mL NaCl} \cdot F}{0,5} \cdot Z \quad \dots (12)$$

Izvedba:

V suho posodico C odtehtamo 0,5 g pecilnega praška, ga navlažimo z vodo in sušimo pri 120 °C v sušilniku do suhega. Ohladimo in preostanek navlažimo z 10 % NH₄OH ter spet posušimo do suhega. Ohladimo in ponovimo postopek na Rauscherjevi aparaturi, kot pri določanju celokupnega CO₂.

3.2.7 Izračun aktivne ogljikove kisline oz. CO₂ (Plestenjak in Golob, 2003)**Princip:**

Aktivno ogljikovo kislino dobimo, če od celokupne odštejemo neaktivno kislino.

3.2.8 Izračun prebitnega NaHCO₃ (Plestenjak in Golob, 2003)

Prebitni natrijev bikarbonat izračunamo, če od celokupnega odštejemo aktivni CO₂ in rezultat pomnožimo s faktorjem:

$$f = \frac{\text{NaHCO}_3}{\text{CO}_2} = 1,91 \quad \dots(13)$$

3.2.9 Priprava biskvitov**Recept:**

Sestavine:

- 60 g masla,
- 3 jajca,
- 90 g sladkorja,
- 60 g moke,
- pecilni prašek glede na deklaracijo.

Priprava:

Maslo (20 g na 1 rumenjake) razmešamo, dodamo polovico sladkorja in penasto umešamo. Med stalnim mešanjem dodamo rumenjake in mešamo še 2 minuti, da se masa speni. Iz

beljakov stepemo trd sneg in mu med mešanjem dodamo preostali sladkor. Masi dodamo sneg, premešamo, dodamo moko s pecilnim praškom in ponovno premešamo. Prenesemo v pekač s peki papirjem, z zobotrebcem izmerimo višino in pečemo pri temperaturi 180 °C, približno 35 minut (do središčne temperature 85 °C). Po pečenju izmerimo višino biskvita, ko je ohlajen, ga senzorično ocenimo.

3.2.10 Priprava vzorcev biskvitov za nadaljnje analize (Plestenjak in Golob, 2003)

Živila, ki vsebujejo visok odstotek vode ali so precej nehomogena, predhodno sušimo v sušilniku z ventilatorjem več ur ali dni pri temperaturi 50 – 60 °C.

Del biskvita odtehtamo v predhodno stehtano petrijevko ter sušimo pri temperaturi 50 – 60 °C približno 16 ur. Vmes večkrat premešamo. Nato pustimo 2 uri na sobni temperaturi in stehtamo. Dobimo zračno suh vzorec biskvita, ki ga zmeljemo in uporabimo za nadaljnje izračune zračne sušine, določanja vode v zračni sušini in izračunamo vsebnost vode v svežem obroku.

Za določanje vsebnosti fosfatov v biskvitih, vzorce pripravimo po postopku 3.2.2.

3.2.11 Merjenje teksturnih lastnosti biskvitov

Za merjenje trdote, gumijavosti, kohezivnosti in elastičnosti biskvitov smo uporabili aparat TA – XT plus texture analyser (Stable micro system). Meritve smo opravili na vseh pripravljenih biskvitih (preglednica 1). Ohlajene biskvite smo narezali na kocke velikosti 3x3 cm in vsaki kocki določili teksturne lastnosti. Uporabili smo nastavek SMSP/100 pri hitrosti stiskanja in dvigovanja 5 mm/s. Procent stiskanja je bil za 50 % prvotne višine biskvita.

3.2.12 Senzorična analiza biskvitov

Senzorično ocenjevanje je opravil petčlanski panel v senzoričnem laboratoriju, na Katedri za tehnologijo mesa in vrednotenje živil na Biotehniški fakulteti. Senzorično ocenjevanje so izvedli s testom točkovanja posameznih senzoričnih lastnosti – deskriptorjev, z nestrukturirano točkovno lestvico (od 1 do 5 točk). Senzorično ocenjevanje vzorcev je potekalo na svežih ohlajenih vzorcih, ki so bili šifrirani.

Panel je ocenjeval naslednje lastnosti:

- videz (1 – 5 točk), kjer ena točka predstavlja najslabši videz, pet točk pa lep, značilen videz biskvita
- barva (1 – 5 točk), kjer ena točka predstavlja neustrezno barvo, pet točk pa lepo zlatorumeno barvo
- rahlost (1 – 5 točk), kjer ena točka predstavlja najslabšo rahlost, pet točk pa zelo rahel biskvit
- prožnost (1 – 5 točk), kjer ena točka predstavlja slabo prožnost, pet točk pa izrazito prožnost
- lepljivost na zobe in nebo (1 – 5 točk), kjer ena točka predstavlja povečano lepljivost na zobe, pet točk pa primerno, neizrazito lepljivost na zobe
- sočnost (1 – 5 točk), kjer ena točka predstavlja suhost, slabo sočnost, pet točk pa odlično sočnost
- tekstura (1 – 5 točk), kjer ena točka pomeni trdo strukturo, pet točk pa mehko teksturo
- vonj (1 – 5 točk), kjer ena točka pomeni neznačilen, nezaželen vonj, pet točk pa značilen, prijeten vonj svežega biskvita
- okus (1 – 5 točk), kjer ena točka pomeni neznačilen okus, pet točk pa značilen okus biskvita
- aroma (1 – 5 točk), kjer ena točka pomeni neznačilno aromo, pet točk pa značilno aromo
- tuja aroma (1 – 5 točk), kjer ena točka pomeni prisotnost tuje arome, pet točk pa odsotnost tuje arome
- videz in barva prereza (1 – 5 točk), kjer ena točka pomeni neustrezen, nehomogen videz prereza, pet točk pa ustrezen, homogen videz prereza

3.3 STATISTIČNA OBDELAVA PODATKOV

V poskusu zbrane podatke smo pripravili in uredili s programom EXCEL XP. Tako urejene podatke smo statistično obdelali z računalniškim programom SAS (SAS Software, Version 8.01, 1999) s postopkom GLM (General Linear Models) in t testom v paru (t-paired).

S postopkom MEANS smo izračunali osnovne statistične parametre (SAS Software, 1999):

- povprečje,
- standardni odklon (so),
- najmanjša in največja vrednost in
- koeficient variabilnosti (KV).

Statistični model za analizo fizikalnokemijskih in senzoričnih lastnosti pecilnih praškov in biskvitov je vključeval vpliv različnih pecilnih praškov (S) in ponovitev (P):

$$y_{ijk} = \mu + S_i + P_j + e_{ijk} \quad \dots (14)$$

kjer je y_{ij} = ij-to opazovanje, μ = povprečna vrednost, S_i – vpliv pecilnega praška (P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9, P10), in P_j – vpliv proizvodne ponovitve (1, 2) in e_{ijk} = ostanek.

Povprečne vrednosti za eksperimentalne skupine so bile izračunane z Duncanovim testom in so primerjane pri 5 % tveganju (SAS Software, 1999).

Pearsonovi korelacijski koeficienti kot parametri pecilnih praškov ter biskvitov so izračunani s postopkom CORR (SAS Software, 1999).

3.3.1 Osnovni statistični parametri

3.3.1.1 Aritmetična sredina ali povprečje

To povprečje je najpogosteje uporabljena srednja vrednost. Izračunamo jo tako, da vsoto vseh vrednosti enot (x_i) v statistični množici delimo s številom enot (n). Vsota vseh odklonov od povprečja je vedno enaka nič (Adamič, 1989).

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n X_i \quad \dots(15)$$

3.3.1.2 Varianca in standardni odklon

Varianca (s^2) je osnovna mera razpršenosti podatkov okoli aritmetične sredine in je povprečje kvadratov odklonov posameznih vrednosti od aritmetične sredine. Izračunamo jo po naslednji enačbi (Adamič, 1989):

$$s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \quad \dots(16)$$

Kot opisni parameter se pogosto uporablja kvadratni koren variance, ki ga imenujemo tudi standardna deviacija ali standardni odklon. Izračunamo ga po naslednji enačbi (Adamič, 1989):

$$SD = \sqrt{s^2} = s \quad \dots(17)$$

3.3.1.3 Koeficient variabilnosti

Koeficient variabilnosti nam omogoča objektivno primerjavo statističnih spremenljivk.

Koeficient variabilnosti izračunamo tako, da standardno deviacijo delimo z aritmetično sredino opazovanega vzorca in dobljeno vrednost izrazimo v odstotkih (Adamič, 1989).

$$KV(\%) = \frac{s}{\bar{x}} \cdot 100 \quad \dots(18)$$

3.3.2 Duncanov test

Je zaključni test, namenjen analizi večjega števila vzorcev, za katere je znano, da so homogeni, a ne pripadajo isti populaciji. Razlikovanje vzorcev je osnovano na večkratnem preizkušanju variacijskih razmikov. Stopnja značilnosti temelji na številu neodvisnih primerjav med aritmetičnimi sredinami. S pomočjo Duncanovega testa razdelimo posamezne vzorce v več podskupin, v katerih se vzorci glede na opazovano statistično spremenljivko ne razlikujejo (Adamič, 1989).

3.3.3 t-test v paru

Pri primerjavi dveh majhnih vzorcev, nam standardni odklon vzorcev postane nezanesljiv cenilec za standardni odklon populacije. Preskus domneve o razlikah med njunima povprečjema temelji na t-testu in ne na normalni porazdelitvi.

Pri preiskovanju ničelne domneve o razliki med povprečjema dveh majhnih neodvisnih vzorcev uporabljamo enačbo (19), kjer je s_s skupen standardni odklon za oba vzorca, n_1 je število enot v prvem vzorcu, n_2 pa število enot v drugem vzorcu, $\bar{x}_1$ je povprečna vrednost prvega vzorca, $\bar{x}_2$ pa povprečna vrednost drugega vzorca (Adamič, 1989).

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{s_s \cdot \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}} \quad \dots(19)$$

3.3.4 Pearsonov koeficient korelacije

Pearsonov koeficient korelacije (r) je merilo linearne povezanosti dveh številskih spremenljivk, ki sta naključni in med seboj povezani, vendar ne nujno odvisni ena od druge. Pearsonov koeficient korelacije je enak razmerju med kovarianco (c_{xy}) in zmnožkom standardnih odklonov obeh spremenljivk x in y (s_x in s_y):

$$r = \frac{c_{xy}}{s_x \cdot s_y} \quad \dots(20)$$

Kovarianca (c_{xy}) je povprečen produkt odklonov dveh naključnih spremenljivk od njihovih povprečij in predstavlja varianco podatkov zaradi korelacije.

$$c_{xy} = \frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^n [(x - \bar{x})(y - \bar{y})] \quad \dots (21)$$

Pearsonov koeficient korelacije lahko zasede vse vrednosti na lestvici med -1 do $+1$. Pozitivne vrednosti koeficienta pomenijo, da vrednost ene spremenljivke narašča z vrednostjo druge. Negativne vrednosti koeficienta pa pomenijo, da vrednost ene spremenljivke raste, medtem ko vrednost druge spremenljivke pada (Adamič, 1989).

Kadar je vrednost koeficienta korelacije nad $0,7$, govorimo o močni povezanosti spremenljivk (Seljak, 1996).

4 REZULTATI

Praktični del diplomske naloge je obsegal analizo različnih vzorcev pecilnih praškov in biskvitov, ki smo jih pripravili po klasičnem receptu, z dodatkom teh pecilnih praškov. Določali smo vsebnosti fosfatov v pecilnih praških in biskvitih. Prisotnost oz. odsotnost fosfatov smo določili s kvalitativno AOAC metodo (965.18). Za določanje vsebnosti fosfatov smo uporabljali dve spektrofotometrični metodi, za določanje vsebnosti celokupnega, neaktivnega in aktivnega CO₂ v pecilnih praških pa Rauscherjevo metodo. Biskvite smo tudi senzorično ocenili in jim izmerili teksturne lastnosti. Spremljali smo spremembo mase in višine biskvitov pred in po pečenju.

Dobljene rezultate smo statistično obdelali in poiskali povezave in razlike med posameznimi parametri.

4.1 REZULTATI ANALIZ PECILNIH PRAŠKOV

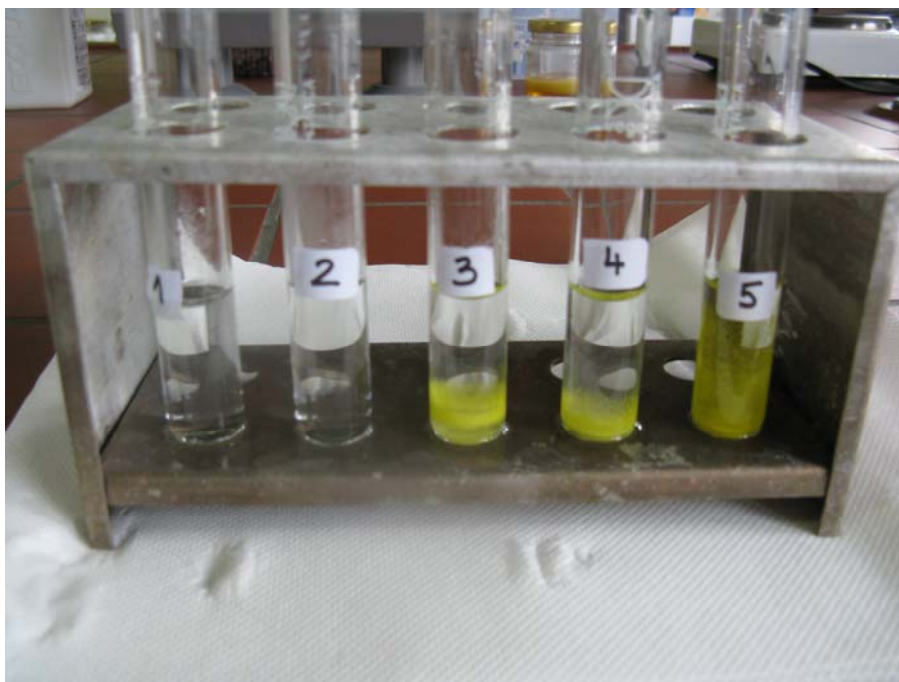
4.1.1 Rezultati kvalitativnega testa določanja fosfatov v različnih pecilnih praških

S kvalitativnim testom smo ugotavljali ali so v določenem pecilnem prašku prisotni fosfati. Iz preglednice 2 je razvidno, da se fosfati nahajajo v vseh pecilnih praških, razen v pecilnih praških, ki so deklarirani kot pecilni prašek brez fosfatov. To so pecilni praški P8, P9 in P10. Na sliki 3 vidimo epruvete 3, 4 in 5, v katerih je prisotna rumena oborina (fosfati so prisotni) ter epruveti 1 in 2, v katerih ni oborine (fosfati niso prisotni).

Preglednica 2: Rezultati kvalitativnega testa prisotnosti fosfatov v različnih pecilnih praških

Pecilni prašek	Kvalitativen test
P1	+
P2	+
P3	+
P4	+
P5	+
P6	+
P7	+
P8	–
P9	–
P10	–

+: test je pozitiven, fosfati so prisotni; –: test je negativen, fosfati niso prisotni



Slika 4: Primer kvalitativnega testa prisotnosti fosfatov v različnih pecilnih praških

4.1.2 Testiranje pravilnosti spektrofotometričnih metod za določanje vsebnosti fosfatov

Da bi ugotovili pravilnost spektrofotometričnih metod, ki smo jih pri našem delu uporabili za določanje vsebnosti fosfatov v pecilnih praških in biskvitih, smo na enem vzorcu pecilnega praška izvedli metodo standardnega dodatka. Vzorcju P3 smo dodali 0 g, 0,1 g, 0,2 g, 0,3 g in 0,4 g NaH_2PO_4 in naredili analize. Masa vzorca je bila okrog 1 g ($\pm 0,05$). Pri metodi 1 smo naredili dve paralelki, pri metodi 2 pa tri paralelke, saj je zadnja metoda bolj občutljiva in se uporablja za določanje nižjih vsebnosti fosfatov.

Preglednica 3: Testiranje pravilnosti spektrofotometričnih metod za določanje vsebnosti fosfatov z metodo standardnega dodatka

Spektrofotometrično določanje							
		metoda 1			metoda 2		
m vzorca P3 (g)	m standardnega dodatka NaH_2PO_4 (mg/g)	NaH_2PO_4 skupni (mg/g)	določen NaH_2PO_4 (mg/g)	izkoristek (%)	NaH_2PO_4 skupni (mg/g)	določen NaH_2PO_4 (mg/g)	izkoristek (%)
1,00	0	/	43,81	/	/	0,45	/
1,00	0	/	43,95	/	/	0,45	/
1,00	0	/		/	/	0,44	/
1,00	0	/	44,38	/	/	0,46	/
1,00	0	/	45,79	/	/	0,46	/
1,00	0	/		/	/	0,45	/
0,99	0,12	0,56	0,52	92,8	0,54	0,59	109,90
0,99	0,12	0,56	0,52	92,5	0,54	0,59	109,20
0,99	0,12				0,54	0,58	107,70
1,00	0,10	0,54	0,49	91,4	0,52	0,50	96,30
1,00	0,10	0,54	0,49	91,4	0,52	0,50	96,60
1,00	0,10				0,52	0,50	96,80
1,00	0,20	0,64	0,59	91,8	0,62	0,58	93,10
1,00	0,20	0,64	0,59	92,7	0,62	0,58	92,90
1,00	0,20				0,62	0,58	93,70
1,00	0,20	0,64	0,52	80,5	0,62	0,57	92,00
1,00	0,20	0,64	0,52	80,3	0,62	0,54	87,00
1,00	0,20				0,62	0,54	87,20
1,03	0,39	0,83	0,80	95,8	0,81	0,80	98,20
1,03	0,39	0,83	0,80	95,8	0,81	0,80	98,30
1,03	0,39				0,81	0,79	97,10
1,06	0,40	0,84	0,67	79,3	0,82	0,96	116,40
1,06	0,40	0,84	0,68	80,0	0,82	0,95	115,30
1,06	0,40				0,82	0,96	116,20

Iz preglednice 3 je razvidno, da je bil pri metodi 1 izkoristek v območju med 79,3 % in 95,8 %. Pri spektrofotometrični metodi 2 je bil izkoristek v območju med 87,0 % in 116,4 %. Pri metodi 2 smo pri analizi nekaterih vzorcev določili več kot 100 % izkoristek, kar pomeni da smo določili več fosfatov, kot naj bi jih bilo v vzorcu prisotnih.

4.1.3 Vsebnost fosforja in fosfatov v pecilnih praških različnih proizvajalcev

Kvantitativno določitev fosfatov v vzorcih pecilnih praškov smo opravili v 2, 3 ali 6 ponovitvah (vzorec P3 smo vedno analizirali v 6 paralelkah). V sedmih pecilnih praških smo določali vsebnost fosforja in fosfatov s spektrofotometričnima metodama 1 in 2. Vsebnosti fosfatov nismo določali v pecilnih praških, deklariranih kot prašek brez fosfatov, saj smo že s kvalitativno analizo dokazali, da fosfatov ne vsebujejo.

Preglednica 4: Povprečna vsebnost fosforja in fosfatov v različnih pecilnih praških z deklarirano prisotnostjo fosfatov

Parameter	Metoda	n	Povprečje	min	max	so	KV (%)
c (g P/100 g)	metoda 1	36	11,38	10,30	13,10	0,78	6,84
c (g NaH ₂ PO ₄ /100 g)		36	44,09	39,90	50,75	3,02	6,84
c (g P/100 g)	metoda 2	54	11,40	10,00	13,50	0,87	7,62
c (g NaH ₂ PO ₄ /100 g)		54	44,18	38,74	52,30	3,37	7,62

n – število vrednotenj v poskusu, min – minimalna vrednost, max – maksimalna vrednost, so – standardni odklon, KV (%) – koeficient variabilnosti

Z metodo 1 smo določili, da pecilni praški (z dodanimi fosfati) povprečno vsebujejo 11,38 g P/100 g vzorca oz. 44,09 g NaH₂PO₄/100 g vzorca. Z metodo 2 smo določili povprečno vrednost fosforja 11,40 g P/100 g oz. 44,18 g NaH₂PO₄/100 g vzorca (preglednica 4).

Preglednica 5: Vsebnosti fosforja in fosfatov ($\bar{x} \pm so$) v različnih pecilnih praških z deklarirano prisotnostjo fosfatov (Duncanov test, $\alpha=0,05$)

Pecilni prašek	Parameter			
	metoda 1		metoda 2	
	vsebnost P (g /100 g)	vsebnost NaH ₂ PO ₄ (g /100 g)	vsebnost P (g /100 g)	vsebnost NaH ₂ PO ₄ (g /100 g)
P1	10,53 ± 0,21 ^e	40,77 ± 0,80 ^e	10,42 ± 0,27 ^c	40,35 ± 1,05 ^c
P2	11,43 ± 0,10 ^c	44,26 ± 0,37 ^c	10,70 ± 0,44 ^c	41,45 ± 1,72 ^c
P3	11,07 ± 0,23 ^{cd}	42,87 ± 0,88 ^{cd}	11,47 ± 0,50 ^b	44,42 ± 1,94 ^b
P4	10,83 ± 0,13 ^{de}	41,94 ± 0,49 ^{de}	10,82 ± 0,17 ^c	41,90 ± 0,67 ^c
P5	11,18 ± 0,67 ^{cd}	43,29 ± 2,58 ^{cd}	11,32 ± 0,55 ^b	43,84 ± 2,11 ^b
P6	12,35 ± 0,29 ^b	47,84 ± 1,12 ^b	11,73 ± 0,20 ^b	45,44 ± 0,77 ^b
P7	12,93 ± 0,15 ^a	50,07 ± 0,58 ^a	13,25 ± 0,30 ^a	51,33 ± 1,17 ^a
P8	/	/	/	/
P9	/	/	/	/
P10	/	/	/	/
Z.	***	***	***	***

z. – statistična značilnost: *** $p \leq 0,001$ statistično zelo visoko značilen vpliv; pecilni praški z enako nadpisano črko znotraj stolpca, se med seboj statistično značilno ne razlikujejo ($p > 0,05$).

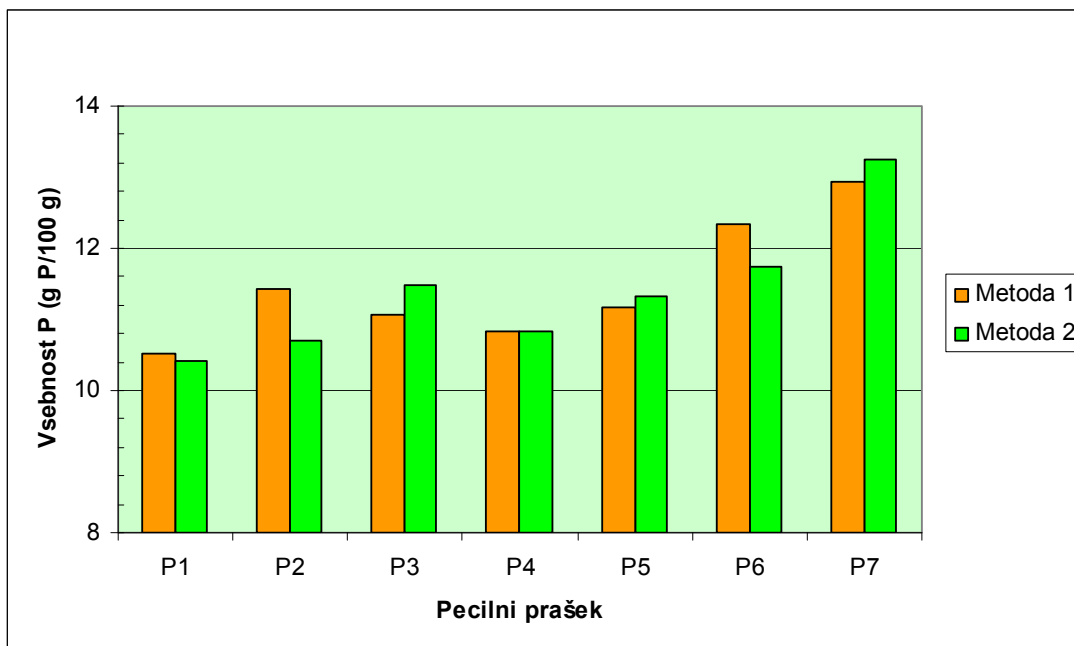
Iz preglednice 5 je razvidno, da se pecilni praški razlikujejo v vsebnosti fosfatov. Rezultati, dobljeni z metodo 1, kažejo, da je največ fosfatov, določenih kot NaH₂PO₄ (50,07 g NaH₂PO₄/100 g) vseboval pecilni prašek P7, najmanj (40,77 g NaH₂PO₄/100 g) pa pecilni prašek P1. Statistična obdelava podatkov je pokazala, da se pecilni prašek P5 ne razlikuje od pecilnega praška P2, P3 in P4, razlikuje pa se od ostalih pecilnih praškov P1, P6 in P7. Rezultati, dobljeni z metodo 2, kažejo, da je največ fosfatov (51,33 g NaH₂PO₄/100 g) vseboval pecilni prašek P7, ki se statistično značilno razlikuje od ostalih vzorcev. Najnižjo koncentracijo fosfatov (40,35 g NaH₂PO₄/100 g) vsebuje pecilni prašek P1, ki se statistično značilno ne razlikuje od pecilnih praškov P2 in P4.

Vsebnosti fosfatov v pecilnih praških, deklariranih kot prašek brez fosfatov, nismo določali, saj se je pri pripravi pepela, pecilni prašek zapekel na stene žarilnega lončka. Vzorci niso bili več uporabni za nadaljnje analize. Zato smo naredili kvalitativen test in z njim dokazali, da fosfatov v pecilnih praških, deklariranih kot prašek brez fosfatov, ni prisotnih.

S statistično analizo je bilo ugotovljeno, da obstajajo med vzorci 7 pecilnih praškov statistično značilne razlike v vsebnosti fosforja in NaH₂PO₄.

S t - testom v paru smo ugotovili, da je vsebnost fosfatov, določenih po metodi 1 za 0,17 g P/100 g oz. 0,66 g NaH_2PO_4 /100 g manjša kot po metodi 2. Vendar pa razlika statistično ni značilna ($p = 0,8083$).

Primerjavo rezultatov, dobljenih za vsebnost fosforja z dvema spektrofotometričnima metodama, vidimo na sliki 5.



Slika 5: Primerjava rezultatov vsebnosti fosforja v pecilnih praških, dobljenih z dvema spektrofotometričnima metodama

4.1.4 Vsebnost celokupnega, neaktivnega, aktivnega CO_2 in prebitni NaHCO_3 v različnih pecilnih praških

V 10 - ih pecilnih praških smo določali celokupni in neaktivni CO_2 ter izračunali aktivni CO_2 in prebitni NaHCO_3 . Dobljene rezultate smo prikazali posebej za pecilne praške, ki vsebujejo fosfate (preglednica 6) in pecilne praške, ki ne vsebujejo fosfatov (preglednica 7).

Preglednica 6: Vsebnost celokupnega, neaktivnega in aktivnega CO₂ ter vsebnost prebitnega NaHCO₃, v različnih pecilnih praških z deklarirano prisotnostjo fosfatov, z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri

Parameter	n	Povprečje	min	max	so	KV (%)
celokupni CO ₂ (mg)	21	4646	3918	5691	469	10
neaktivni CO ₂ (mg)	21	629	234	1176	328	52
aktivni CO ₂ (mg)	21	4018	3173	4538	433	11
prebitni NaHCO ₃ (mg)	21	1201	447	2246	626	52

n – število vrednotenj v poskusu, min – minimalna vrednost, max – maksimalna vrednost, so – standardni odklon, KV (%) – koeficient variabilnosti

Iz preglednice 6 je razvidno, da pecilni praški, ki vsebujejo fosfate, povprečno razvijejo 4018 mg aktivnega CO₂ na 1 kg moke, razpon določenih vrednosti pa je v območju med 3173 mg do 4538 mg aktivnega CO₂ na 1kg moke.

Preglednica 7: Vsebnost celokupnega, neaktivnega in aktivnega CO₂ ter vsebnost prebitnega NaHCO₃, v različnih pecilnih praških, deklariranih kot prašek brez fosfatov, z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri

Parameter	n	Povprečje	min	max	so	KV (%)
celokupni CO ₂ (mg)	8	4754	2149	6877	1901	40
neaktivni CO ₂ (mg)	8	1629	376	4244	1518	93
aktivni CO ₂ (mg)	8	3125	1773	5086	1194	38
prebitni NaHCO ₃ (mg)	8	3111	718	8105	2899	93

n – število vrednotenj v poskusu, min – minimalna vrednost, max – maksimalna vrednost, so – standardni odklon, KV (%) – koeficient variabilnosti

Iz preglednice 7 je razvidno, da pecilni praški, deklarirani kot prašek brez fosfatov, povprečno razvijejo 3125 mg aktivnega CO₂ na 1 kg moke, razpon določenih vrednosti pa je v območju od 1773 mg do 5086 mg aktivnega CO₂ na 1 kg moke.

Preglednica 8: Vsebnost celokupnega, neaktivnega in aktivnega CO₂ ($\bar{x} \pm s$) ter vsebnost prebitnega NaHCO₃, v pecilnih praških z deklarirano prisotnostjo fosfatov

Pecilni prašek	Parameter			
	celokupni CO ₂ (mg)	neaktivni CO ₂ (mg)	aktivni CO ₂ (mg)	prebitni NaHCO ₃ (mg)
P1	4326 ± 78 ^{cd}	1021 ± 99 ^a	3305 ± 147 ^d	1951 ± 189 ^a
P2	5641 ± 60 ^a	1123 ± 75 ^a	4518 ± 32 ^a	2145 ± 144 ^a
P3	4526 ± 251 ^{bc}	801 ± 70 ^b	3725 ± 295 ^c	1531 ± 133 ^b
P4	4659 ± 78 ^b	249 ± 13 ^c	4410 ± 83 ^a	475 ± 24 ^d
P5	4547 ± 194 ^{bc}	467 ± 77 ^c	4080 ± 143 ^b	891 ± 147 ^c
P6	4086 ± 146 ^d	356 ± 27 ^{ce}	3730 ± 153 ^c	681 ± 51 ^{cd}
P7	4740 ± 112 ^b	384 ± 12 ^c	4356 ± 104 ^a	734 ± 22 ^c
z.	***	***	***	***

z. – statistična značilnost: *** $p \leq 0,001$ statistično zelo visoko značilen vpliv; pecilni praški z enako nadpisano črko znotraj stolpca, se med seboj statistično značilno ne razlikujejo ($p > 0,05$).

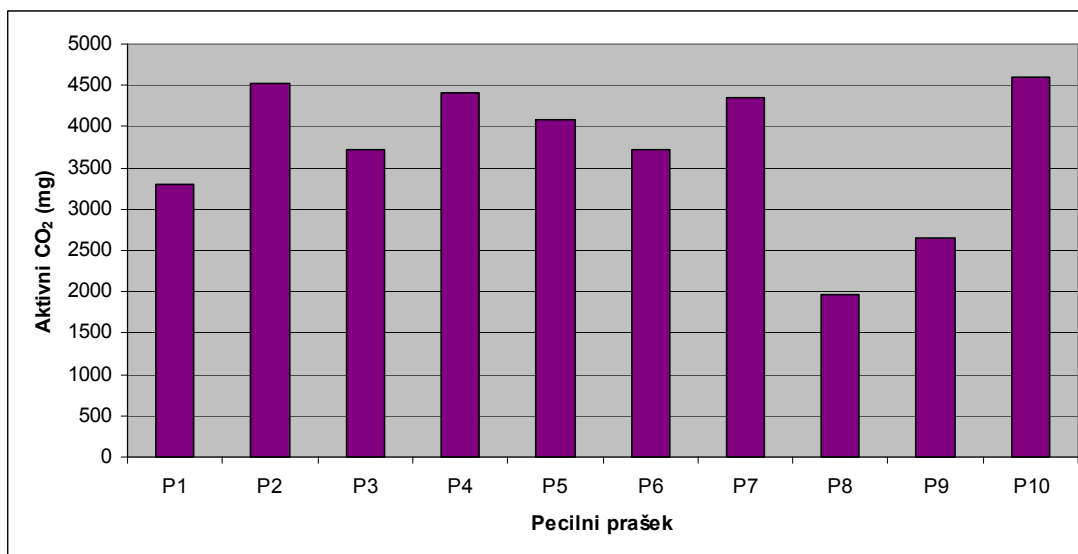
Iz preglednice 8 je razvidno, da se pecilni praški razlikujejo v vsebnosti celokupnega, neaktivnega in aktivnega CO₂ ter v vsebnosti prebitnega NaHCO₃. Največ aktivnega CO₂ razvije pecilni prašek P2, ki se statistično značilno ne razlikuje od pecilnega praška P4 in P7. Najmanj aktivnega CO₂ razvije pecilni prašek P3, ki se statistično značilno razlikuje od ostalih vzorcev.

Preglednica 9: Vsebnost celokupnega, neaktivnega in aktivnega CO₂ ($\bar{x} \pm s$) ter vsebnost prebitnega NaHCO₃, v pecilnih praških deklariranih kot prašek brez fosfatov

Pecilni prašek	Parameter			
	celokupni CO ₂ (mg)	neaktivni CO ₂ (mg)	aktivni CO ₂ (mg)	prebitni NaHCO ₃ (mg)
P8	2379 ± 259 ^c	411 ± 35 ^c	1968 ± 248 ^b	786 ± 66 ^c
P9	6859 ± 26 ^a	4197 ± 65 ^a	2661 ± 39 ^b	8017 ± 125 ^a
P10	5726 ± 282 ^b	1135 ± 153 ^b	4592 ± 432 ^a	2167 ± 291 ^b
z.	***	***	***	***

z. – statistična značilnost: *** $p \leq 0,001$ statistično zelo visoko značilen vpliv; pecilni praški z enako nadpisano črko znotraj stolpca, se med seboj statistično značilno ne razlikujejo ($p > 0,05$).

Največja odstopanja so bila v pecilnih praških brez dodanih fosfatov. Pecilni prašek P10 je razvil 4592 mg aktivnega CO₂, in je po vsebnosti aktivnega CO₂ primerljiv s pecilnimi praški, ki vsebujejo fosfate (preglednica 8). Pecilna praška P8 in P9 sta razvila manjšo količino CO₂ in nista primerljiva z ostalimi vzorci.



Slika 6: Vsebnost aktivnega CO₂ v pecilnih praških

Glede na vsebnost aktivne ogljikove kisline se pecilni praški med seboj razlikujejo. Na sliki 6 je razvidno, da največ aktivnega CO₂ vsebujejo pecilni prašek P2, P4, P7 in P10, najmanj pa pecilna praška brez fosfatov P8 in P9.

4.2 REZULTATI FIZIKALNOKEMIJSKIH, SENZORIČNIH IN TEKSTURNIH ANALIZ BISKVITOV

4.2.1 Rezultati kvalitativnega testa določanja fosfatov v biskvitih

S kvalitativnim testom smo določali ali so v vzorcih biskvitov prisotni fosfati. Iz preglednice 10 je razvidno, da vsi biskviti vsebujejo fosfate.

Preglednica 10: Rezultati kvalitativnega testa prisotnosti fosfatov v biskvitih, pripravljenih z dodatkom različnih pecilnih praškov

Biskvit	Kvalitativen test
B1	+
B2	+
B3	+
B4	+
B5	+
B6	+
B7	+
B8	+
B9	+
B10	+
B11	+
B12	+

+: test je pozitiven, fosfati so prisotni; -: test je negativen, fosfati niso prisotni

4.2.2 Vsebnost fosforja in fosfatov v biskvitih, pripravljenih z dodatkom različnih pecilnih praškov

V okviru eksperimentalnega dela diplomske naloge smo naredili 12 biskvitov (preglednica 1). Deset biskvitov smo pripravili z dodatkom različnih pecilnih praškov. En biskvit smo pripravili z dodatkom natrijevega bikarbonata in enega brez pecilnega praška.

Preglednica 11: Povprečna vsebnost fosforja in fosfatov v biskvitih, pripravljenih z dodatkom različnih pecilnih praškov

Parameter	Metoda	n	Povprečje	min	max	so	KV (%)
c (g P/100 g)	metoda 1	78	0,13	0,08	0,17	0,03	20,0
c (g NaH ₂ PO ₄ /100 g)		78	0,49	0,30	0,66	0,10	20,0
c (g P/100 g)	metoda 2	117	0,13	0,06	0,19	0,03	26,4
c (g NaH ₂ PO ₄ /100 g)		117	0,50	0,25	0,72	0,13	26,4

n – število vrednotenij v poskusu, min – minimalna vrednost, max – maksimalna vrednost, so – standardni odklon, KV (%) – koeficient variabilnosti

Iz preglednice 11 vidimo, da se rezultati v vsebnosti fosforja in fosfatov v biskvitih, dobljeni z dvema metodama ne razlikujejo, saj smo z obema metodama določili povprečno 0,13 g P/100 g vzorca oz. 0,49 in 0,50 g NaH₂PO₄/100 g vzorca.

Preglednica 12: Vsebnosti fosforja in fosfatov ($\bar{x} \pm so$) v biskvitih, pripravljenih z dodatkom različnih pecilnih praškov (Duncanov test, $\alpha=0,05$)

Biskvit	Metoda 1		Metoda 2	
	vsebnost P (g/100 g)	vsebnost NaH ₂ PO ₄ (g/100 g)	vsebnost P (g/100 g)	vsebnost NaH ₂ PO ₄ (g/100 g)
B1	0,14 ± 0,01 ^c	0,54 ± 0,04 ^c	0,14 ± 0,01 ^c	0,53 ± 0,05 ^c
B2	0,16 ± 0,01 ^a	0,61 ± 0,02 ^a	0,18 ± 0,01 ^a	0,68 ± 0,02 ^a
B3	0,14 ± 0,01 ^c	0,53 ± 0,02 ^c	0,15 ± 0,02 ^b	0,59 ± 0,08 ^b
B4	0,16 ± 0,01 ^a	0,60 ± 0,04 ^a	0,15 ± 0,01 ^b	0,57 ± 0,05 ^b
B5	0,15 ± 0,01 ^b	0,58 ± 0,03 ^b	0,15 ± 0,01 ^b	0,59 ± 0,05 ^b
B6	0,14 ± 0,01 ^c	0,55 ± 0,05 ^c	0,15 ± 0,01 ^b	0,57 ± 0,03 ^b
B7	0,15 ± 0,01 ^b	0,58 ± 0,04 ^b	0,15 ± 0,01 ^b	0,57 ± 0,02 ^b
B8	0,09 ± 0,01 ^f	0,34 ± 0,03 ^f	0,09 ± 0,00 ^e	0,33 ± 0,01 ^e
B9	0,10 ± 0,01 ^d	0,40 ± 0,03 ^d	0,09 ± 0,01 ^{de}	0,35 ± 0,05 ^{de}
B10	0,10 ± 0,00 ^d	0,40 ± 0,01 ^d	0,10 ± 0,02 ^d	0,38 ± 0,10 ^d
B11	0,09 ± 0,01 ^e	0,36 ± 0,04 ^e	0,10 ± 0,01 ^d	0,37 ± 0,02 ^d
B12	0,11 ± 0,01 ^d	0,42 ± 0,03 ^d	0,08 ± 0,01 ^e	0,32 ± 0,06 ^e
z.	***	***	***	***
z _{pon}	nz	nz	***	***

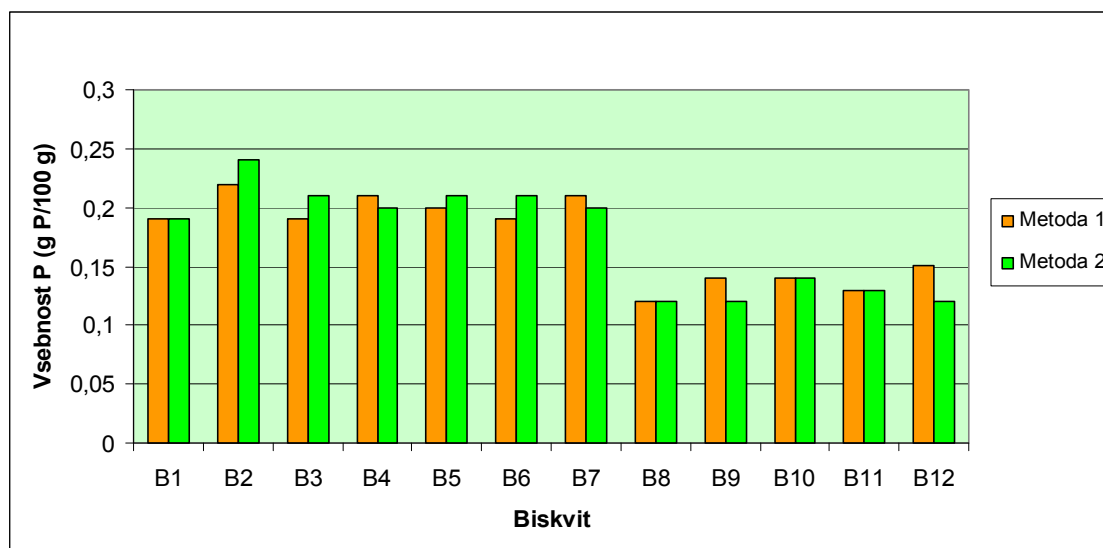
z. – statistična značilnost: *** $p \leq 0,001$ statistično zelo visoko značilen vpliv; nz - $p > 0,05$ statistično neznačilen vpliv; pecilni praški z enako nadpisano črko znotraj stolpca se med seboj statistično značilno ne razlikujejo ($p > 0,05$); z_{pon} – ponovitev.

Iz preglednice 12 je razvidno, da so med biskviti, pripravljenimi z dodatkom različnih pecilnih praškov, razlike v vsebnosti fosfatov. Z metodo 1 smo največ fosfatov (0,61 g NaH₂PO₄/100 g) določili biskvitu B2, ki se statistično značilno ne razlikuje od biskvita B4. Najmanjšo vsebnost NaH₂PO₄ (0,34 g NaH₂PO₄/100 g) smo določili biskvitu B8, ki se statistično značilno razlikuje od ostalih vzorcev.

Z metodo 2 smo največ NaH_2PO_4 (0,68 g $\text{NaH}_2\text{PO}_4/100$ g) določili biskvitu B2, ki se statistično značilno razlikuje od ostalih vzorcev. Najmanj fosfatov (0,32 g $\text{NaH}_2\text{PO}_4/100$ g) vsebuje biskvit B12, ki se statistično značilno ne razlikuje od biskvita B8 in B9.

S t-testom v paru smo ugotovili, da je vsebnost fosfatov, določenih po metodi 1 za 0,005 g P/100 g oz. 0,018 g $\text{NaH}_2\text{PO}_4/100$ g manjša kot po metodi 2. Vendar pa razlika statistično ni značilna ($p = 0,5018$).

Za določanje vsebnosti fosfatov smo uporabili dve spektrofotometrični metodi in rezultate med seboj primerjali. Iz slike 7 je razvidno, da sta metodi med seboj primerljivi.



Slika 7: Primerjava rezultatov vsebnosti fosforja v pecilnih praških, dobljenih z dvema spektrofotometričnima metodama

4.2.3 Teksturne lastnosti biskvitov, izdelanih z različnimi pecilnimi praški

Vsem 72 vzorcem pripravljenih biskvitov smo določili teksturne lastnosti, kot so trdota biskvita, elastičnost, gumijavost in kohezivnost. Biskvite smo analizirali z aparatom Texture Analyser. Iz preglednice 13 je razvidno, da je povprečna trdota vseh biskvitov 27,1 N, elastičnosti 0,89, kohezivnosti 0,78 in gumijavosti 21,0 N.

Preglednica 13: Rezultati vrednotenja teksturnih lastnosti biskvitov, pripravljenih z dodatkom različnih pecilnih praškov in izračunani osnovni statistični parametri

Parameter	n	Povprečje	min	max	so	KV (%)
trdota (N)	72	27,1	18,9	43,1	5,1	19
elastičnost	72	0,89	0,69	0,98	0,04	4,4
kohezivnost	72	0,78	0,72	0,80	0,01	1,5
gumijavost (N)	72	21,0	14,6	34,4	4,1	20

n – število vrednotenij v poskusu, min – minimalna vrednost, max – maksimalna vrednost, so – standardni odklon, KV (%) – koeficient variabilnost

Preglednica 14: Teksturne lastnosti biskvitov, pripravljenih z dodatkom različnih pecilnih praškov (Duncanov test, $\alpha=0,05$)

Biskvit	Parameter			
	trdota (N)	elastičnost	kohezivnost	gumijavost (N)
B1	29,53 ± 0,88 ^b	0,89 ± 0,02 ^{abc}	0,78 ± 0,00 ^{ab}	23,11 ± 0,78 ^b
B2	28,52 ± 3,75 ^b	0,89 ± 0,02 ^{abc}	0,78 ± 0,01 ^{ab}	22,24 ± 3,09 ^b
B3	25,22 ± 2,21 ^{bc}	0,86 ± 0,01 ^c	0,78 ± 0,00 ^{bc}	19,59 ± 1,70 ^{bc}
B4	24,99 ± 5,53 ^{bc}	0,93 ± 0,01 ^a	0,77 ± 0,00 ^{bcd}	19,31 ± 4,34 ^{bc}
B5	26,73 ± 3,10 ^{bc}	0,90 ± 0,03 ^{abc}	0,77 ± 0,01 ^{bcd}	20,72 ± 2,53 ^{bc}
B6	27,07 ± 1,89 ^{bc}	0,91 ± 0,03 ^{ab}	0,78 ± 0,00 ^{ab}	21,11 ± 1,54 ^{bc}
B7	26,13 ± 4,40 ^{bc}	0,88 ± 0,02 ^{bc}	0,78 ± 0,01 ^{bc}	20,34 ± 3,72 ^{bc}
B8	26,04 ± 2,71 ^{bc}	0,88 ± 0,01 ^{bc}	0,78 ± 0,01 ^{abc}	20,25 ± 2,16 ^{bc}
B9	23,11 ± 2,20 ^c	0,93 ± 0,02 ^a	0,76 ± 0,02 ^d	17,62 ± 1,76 ^c
B10	22,70 ± 1,46 ^c	0,90 ± 0,04 ^{abc}	0,77 ± 0,01 ^{bcd}	17,56 ± 1,04 ^c
B11	28,78 ± 7,58 ^b	0,88 ± 0,03 ^{bc}	0,77 ± 0,02 ^{cd}	21,97 ± 5,51 ^b
B12	36,16 ± 7,00 ^a	0,88 ± 0,10 ^{bc}	0,79 ± 0,01 ^a	28,61 ± 5,73 ^a
Z.	***	*	**	***
Z _{pon}	**	***	*	**

z. – statistična značilnost: *** $p \leq 0,001$ statistično zelo visoko značilen vpliv; ** $p \leq 0,01$ statistično visoko značilen vpliv; * $p \leq 0,05$ statistično značilen vpliv; pecilni praški z enako nadpisano črko znotraj stolpca, se med seboj statistično značilno ne razlikujejo ($p > 0,05$); z_{pon} – ponovitev.

Iz rezultatov zbranih v preglednici 14 vidimo, da so med analiziranimi biskviti razlike v teksturnih lastnostih. Največjo trdoto smo določili biskvitu B12, ki se statistično značilno razlikuje od ostalih biskvitov. Najmanjšo trdoto sta imela biskvita B9 in B10.

Največjo elastičnost je imel biskvit B4, ki se statistično značilno ne razlikuje od biskvita B1, B2, B5, B6, B9 in B10. Najslabša elastičnost je bila izmerjena biskvitu B3.

Glede kohezivnosti med biskviti ni bilo večjih odstopanj. Najboljšo smo izmerili biskvitu B12, najmanjšo pa biskvitu B9. Večje razlike smo opazili v gumijavosti biskvitov. Največjo smo določili biskvitu B12, ki se statistično značilno razlikuje od ostalih vzorcev. Najmanjšo gumijavost ima biskvit B10.

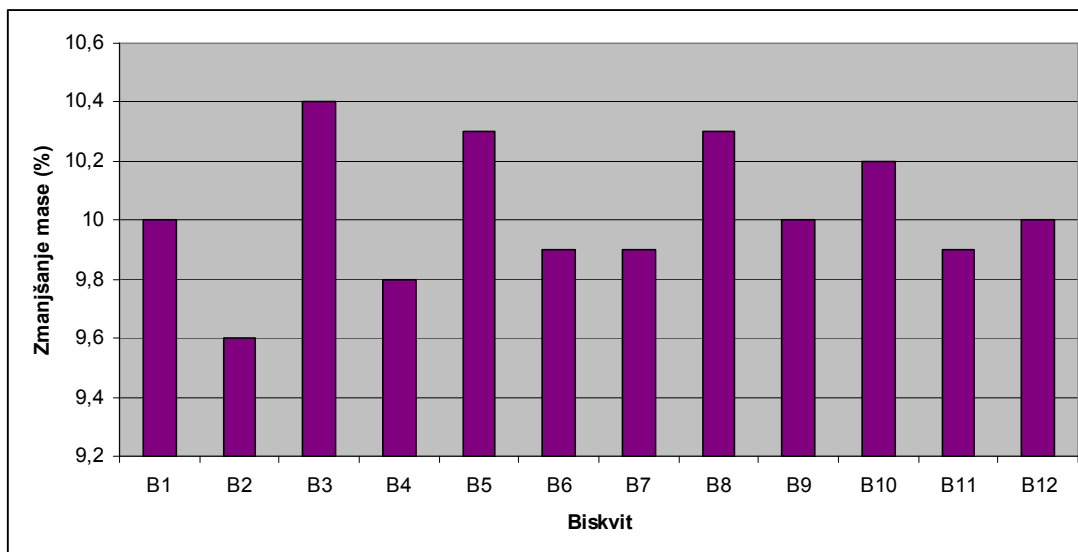
4.2.4 Razlike v masi in višini biskvitov med pečenjem

Med pečenjem se zaradi izgube vode zmanjša masa biskvita. Biskvitom se je zmanjšala masa v območju od 9,6 do 10,4 %. Za največ odstotkov se je masa zmanjšala biskvitu B3, in sicer za 10,4 %. Najmanj pa se je masa zmanjšala biskvitu B2, in sicer za 9,6 %. Glede na spremembo mase biskvita med vzorci ni bilo statistično značilnih razlik. Prav tako med toplotno obdelavo pride do povečanja višine biskvita, ki se je povečala v območju med 34,6 % do 74,3 %. Največji odstotek povečanja višine je bilo pri biskvitu B8 (74,3 %), najmanj za 34,6 % pa se je povečal biskvit B4.

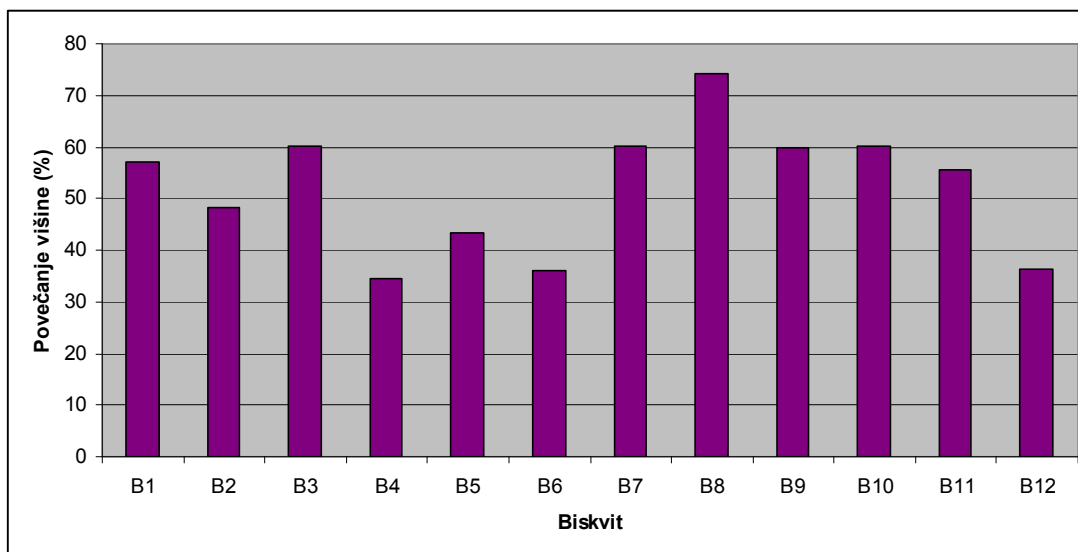
Preglednica 15: Razlike ($\bar{x} \pm s$) v masi in višini med pečenjem biskvitov, pripravljenih z različnimi pecilnimi praški (Duncanov test, $\alpha=0,05$)

Biskvit	Parameter	
	zmanjšanje mase (%)	povečanje višine (%)
B1	10,0 $\pm$ 0,3 ^a	57,1 $\pm$ 13,5 ^{ab}
B2	9,6 $\pm$ 0,4 ^a	48,2 $\pm$ 8,4 ^{ab}
B3	10,4 $\pm$ 0,6 ^a	51,3 $\pm$ 13,6 ^{ab}
B4	9,8 $\pm$ 0,7 ^a	34,6 $\pm$ 0,0 ^b
B5	10,3 $\pm$ 0,6 ^a	43,5 $\pm$ 6,1 ^b
B6	9,9 $\pm$ 0,1 ^a	35,9 $\pm$ 3,6 ^b
B7	9,9 $\pm$ 0,1 ^a	60,1 $\pm$ 5,0 ^{ab}
B8	10,3 $\pm$ 0,2 ^a	74,3 $\pm$ 15,1 ^a
B9	10,0 $\pm$ 0,5 ^a	60,0 $\pm$ 28,3 ^{ab}
B10	10,2 $\pm$ 0,5 ^a	37,2 $\pm$ 1,7 ^b
B11	9,9 $\pm$ 1,0 ^a	55,6 $\pm$ 11,3 ^{ab}
B12	10,0 $\pm$ 0,3 ^a	36,2 $\pm$ 4,1 ^b
z.	nz	*
z _{pon}	nz	nz

z. □ statistična značilnost: * $p \leq 0,05$ statistično značilen vpliv; nz - $p > 0,05$ statistično neznačilen vpliv; pecilni praški z enako nadpisano črko znotraj stolpca se med seboj statistično značilno ne razlikujejo ($p > 0,05$); z_{pon} □ ponovitev.



Slika 8: Zmanjšanje mase biskvita med pečenjem (%)



Slika 9: Povečanje višine biskvita med pečenjem (%)

Iz slike 8 in 9 je razvidno za kakšen odstotek se je biskvitom med pečenjem povečala višina in zmanjšala masa.

4.2.5 Rezultati senzoričnega ocenjevanja biskvitov

Biskvite pripravljene z dodatkom različnih pecilnih praškov, smo senzorično ocenili s komisijo iz 5 senzoričnih preiskusovalcev. Ocenjevali smo parametre, kot so izgled, barva, rahlost, prožnost, lepljivost, sočnost, tekstura, vonj, okus, aroma, tuja aroma in videz prereza.

V preglednici 16 so podane povprečne, maksimalne in minimalne vrednosti biskvitov, narejenih z dodatkom različnih pecilnih praškov. Biskvite smo pripravili v dveh ponovitvah, povprečne senzorične ocene za vse biskvite so podane v preglednici 16.

Preglednica 16: Rezultati vrednotenja senzoričnih lastnosti biskvitov, pripravljenih z dodatkom različnih pecilnih praškov

Senzorična lastnost	n	Povprečje	min	max	so	KV (%)
izgled (1 – 5)	120	4,2	3,0	5,0	0,5	11,6
barva (1 – 5)	120	4,3	3,0	5,0	0,4	10,4
rahlost (1 – 5)	120	3,9	3,0	5,0	0,5	12,3
prožnost (1 – 5)	120	4,0	3,0	5,0	0,4	9,9
lepljivost (1 – 5)	120	4,5	3,5	5,0	0,3	7,6
sočnost (1 – 5)	120	4,6	3,5	5,0	0,4	8,9
tekstura (1 – 5)	120	4,2	3,0	5,0	0,4	9,0
vonj (1 – 5)	120	3,8	2,5	5,0	0,6	14,8
okus (1 – 5)	120	4,3	3,0	5,0	0,5	10,6
aroma (1 – 5)	120	4,2	3,0	5,0	0,4	9,2
tuja aroma (1 – 5)	120	4,2	2,5	5,0	0,5	12,5
videz prereza (1 – 5)	120	3,5	2,0	5,0	0,8	22,3

n – število vrednotenj v poskusu, min – minimalna vrednost, max – maksimalna vrednost, so – standardni odklon, KV (%) – koeficient variabilnosti

Preglednica 17: Senzorične lastnosti biskvitov, pripravljenih z dodatkom različnih pecilnih praškov (Duncanov test, $\alpha=0,05$)

Biskvit	Senzorična lastnost (1 – 5)											
	izgled	barva	rahlost	prožnost	lepljivost	sočnost	tekstura	vonj	okus	aroma	tujia aroma	videz preteza
B1	4,0 ± 0,3 ^{cd}	4,1 ± 0,2 ^c	3,3 ± 0,3 ^d	3,7 ± 0,5 ^e	4,4 ± 0,3 ^{abc}	4,5 ± 0,4 ^{abc}	4,2 ± 0,3 ^{bcd}	4,0 ± 0,4 ^{bcd}	4,5 ± 0,3 ^{abc}	4,3 ± 0,3 ^{abc}	4,5 ± 0,2 ^{abc}	3,2 ± 0,6 ^c
B2	4,7 ± 0,3 ^a	4,6 ± 0,3 ^a	3,9 ± 0,2 ^{bc}	4,0 ± 0,5 ^{bcd}	4,5 ± 0,5 ^{abc}	4,5 ± 0,4 ^{abcd}	4,2 ± 0,2 ^{bode}	3,7 ± 0,3 ^{de}	4,2 ± 0,2 ^{cd}	3,9 ± 0,2 ^{de}	3,7 ± 0,3 ^{cde}	3,5 ± 0,3 ^{bc}
B3	4,2 ± 0,3 ^{bc}	4,4 ± 0,4 ^{abc}	4,0 ± 0,4 ^{abc}	4,0 ± 0,2 ^{bcd}	4,7 ± 0,3 ^a	4,7 ± 0,3 ^{ab}	4,0 ± 0,2 ^{de}	3,8 ± 0,5 ^{cde}	4,5 ± 0,5 ^{abc}	4,3 ± 0,3 ^{abc}	4,2 ± 0,3 ^{ab}	4,1 ± 0,9 ^a
B4	4,3 ± 0,7 ^{bc}	4,4 ± 0,3 ^{abc}	4,3 ± 0,5 ^{ab}	3,9 ± 0,3 ^{cde}	4,5 ± 0,2 ^{abc}	4,7 ± 0,3 ^{ab}	4,4 ± 0,2 ^{ab}	3,8 ± 0,4 ^{cde}	4,4 ± 0,3 ^{bcd}	4,4 ± 0,2 ^{ab}	4,3 ± 0,4 ^{abc}	4,1 ± 0,7 ^a
B5	4,6 ± 0,6 ^{ab}	4,5 ± 0,6 ^{abc}	3,8 ± 0,6 ^c	4,0 ± 0,2 ^{bcd}	4,7 ± 0,3 ^a	4,7 ± 0,3 ^{ab}	4,6 ± 0,4 ^a	4,6 ± 0,5 ^a	4,6 ± 0,4 ^{ab}	4,5 ± 0,0 ^a	4,6 ± 0,4 ^{ab}	3,7 ± 0,6 ^{ab}
B6	4,2 ± 0,6 ^{bc}	4,3 ± 0,4 ^{abc}	3,9 ± 0,2 ^{bc}	3,8 ± 0,3 ^{de}	4,4 ± 0,3 ^{bc}	4,8 ± 0,3 ^a	4,3 ± 0,3 ^{abc}	3,7 ± 0,2 ^{de}	4,1 ± 0,3 ^{de}	4,0 ± 0,3 ^{cd}	4,1 ± 0,4 ^{cd}	3,7 ± 0,3 ^{ab}
B7	4,4 ± 0,3 ^{abc}	4,4 ± 0,3 ^{abc}	3,8 ± 0,4 ^c	3,8 ± 0,4 ^{de}	4,6 ± 0,3 ^{ab}	4,6 ± 0,3 ^{ab}	4,3 ± 0,3 ^{abc}	4,4 ± 0,5 ^{ab}	4,8 ± 0,3 ^a	4,6 ± 0,3 ^a	4,6 ± 0,2 ^a	4,0 ± 0,2 ^a
B8	4,1 ± 0,3 ^c	4,2 ± 0,4 ^{bc}	4,3 ± 0,3 ^{ab}	4,2 ± 0,3 ^{bc}	4,5 ± 0,0 ^{abc}	4,6 ± 0,4 ^{ab}	4,4 ± 0,3 ^{ab}	4,1 ± 0,4 ^{bcd}	4,4 ± 0,2 ^{abcd}	4,3 ± 0,3 ^{abc}	4,2 ± 0,4 ^{bc}	3,7 ± 0,9 ^{ab}
B9	4,3 ± 0,3 ^{bc}	4,1 ± 0,3 ^c	4,0 ± 0,5 ^{abc}	4,5 ± 0,0 ^a	4,5 ± 0,3 ^{abc}	4,2 ± 0,5 ^d	3,9 ± 0,2 ^e	3,4 ± 0,5 ^e	4,3 ± 0,3 ^{bcd}	3,9 ± 0,2 ^{de}	4,1 ± 0,6 ^c	2,4 ± 0,4 ^d
B10	4,2 ± 0,3 ^{bc}	4,3 ± 0,4 ^{abc}	4,4 ± 0,2 ^a	4,3 ± 0,3 ^{ab}	4,6 ± 0,3 ^{ab}	4,8 ± 0,3 ^a	4,3 ± 0,3 ^{abc}	4,2 ± 0,5 ^{bc}	4,5 ± 0,5 ^{abc}	4,3 ± 0,3 ^{abc}	4,2 ± 0,7 ^{abc}	4,0 ± 0,5 ^a
B11	3,7 ± 0,5 ^d	3,7 ± 0,5 ^d	3,9 ± 0,6 ^{bc}	4,3 ± 0,3 ^{ab}	4,2 ± 0,3 ^c	4,3 ± 0,3 ^{cd}	4,0 ± 0,5 ^{de}	3,0 ± 0,5 ^f	3,8 ± 0,4 ^e	3,7 ± 0,3 ^e	3,5 ± 0,5 ^e	2,4 ± 0,4 ^d
B12	4,0 ± 0,4 ^{cd}	4,5 ± 0,4 ^{ab}	3,8 ± 0,3 ^c	3,7 ± 0,3 ^{de}	4,5 ± 0,6 ^{abc}	4,4 ± 0,6 ^{bcd}	4,0 ± 0,5 ^{cde}	3,8 ± 0,5 ^{cde}	4,3 ± 0,8 ^{bcd}	4,1 ± 0,6 ^{bcd}	4,3 ± 0,7 ^{abc}	3,7 ± 0,4 ^{ab}
Z.	***	***	***	***	*	***	***	***	***	***	***	***
Z _{pon}	nz	***	**	nz	***	**	nz	nz	***	nz	**	***
Z _{ps}	***	**	nz	nz	nz	*	*	nz	**	nz	*	*

Z. – statistična značilnost: *** $p \leq 0,001$ statistično zelo visoko značilen vpliv; ** $p \leq 0,01$ statistično visoko značilen vpliv; * $p \leq 0,05$ statistično značilen vpliv; nz – $p > 0,05$ statistično neznačilen vpliv; pecilni praški z enako nadpisano črko znotraj stolpca se med seboj statistično značilno ne razlikujejo ($p > 0,05$); Z_{pon} – ponovitev; Z_{ps} – preiskusovalec.

Iz preglednice 17 vidimo, da so se biskviti med seboj razlikovali v posameznih senzoričnih lastnostih. Najvišjo oceno za izgled je imel biskvit B2. Najboljši vonj, aromo in okus je imel biskvit B5. Biskvit B11 je imel najslabši izgled, barvo, lepljivost, vonj, okus, aromo in videz prereza. Najboljšo rahlost in sočnost je dosegel biskvit B10, najslabšo pa biskvit s pecilnim praškom B1. Biskvit B10 je dosegel tudi odličen videz prereza, teksturo, okus in aromo. Ostali biskviti z dodanimi pecilnimi praški brez fosfatov so dosegli spremenljivo oceno sočnosti, teksture, arome, vonja, rahlosti in prožnosti. Sta pa biskvita B8 in B9 imela slabši videz prereza. Biskvit B12 je imel zadovoljiv izgled, barvo, sočnost, teksturo, okus in aromo. Slabšo oceno je prejel pri rahlosti in prožnosti.

4.2.6 Korelacije med posameznimi parametri

Medsebojno zvezo dveh spremenljivk opisujemo s korelacijsko analizo, s katero ugotavljamo ali med spremenljivkama obstaja tesna povezanost. V preglednici 18 so prikazane povezave tistih lastnosti, ki presegajo korelacijski koeficient 0,7 in so značilne.

Preglednica 17: Pearsonovi korelacijski koeficienti med posameznimi tekturnimi in senzoričnimi lastnostmi biskvitov

Lastnosti biskvitov	Korelacijski koeficient
Gumijavost – trdota	0,997 ***
Izgled – barva	0,793 ***
Vonj – okus	0,746 ***
Vonj – aroma	0,783 ***
Aroma – okus	0,844 ***
Odsotnost tuje arome – okus	0,828 ***
Odsotnost tuje arome – aroma	0,851 ***

*** $p \leq 0,001$ statistično zelo visoko značilen vpliv.

Iz preglednice 18 razberemo, da je gumijavost biskvita v pozitivni korelaciji s trdoto biskvita, korelacija je tesna in znaša 0,99; večjo gumijavost je imel biskvit, večja je bila

trdota biskvita. Koeficient korelacije 0,79, kaže na to, da sta izgled in barva biskvita v tesni povezanosti. Glede na zaznave, ki jih ocenjujemo kot aromo izdelka, so razumljive tesne zveze med okusom in aromo (0,84), ter vonjem in aromo (0,78). Prav tako so razumljive tudi zveze med odsotnostjo tuje arome in okusom biskvita (0,83), ter odsotnost tuje arome in aromo biskvita (0,85).

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

5.1 RAZPRAVA

Namen diplomske naloge je bil ugotoviti kakovost pecilnih praškov, ki se dobijo na slovenskem tržišču. V ta namen smo nabavili 10 pecilnih praškov in jih analizirali na glavne parametre kakovosti, vsebnost fosfatov in vsebnost celokupnega, neaktivnega in aktivnega CO₂ v različnih pecilnih praških. Da bi ugotovili še pecilno kakovost pecilnih praškov, smo s temi pecilnimi praški pripravili tudi biskvite. V pripravljenih biskvitih smo analizirali vsebnost fosfatov, jih senzorično ocenili in jim izmerili teksturne lastnosti. Pred in po pečenju smo spremljali spremembo mase in višine biskvitov.

Dobljene rezultate smo statistično obdelali ter poiskali povezave in razlike med posameznimi parametri.

S kvalitativnim testom po AOAC metodi smo ugotovili, da so v sedmih vzorcih pecilnih praškov prisotni fosfati. V ostalih treh vzorcih fosfatov nismo dokazali. To so pecilni praški, ki so deklarirani kot pecilni prašek brez fosfatov (Alnatura, Biotop in Gut & Gerne). Prav tako smo prisotnost oz. odsotnost fosfatov ugotavljali v biskvitih. Vsebnost fosfatov smo dokazali v vseh vzorcih biskvitov, tudi v biskvitih z dodanim pecilnim praškom brez fosfatov, z dodanim natrijevim bikarbonatom in v biskvitu brez pecilnega praška.

Vsebnost fosfatov v pecilnih praških in v biskvitih smo določali z dvema metodama. To sta spektrofotometrični metodi z molibdovanadatnim reagentom (metoda 1) in z amonijevim molibdatom (metoda 2). Z metodo 1 smo v pecilnih praških povprečno določili 11,38 g P/100 g oz. 44,09 g NaH₂PO₄/100 g.

Z metodo 2 smo določili, da pecilni praški vsebujejo povprečno 11,40 g P/100 g oz. 44,18 g NaH₂PO₄/100 g.

Rezultati metod se med seboj ne razlikujejo, kar smo tudi statistično dokazali s t-testom v paru (glej 4.1.3).

Največjo vsebnost fosfatov smo določili v pecilnem prašku Emba, najmanjšo pa v pecilnemu prašku Spar. Ker fosfati preprečujejo prehitro sproščanje CO₂, je pecilni prašek

Emba razvil večjo količino aktivnega CO₂. Pecilni prašek Spar pa je med pecilnimi praški, ki vsebujejo fosfate, vseboval najmanjšo količino aktivnega CO₂.

Predvidevali smo, da se pecilni praški med seboj razlikujejo v vsebnosti aktivnega CO₂. Ugotovili smo, da med obravnavanimi vzorci obstajajo razlike, največja odstopanja so bila med pecilnimi praški, ki ne vsebujejo fosfatov. Pecilni praški, ki vsebujejo fosfate, so bili glede vsebnosti aktivnega CO₂ med seboj primerljivi. Med njimi je najbolj odstopal pecilni prašek Spar, saj je razvil najmanjšo količino aktivnega CO₂. Med pecilnimi praški, ki ne vsebujejo fosfatov, smo opazili, da zelo majhno vsebnost aktivnega CO₂ vsebujeta pecilna praška Biotop in Alnatura. Pecilni prašek Gut & Gerne pa je bil po vsebnosti aktivnega CO₂ primerljiv s pecilnimi praški, ki vsebujejo fosfate. Po literaturi (Belitz in sod., 2009) mora pecilni prašek razviti od 2,35 do 2,85 g aktivnega CO₂/ 0,5 kg moke oz. od 4,7 do 5,7 g aktivnega CO₂/1 kg moke (poglavje 2.2).

Predvidevali smo, da se biskviti, pripravljene z različnimi pecilnimi praški, razlikujejo v vsebnosti fosfatov. Iz rezultatov je razvidno, da so tudi biskviti pripravljene s pecilnimi praški brez fosfatov, vsebovali fosfate, kar je posledica drugih sestavin biskvitov. Prav tako je fosfate vseboval biskvit z dodatkom natrijevega bikarbonata in biskvit brez pecilnega praška. Najmanjši delež fosfatov je vseboval biskvit brez dodanega pecilnega praška. Torej največji delež fosfatov v živilo prinese pecilni prašek. V biskvitih smo določili povprečno 0,49 g NaH₂PO₄/100 g (metoda 1) v območju med 0,34 (Biotop) in 0,61 (Bella) g NaH₂PO₄/100 g in 0,50 g NaH₂PO₄/100 g vzorca (metoda 2) v območju med 0,32 (brez pecilnega praška) in 0,68 (Bella) g NaH₂PO₄/100 g.

Z aparatom Texture Analyser smo izmerili teksturne lastnosti, kot so trdota, elastičnost, kohezivnost in gumijavost. Največjo trdoto smo izmerili biskvitu brez pecilnega praška, najmanjšo pa biskvitu s pecilnim praškom Gut & Gerne in Alnatura. Glede izmerjene elastičnosti in kohezivnosti so bili biskviti med seboj primerljivi in med njimi ni bilo večjih odstopanj. Največjo gumijavost smo izmerili biskvitu brez pecilnega praška, najslabšo pa biskvitu Alnatura in Gut & Gerne, ki se statistično značilno nista razlikovala od pecilnih praškov Pecin, Dolcela, Regina, Dr.Oetker, Emba in Biotop. Iz dobljenih rezultatov smo ugotovili, da ima biskvit brez pecilnega praška največjo trdoto in gumijavost. Torej

dodatek pecilnega praška vpliva na trdoto in gumijavost izdelka. Izdelki s pecilnim praškom so imeli manjšo trdoto, bili bolj mehki in imeli manjšo gumijavost.

Med pečenjem se je biskvitom zmanjšala masa in povečala višina. Glede zmanjšanja mase med biskviti ni statistično značilnih razlik. Masa biskvita se je zmanjšala v območju od 9,6 do 10,4 %.

Večje razlike med biskviti so bile v povečanju višine biskvita, saj je bila višina biskvita po pečenju večja za 34,6 do 74,3 %. Najbolj se je višina povečala biskvitu s pecilnim praškom Biotop (74,3 %), najmanj pa biskvitu s pecilnim praškom Dolcela. Predvidevali smo, da se bo višina biskvita najbolj povečala biskvitu, ki je vseboval pecilni prašek, ki je razvil največ aktivnega CO₂. Največ aktivnega CO₂ so razvili pecilni praški Bella, Dolcela, Emba in Gut & Gerne, vendar se je višina biskvita veliko bolj povečala biskvitom s pecilnim praškom Biotop, Spar in Pecin. Iz rezultatov ne dobimo povezave med vsebnostjo aktivnega CO₂ in povečanjem višine biskvita. Domnevamo, da je na povečanje višine vplivala priprava biskvitov in samo merjenje višine biskvita pred in po pečenju.

Kot smo predvidevali, so se med biskviti, pripravljenimi z dodatkom različnih pecilnih praškov, pojavile razlike v senzoričnih lastnostih. Najboljši izgled in barvo je imel biskvit, pripravljen z dodatkom pecilnega praška Bella, najslabšega pa biskvit, pripravljen z dodatkom natrijevega bikarbonata. Zadnji je imel najslabši vonj, okus, aromo in lepljivost. Najboljšo rahlost in sočnost smo ocenili biskvitu s pecilnim praškom Gut & Gerne, ki je med pecilnimi praški brez fosfatov razvil največ aktivnega CO₂. Najslabšo rahlost je imel biskvit z dodatkom pecilnega praška Spar, ki je med pecilnimi praški z dodanimi fosfati razvil najmanjšo količino aktivnega CO₂. Zaključimo, da ima količina aktivnega CO₂ vpliv na rahlost in prožnost biskvita. Najboljši vonj, okus in aromo smo ocenili biskvitu z dodatkom pecilnega praška Regina, ki pa se v teh lastnostih statistično značilno ni razlikoval od biskvita z dodatkom pecilnega praška Emba. Biskvitu brez pecilnega praška smo določili slabšo prožnost, teksturo in večjo lepljivost, vendar je po ostalih senzoričnih lastnostih primerljiv z ostalimi pecilnimi praški.

Analiza povezav med posameznimi merjenimi teksturnimi in senzoričnimi lastnostmi biskvitov, je pokazala, da obstaja nekaj zvez med posameznimi analiziranimi parametri. Visok koeficient korelacije med gumijavostjo in trdoto kaže, da sta spremenljivki tesno povezani. Ugotovili smo tesno korelacijo med barvo in izgledom (0,79). Ugotovljeno je bilo da obstaja tesna pozitivna povezava med vonjem, okusom in aromo. Kar pomeni, da lepši kot je vonj biskvita, boljša sta okus in aroma biskvita. Analiza povezav je pokazala tudi tesno pozitivno povezavo med odsotnostjo tuje arome biskvita in med okusom in aromo biskvita. Visok koeficient korelacije je med aromo in okusom biskvita, kar pomeni, da boljši je okus biskvita, boljša je aroma.

5.2 SKLEPI

Na podlagi opravljenih analiz 10 vrst pecilnih praškov in 12 biskvitov z dodatkom različnih pecilnih praškov smo prišli do naslednjih zaključkov:

- Analizirani vzorci pecilnih praškov s fosfati so vsebovali povprečno 11,39 g P/100 g oz. 44,10 g NaH_2PO_4 /100 g.
- S kvalitativnim testom v pecilnih praških, deklariranih kot pecilni praški brez fosfatov, fosfatov nismo dokazali.
- Analizirani vzorci biskvitov so vsebovali povprečno 0,13 g P/100 g oz. 0,50 g NaH_2PO_4 /100 g.
- Pecilni praški različnih proizvajalcev so se razlikovali v vsebnosti fosfatov. Z metodo 1 smo določili vsebnost fosfatov v območju med 40,77 do 50,07 g NaH_2PO_4 /100 g, z metodo 2 pa v območju med 40,35 do 51,33 g NaH_2PO_4 /100 g vzorca.
- Z metodo 1 smo določili povprečno 44,10 g NaH_2PO_4 /100 g, z metodo 2 pa 44,18 g NaH_2PO_4 /100 g. Med rezultati uporabljenih spektrofotometričnih metod za določanje fosfatov ni statistično značilnih razlik.
- Pecilni praški različnih proizvajalcev so se razlikovali v vsebnosti aktivnega CO_2 . Vsebnost aktivnega CO_2 je bila med 1773 mg do 5086 mg na 1 kg moke.
- Biskviti, pripravljene z dodatkom različnih pecilnih praškov, so se razlikovali v teksturnih lastnostih.
- Biskviti, pripravljene z dodatkom različnih pecilnih praškov, so se razlikovali v povečanju višine biskvita med pečenjem, medtem ko v spremembi mase ni bilo statistično značilnih razlik.

6 POVZETEK

Pecilni prašek je izdelek, ki ga pozna in uporablja vsaka gospodinja. Uporablja se predvsem za peko sladice, saj je njegova ugodna lastnost, da poveča volumen končnemu izdelku in tako pozitivno vpliva na njegovo rahlost. Pecilni prašek je pravzaprav zelo enostavno živilo, saj je sestavljen iz natrijevega bikarbonata, fosfatov in škrobnega polnila.

V diplomski nalogi smo analizirali 10 vrst različnih pecilnih praškov, med njimi so bili trije deklarirani kot pecilni praški brez fosfatov. Pripravili smo maslene biskvite in v vsakega dodali enega izmed pecilnih praškov. Naredili smo tudi biskvit z dodatkom natrijevega bikarbonata in biskvit brez pecilnega praška.

S kvalitativnim testom smo določili ali so v pecilnem prašku prisotni fosfati ali ne. Dokazali smo, da pecilni praški deklarirani brez fosfatov, le teh ne vsebujejo. V ostalih vzorcih smo fosfate določili, prav tako v biskvitih.

Vsebnost fosfatov smo določali z dvema spektrofotometričnima metodama in nato rezultate med seboj primerjali. Metodi smo primerjali s t-testom in ugotovili, da med rezultati obeh metod ni statistično značilnih razlik.

Majhne razlike v vsebnosti fosfatov so se pojavile med različnimi pecilnimi praški. Razpon v vsebnosti fosfatov v pecilnih praških je v intervalu med 39,9 in 50,75 g $\text{NaH}_2\text{PO}_4/100$ g (metoda 1) in med 38,74 in 52,30 g $\text{NaH}_2\text{PO}_4/100$ g (metoda 2). Največ fosfatov je vseboval pecilni prašek Emba, najmanj pa pecilni prašek Spar. V nadaljnjih analizah smo ugotovili, da je pecilni prašek Emba razvil večjo količino aktivnega CO_2 , pecilni prašek Spar pa je med pecilnimi praški s fosfati razvil najmanjšo količino aktivnega CO_2 .

V diplomski nalogi smo določali vsebnost celokupnega in neaktivnega CO_2 v pecilnem prašku ter preračunali vsebnost aktivnega CO_2 in vsebnost prebitnega NaHCO_3 . Pecilni praški, ki so vsebovali fosfate so razvili aktivnega CO_2 v intervalu med 3305 (Spar) in 4518 (Bella) mg/1 kg moke.

Med pecilnimi praški brez fosfatov je največ aktivnega CO_2 razvil pecilni prašek Gut & Gerne (4592 mg/1 kg moke), najmanj pa pecilna praška Biotop (1968 mg/1 kg moke) in

Alnatura (2661 mg/1 kg moke). Pecilni prašek Gut & Gerne je bil v vsebnosti aktivnega CO₂ primerljiv s pecilnimi praški, ki vsebujejo fosfate.

Vsebnost fosfatov smo določali tudi v biskvitih, pripravljenih z dodatkom različnih pecilnih praškov. Predvidevali smo, da se bodo prav tako kot pecilni praški, tudi biskviti razlikovali v vsebnosti fosfatov. V biskvitih smo določili povprečno 0,49 g NaH₂PO₄/100 g (metoda 1) v območju med 0,34 (Biotop) in 0,61 (Bella) g NaH₂PO₄/100 g in 0,5 g NaH₂PO₄/ 100 g vzorca (metoda 2) v območju med 0,32 (brez pecilnega praška) in 0,68 (Bella) g NaH₂PO₄/ 100 g. Fosfate smo določili tudi v biskvitih brez pecilnega praška. Iz tega smo sklepali, da večino fosfatov v živilo prinese pecilni prašek, nekaj pa jih je posledica tudi drugih sestavin.

Vzorcem biskvitov smo določali teksturne lastnosti, kot so gumijavost, trdota, kohezivnost in elastičnost. Med biskviti so obstajale razlike, saj je imel največjo trdoto biskvit, kateremu nismo dodali pecilnega praška, najmanjšo pa biskvit z dodatkom pecilnega praška Gut & Gerne. Najboljšo elastičnost je imel biskvit z dodatkom pecilnega praška Dolcela in Alnatura, najslabšo pa biskvitu z dodatkom pecilnega praška Pecin. Največjo kohezivnost je imel biskvit brez pecilnega praška, najnižjo pa biskvit z dodanim pecilnim praškom Alnatura. Biskvit, kateremu nismo dodali pecilnega praška, je imel tako največjo trdoto, kohezivnost in gumijavost.

Biskviti so se razlikovali tudi v spremembi mase in višine med pečenjem. Za največ odstotkov se je masa zmanjšala biskvitu z dodatkom pecilnega praška Pecin (10,4 %), najmanj pa biskvitu z dodatkom pecilnega praška Bella (9,6 %). Biskvitu z dodatkom pecilnega praška Biotop se je višina povečala za 74,3 %, najmanj pa se je povečala biskvitu brez pecilnega praška (36,2 %) in biskvitu z dodanim pecilnim praškom Dolcela (34,6 %).

Biskvite pripravljene z različnimi pecilnimi praški smo senzorično ocenjevali. Ugotovili smo, da je biskvit brez pecilnega praška imel zadovoljiv izgled, barvo, lepljivost, sočnost, okus in aromo, imel pa je slabšo rahlost, teksturo in prožnost. Torej zaključimo, da pecilni prašek vpliva na rahlost in prožnost testa. Najslabšo rahlost in prožnost smo ocenili

biskvitu z dodatkom pecilnega praška Spar, ki je med praški z dodanimi fosfati razvil najmanj aktivnega CO₂. Vidimo, da sproščanje CO₂ vpliva na rahlost končnega izdelka. Razen biskvita z dodatkom pecilnega praška Gut & Gerne, so ostali biskviti, ki vsebujejo pecilne praške brez fosfatov dosegli slabši videz prereza. Ostali pecilni praški z dodanimi fosfati so v senzoričnih lastnostih dosegli zadovoljive ocene. Najboljšo teksturo, vonj in aromo je imel biskvit s pecilnim praškom Regina. Najboljši okus in aromo pa smo ocenili biskvitu s pecilnim praškom Emba.

7 VIRI

Adamič Š. 1989. Temelji biostatistike. Ljubljana, Medicinska fakulteta, Inštitut za biomedicinsko informatiko: 195 str.

AOAC Official Method 965.18. Phosphorus in baking powders. 1999. V: Official methods of analysis of AOAC International. Vol. 2. Cunniff P. (ed.). 16th ed. Gaithersburg, AOAC International, Chapter 25: 6-6

Baik O.D., Marcotte M., Castaigne F. 2000. Cake baking in tunnel type multi-zone industrial ovens: Part II. Evaluation of quality parameters. Food Research International, 33, 7: 599-607

Bayon M., Rodriguez A., Pernin K., Cayot N. 2007. Influence of eggs on the aroma composition of a sponge cake and on the aroma release in model studies on flavored sponge cakes. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 55, 4: 1418-1426

Belitz H.D., Grosch W., Schieberle P. 2009. Food Chemistry. 4th ed. Berlin, Springer: 723 str.

Caine W.R., Aalhus J.L., Best D.R., Dugan M.E.R., Jeremiah L.E. 2003. Relationship of texture profile analysis and Warner-Bratzler shear force with sensory characteristics of beef rib steaks. Meat Science, 64, 4: 333-339

Cauvain S.P. 2003. Cakes. V: Encyclopedia of food sciences and nutrition. Vol. 1. 2nd ed. Caballero B., Trugo L.C., Finglas P.M. (eds.). Amsterdam, Academic Press: 756-759

Cauvain S.P., Young L.S. 2006. Baked products: Science, technology and practice. Oxford, Blackwell: 91-93

Dizlek H., Gul H. 2009. Baking powders and their use in bakery products. GIDA, 34, 6: 403-410

Gaena R., Allais I., Trystram G., Gros J.B. 2007. Influence of aeration conditions on physical and sensory properties of aerated cake batter and biscuits. *Journal of Food Engineering*, 79, 3: 1020-1032

Garg A.N. 2003. Phosphorus: Properties of phosphates. V: *Encyclopedia of food sciences and nutrition*. Vol. 7. 2nd ed. Caballero B., Trugo L.C., Finglas P.M. (eds.). Amsterdam, Academic Press: 4536-4539

Golob T., Bertonec J., Doberšek U., Jamnik M. 2006. Senzorična analiza živil. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 7-10

Hazelton J.L., Desrochers J.L., Walker C.E. 2003. Chemistry of biscuit making. V: *Encyclopedia of food sciences and nutrition*. Vol. 1. 2nd ed. Caballero B., Trugo L.C., Finglas P.M. (eds.). Amsterdam, Academic Press: 533-538

Heidolph B.B. 1996. Designing chemical leavening systems. *Cereal Foods World*, 41, 3: 118-126

Huang M., Kennedy J.F., Li B., Xu X., Xie B.J. 2007. Characters of rice starch gel modified by gellan, carrageenan and glucomannan: A texture profile analysis study. *Carbohydrate Polymers*, 69, 3: 411-418

Ilyas C., Yilmaz Y., Isik F., Ustun Q. 2007. Effect of soapwort extract on physical and sensory properties of sponge cakes and rheological properties of sponge cake batters. *Food Chemistry*, 101, 3: 907-911

James C.S. 1995. *Analytical chemistry of foods*. London, Blackie Academic and Professional: 178 str.

Conforti F.D. 2006. Cake manufacture. V: *Bakery products: Science and technology*. Hui Y.H. (ed.). Ames (Iowa), Blackwell: 398-400

- Lips D. 1995. Baking powder as a leavening concept. *Food Tech Europe*, 1, 5: 136-138
- Lostie M., Peczalski R., Andrieu J., Laurent M. 2002. Study of sponge cake batter baking process. Part I: Experimental data. *Journal of Food Engineering*, 51, 2: 131-137
- Manohar R.S., Rao P.H. 1996. Effect of mixing period and additives on the rheological characteristics of dough and quality of biscuits. *Journal of Cereal Science*, 25: 197-206
- Matz S.A., 1992. *Bakery technology and engineering*. 3rd ed. New York, Van Nostrand Reinhold: 64-73
- Plestenjak A., Golob T. 2003. *Analiza kakovosti živil*. Ljubljana, Biotehniška fakulteta: 6-8, 91-93
- Rahman M.S., Al – Farsi S.A. 2005. Instrumental texture profile analysis (TPA) of date flesh as a function of moisture content. *Journal of Food Engineering*, 66, 4: 505-511
- SAS Software. Version 8.01. 1999. Cary, SAS Institute Inc: software
- Seljak J. 1996. *Statistične metode*. Ljubljana, Visoka upravna šola Univerze v Ljubljani: 197-199
- Sipos P., Elek A., Gyori Z. 2008. Application of texture analyzer in the quality analysis of bakery products. *Journal of Food Physics*: 230-234
- Sultan W.J. 1986. *Practical baking*. 4th ed. Westport, AVI publishing company: 49-52
- Tasič R.D., Klofutar C. 2007. *Fizikalnokemijske metode v živilstvu*. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 88-95
- Vetter J.L. 2003. Leavening agents: V: *Encyclopedia of food sciences and nutrition*. Vol. 6. 2nd ed. Caballero B., Trugo L.C., Finglas P.M. (eds.). Amsterdam, Academic Press: 3485-3486.

Ziegler P.F. 1926. The story of baking powder. Journal of Chemical Education, 3, 5: 492-499

ZAHVALA

Iskrena hvala mentorici prof. dr. Tereziji Golob za vodenje in pomoč ter za vso podporo in vzpodbudo pri nastajanju diplomske naloge.

Zahvaljujem se asistentki dr. Jasni Bertonec za pomoč pri oblikovanju in temeljitemu pregledu diplomske naloge. Hvala za vse nasvete in vzpodbudne besede!

Hvala tudi Marinki Jan za nesebično pomoč pri delu v laboratoriju.

Zahvaljujem se recenzentki prof. dr. Lei Gašperlin za pregled diplomske naloge ter za pomoč pri statistični obdelavi podatkov.

Zahvala Ivici Hočevar za pomoč pri iskanju člankov, Barbari Slemenik za pomoč pri iskanju literature ter Lini Burkan za pregled in pomoč pri oblikovanju diplomske naloge.

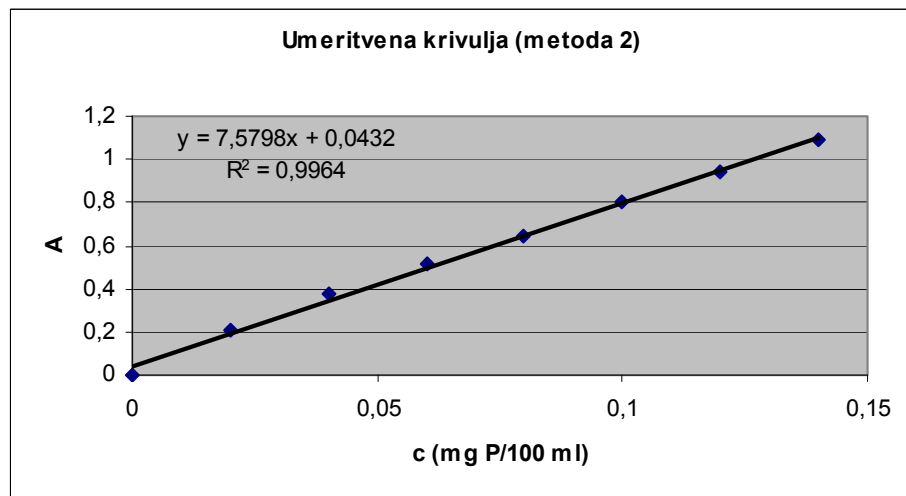
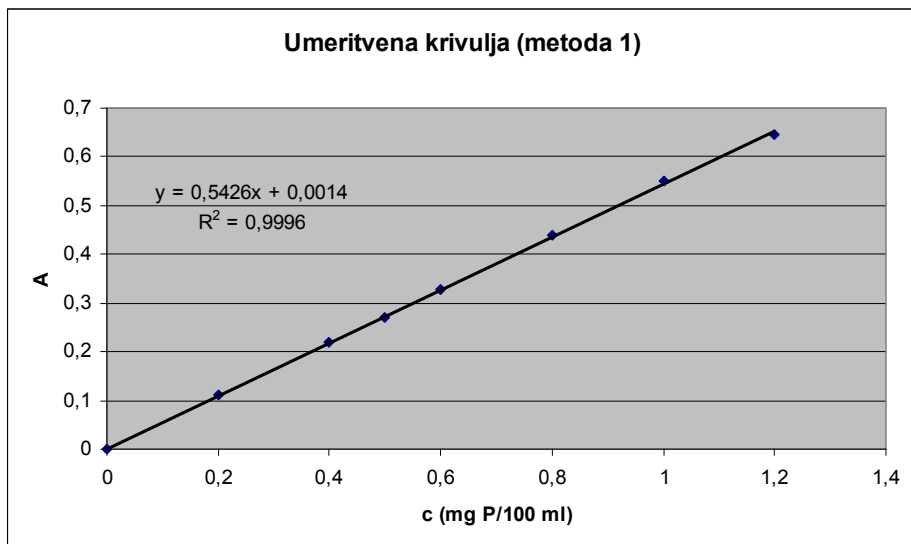
Zahvala tudi vsem sošolcem in sošolkam za prijateljske nasvete v času študija, še posebno Teji Gorenc in Marini Jeremič.

Posebno zahvalo dolgujem svojim staršem, ki so mi omogočili študij, me ves čas neizmerno vzpodbujali in mi vsestransko pomagali.

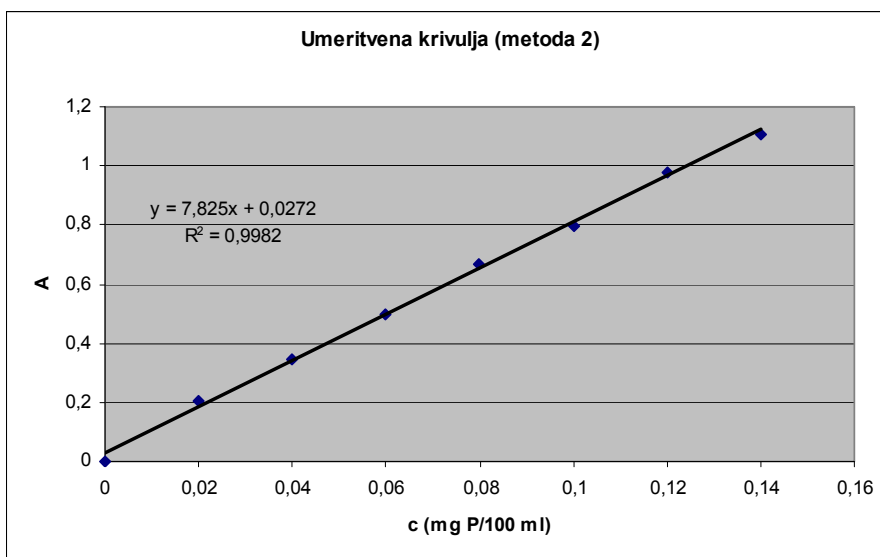
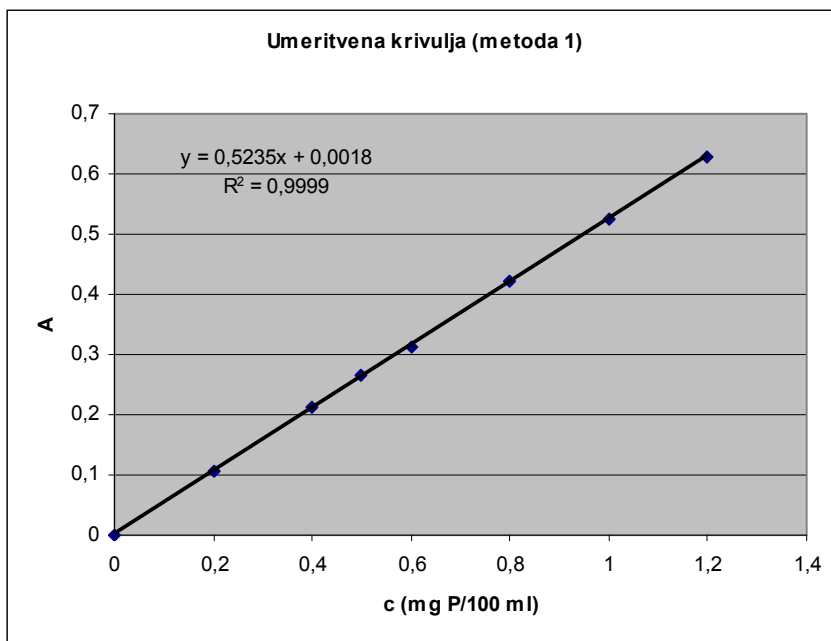
Iskrena hvala fantu Lucijanu, ki mi že več let stoji ob strani, verjame vame in se skupaj z mano veseli vsakega uspeha. Res hvala ti!

PRILOGE

Priloga A: Umeritveni krivulji s pripadajočo enačbo za izračun fosfatov v pecilnem prašku



Priloga B: Umeritveni krivulji s pripadajočo premico za izračun vsebnosti fosfatov v biskvitih



Priloga C: Sprememba mase (g) in višine (cm) biskvitov med toplotno obdelavo

Biskvit	1. ponovitev		2. ponovitev	
	Δ mase (g)	Δ višine (cm)	Δ mase (g)	Δ višine (cm)
B1	47,62	1,4	48,76	1
B2	45,81	1,1	48,76	1,3
B3	51,85	1	48,85	1,4
B4	45,27	0,9	50,52	0,9
B5	51,93	1,1	47,32	0,9
B6	49,1	0,8	47,61	1
B7	48,72	1,3	47,35	1,4
B8	50,91	1,4	49,17	1,7
B9	46,72	1	49,7	1,6
B10	48,29	1	51,82	0,9
B11	45,29	1,4	51,67	1
B12	47,49	0,8	49,24	0,9