

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ŽIVILSTVO

Urša PETELIN

**VPLIV ZMANJŠANJA VSEBNOSTI IN VRSTE SLADKORJEV NA
KAKOVOST RAZLIČNIH BISKVITOV**

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

**THE EFFECT OF REDUCTION AND DIFFERENT TYPE OF ADDED
SUGARS ON QUALITY OF SPONGE CAKES**

GRADUATION THESIS
University studies

Ljubljana, 2012

Diplomsko delo je zaključek univerzitetnega študija živilske tehnologije. Tehnološki del, senzorično ocenjevanje, fizikalno-kemijske ter instrumentalne analize so bili opravljeni na Katedri za tehnologijo mesa in vrednotenje živil, Oddelka za živilstvo, Biotehniške fakultete, Univerze v Ljubljani.

Za mentorico diplomskega dela je imenovana prof. dr. Lea Gašperlin, za somentorja dr. Tomaž Polak in za recenzenta doc. dr. Tomaž Požrl.

Mentorica: prof. dr. Lea Gašperlin

Somentor: dr. Tomaž Polak

Recenzent: doc. dr. Tomaž Požrl

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Član:

Datum zagovora:

Diplomsko delo je rezultat lastnega raziskovalnega dela.

Urša PETELIN

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

- ŠD Dn
- DK UDK 664.68+664.64:641.1:543.2/.9(043)=163.6
- G biskviti / sladkor / vsebnost sladkorja / koruzni škrob / pšenična moka / brezglutenska moka / senzorične lastnosti / fizikalnokemijske lastnosti / tekstura biskvitov/
- AV PETELIN, Urša
- SA GAŠPERLIN, Lea (mentorica)/ POLAK, Tomaž (somentor)/POŽRL, Tomaž (recenzent)
- KZ SI – Ljubljana, Jamnikarjeva 101
- ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo
- LI 2012
- IN VPLIV ZMANJŠANJA VSEBNOSTI IN VRSTE SLADKORJEV NA KAKOVOST RAZLIČNIH BISKVITOV
- TD Diplomsko delo (univerzitetni študij)
- OP IX, 53 str., 12 pregl., 4sl., 47 vir.
- IJ SI
- JI sl/en
- AI V diplomski nalogi smo proučevali vpliv vrste in dodatka sladkorja ter vrste moke (pšenična moka, mešanica koruznega škroba in pšenične moke ter brezglutenska moka) na senzorične lastnosti (višina, barva skorje, značilnost vonja in arome, sladkost, občutek v ustih in skupni vtis), instrumentalno merjene parametre teksture in barve ter fizikalno-kemijske parametre (višina biskvita, volumen, teža, središčna temperatura, vsebnost vode, skupnih mineralnih snovi, maščob, beljakovin in ogljikovih hidratov) biskvitov, narejenih v dveh ponovitvah. Vrsta moke oz. škroba vpliva na teksturo in višino, vrsta sladkorja pa značilno vpliva na senzorične lastnosti biskvitov, barvo in teksturo. Biskviti s fruktozo so bolj čvrsti, so manj prožni, bistveno temnejši kot biskviti s saharozo in imajo neprimerno aromo in vonj. Biskviti z rjavim sladkorjem imajo primerno aromo, dajo dober občutek v ustih in so podobni biskvitom s saharozo. Zelo značilen vpliv na parametre kakovosti ima količina dodanega sladkorja; biskviti z najmanjšim dodatkom sladkorja, so občutno manj sladki (2,9-3,1 točk), vsebujejo manj ogljikovih hidratov in imajo manjšo energijsko vrednost. Za zagotovitev sprejemljive senzorične kakovosti lahko vsebnost sladkorja (saharoze, ne pa rjavega sladkorja in fruktoze) v biskvitih iz pšenične moke in v biskvitih iz mešanice koruznega škroba in pšenične moke zmanjšamo za 56 % (sladkost se zmanjša za 0,5 točke). Zmanjšanje količine dodanega sladkorja v biskvitih do te mere, da se zaznava sladkosti zmanjša za 1 točko, negativno vpliva na ostale parametre in ne zagotavlja sprejemljive senzorične kakovosti.

KEY WORD DOKUMENTATION

- DN Dn
- DC UDC 664.68+664.64:641.1:543.2/.9(043)=163.6
- DX sponge cakes / sugars / sugar content / corn starch / wheat flour / gluten-free flour / sensory properties / physicochemical properties / texture of sponge cakes/
- AU PETELIN, Urša
- AA GAŠPERLIN, Lea (supervisor)/ POLAK, Tomaž (co-advisor)/ POŽRL, Tomaž (reviewer)
- PP SI – Ljubljana, Jamnikarjeva 101
- PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Food Science and Technology
- PY 2012
- TI THE EFFECT OF REDUCTION AND DIFFERENT TYPE OF ADDED SUGARS ON QUALITY OF SPONGE CAKES
- DT Graduation Thesis (University studies)
- NO IX, 53 p., 12 tab., 4 fig., 47 ref.
- LA sl
- AL sl/en
- AB This study presents the effects of reduction and different types of added sugar (sucrose, fructose, brown sugar) and various types of flours (wheat flour, mixture of corn starch and wheat flour and gluten-free flour) on the sensory properties (height, crust color, characteristic odor and flavor, sweetness, feel in the mouth, and overall impression) of sponge cakes. Instrumentally measured texture alongside with color parameters and physico-chemical parameters (height, volume, weight and central temperature, content of water, inorganic substance, protein, fat and carbohydrates) were also examined. The research has been made on two sponge cake replicates. Type of flour or starch has an effect on texture and height. Type of sugar has a typical effect on the sensory properties, color and texture. Sponge cakes with fructose have higher firmness; they are springier and significantly darker as sponge cakes with sucrose and have inappropriate flavour and smell. Sponge cakes with brown sugar have got appropriate flavor, they give a good sensation in the mouth and they are very similar to sponge cakes with sucrose. The quantity of added sugar has a very typical effect on quality parameters; sponge cakes with minimum addition of sugar have significantly lower sweetness (2,9-3,1 points), they contain less carbohydrates and have lower energy value. To insure acceptable sensory quality, addition of sugar (sucrose, not fructose and brown sugar) in sponge cakes that were made from wheat flour and mixture of corn starch and wheat flour, can be reduced for 56 % (sweetness is lower for 0,5 points). The reduction of added sugar in a sponge cake to the amount that the sweetness is lower for 1 point, has a negative effect on other parameters and does not provide acceptable sensory quality.

KAZALO VSEBINE

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	III
KEY WORD DOKUMENTATION.....	IV
KAZALO VSEBINE	V
KAZALO PREGLEDNIC	VII
KAZALO SLIK	VIII
OKRAJŠAVE IN SIMBOLI	IX
1 UVOD	1
1.1 NAMEN DELA	1
1.2 HIPOTEZE	1
2 PREGLED OBJAV	2
2.1 ZGODOVINA BISKVITOV	2
2.2 SPLOŠNO O BISKVITIH	2
2.3 SESTAVINE	3
2.3.1 Jajca	3
2.3.1.1 Sestava jajca	4
2.3.1.2 Jajčni beljak	4
2.3.1.3 Jajčni rumenjaki	4
2.3.2 Moka	5
2.3.2.1 Tip moka	5
2.3.2.2 Beljakovine v moki	5
2.3.2.3 Škrob	5
2.3.2.4 Maščobe v moki	6
2.3.3 Brezglutenska moka	6
2.3.4 Sladkor	6
2.3.4.1 Saharoza	8
2.3.4.2 Fruktaza	9
2.3.4.3 Rjavi sladkor	9
2.3.5 Voda	10
2.4 KEMIJSKO DOGAJANJE MED PEKO	11
2.4.1 Porjavenje	11
2.4.1.1 Kemizem	11
2.4.1.2 Barva	12
2.4.1.3 Okus	12
2.4.2 Tekstura in volumen	13
2.5 SENZORIČNE LASTNOSTI BISKVITOV	13
3 MATERIALI IN METODA DELA	15

3.1	MATERIALI	15
3.1.1	Priprava vzorcev.....	15
3.2	METODE DELA	18
3.2.1	Senzorična analiza biskvitov	18
3.2.2	Merjenje barve površine in sredice.....	18
3.2.3	Merjenje teksturnih lastnosti biskvitov	19
3.2.4	Kemijske analize	19
3.2.4.1	Določanje vode s sušenjem	19
3.2.4.2	Določanje skupnih anorganskih snovi.....	20
3.2.4.3	Določanje beljakovin z metodo po Kjeldahlu	20
3.2.4.4	Določanje vsebnosti maščobe.....	22
3.2.4.5	Izračun ogljikovih hidratov	23
3.2.4.6	Izračun energijske vrednosti v kJ	23
3.2.5	Statistična analiza	24
4	REZULTATI.....	25
4.1	REZULTATI FIZIKALNO KEMIJSKE ANALIZE	25
4.2	REZULTATI SENZORIČNE ANALIZE	33
4.3	REZULTATI INSTRUMENTALNE ANALIZE	37
4.4	MULTIVARIANTNA ANALIZA	40
5	RAZPRAVA IN SKLEPI.....	43
5.1	RAZPRAVA.....	43
5.2	SKLEPI.....	47
6	POVZETEK.....	48
7	VIRI	50

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Vpliv sladkorja na lastnosti biskvitov (Bennion, 1997)	7
Preglednica 2: Napake sladic in najpogostejši vzroki za nastanek napak (Fink, 1986; DesRochers in sod., 2003)	10
Preglednica 3: Osnovna receptura za kontrolni biskvit	15
Preglednica 4: Količine različnih sladkorjev (g) in različnih mok ter oznake biskvitov v poskusu	16
Preglednica 5: Količina sladkorjev (g) preračunana v odstotke glede na moko oz. standardni dodatek sladkorja.....	16
Preglednica 6: Rezultati fizikalno kemijskih analiz biskvitov, izdelanih z različnimi vrstami in količinami dodanega sladkorja in tremi različnimi vrstami mok, z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri.....	25
Preglednica 7: Vpliv vrste moke ter vrste in dodatka sladkorja na fizikalne parametre biskvitov (Duncanov test, $\alpha = 0,05$).....	26
Preglednica 8: Vpliv vrste moke ter vrste in dodatka sladkorja na kemijske parametre biskvitov (Duncanov test, $\alpha = 0,05$).....	29
Preglednica 9: Rezultati senzorične analize biskvitov, izdelanih z različnimi vrstami in količinami dodanega sladkorja in tremi različnimi vrstami mok, z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri.....	33
Preglednica 10: Vpliv vrste moke ter vrste in dodatka sladkorja na senzorično kakovost biskvitov (Duncanov test, $\alpha = 0,05$)	34
Preglednica 11: Rezultati instrumentalne analize barve in teksture biskvitov, izdelanih z različnimi vrstami in količinami dodanega sladkorja in tremi različnimi vrstami mok, z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri.....	37
Preglednica 12: Vpliv vrste moke ter vrste in dodatka sladkorja na instrumentalne parametre barve in teksture biskvitov (Duncanov test, $\alpha = 0,05$)	38

KAZALO SLIK

Slika 1: Načrt poskusa	17
Slika 2: Projekcija spremenljivk v ravnini, definirani z analizo LDA	41
Slika 3: Projekcija podatkov o kemijskih, instrumentalnih in senzoričnih parametrih biskvitov v ravnini, definirani s prvima dvema glavnima funkcijama (LDA).	42
Slika 4: Prikaz senzoričnih ocen odstopanja biskvitov od optimalne sladkosti glede na različne skupine mok in vrste ter dodatka sladkorja	44

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

B	brezglutenska moka
EV	energijska vrednost
F	fruktoza
HMF	hidroksimetilfurfural
kJ	kilo Joule
KV (%)	koeficient variabilnosti
LDA	Linear Discriminant Analysis (linearna diskriminantna analiza)
M	mešanica koruznega škroba in pšenične moke
n	število obravnavanj
N	newton
P	pšenična moka
PCA	Principal Component Analysis
R	rjavi sladkor
S	saharoza
so	standardni odklon
UV	ultravijolično
56	50 g sladkorja (standardni dodatek sladkorja zmanjšan za 44 %)
78	70 g sladkorja (standardni dodatek sladkorja zmanjšan za 22 %)
100	90 g sladkorja (standardni dodatek sladkorja – 100 %)

1 UVOD

Sladkor je nepogrešljiv spremljevalec naše prehrane. Pijačam in jedem da prijetno sladek okus. Služi kot vir energije in je priljubljena sestavina slaščic. Svetovna zdravstvena organizacija že dalj časa opozarja na nevarnost svetovne epidemije sladkorne bolezni kot posledice našega življenjskega sloga, zlasti prehrane in deleža sladkorja v njej. Kljub temu poraba sladkorja na prebivalca močno narašča in vse več je izdelkov, ki kot glavno ali pomožno sestavino vsebujejo sladkor.

Vedno večji poudarek je na zdravem načinu prehranjevanja, za bolj zdrave živilske proizvode bi morali zmanjšati kalorične sestavine, posebno sladkor in maščobe, saj je debelosti v današnjem času vedno več in predstavlja resen zdravstveni problem.

Živilska industrija je pred izzivom, kako preoblikovati živilske izdelke z veliko vsebnostjo sladkorja v izdelke za nižjo energetske vrednostjo, ki pa bodo še vedno okusni in vsečni potrošnikom. Z odstranitvijo ali zmanjšanjem določenih sestavin lahko povzročimo zaznavne spremembe v senzoričnih lastnostih živila, kot so že sam izgled, okus, vonj, aroma, tekstura...

Biskviti so priljubljeno živilo, lahko so samostojna jed ali kot sestavni del tort, slaščic. Poleg jajc, ki so odgovorna za porozno in rahlo strukturo, in moke, ki zagotavlja ustrezno čvrstost, je zelo pomembna sestavina tudi sladkor, ki vpliva na volumen in izboljša sposobnost penjenja. Sladkor najbolj vpliva na senzorične lastnosti, zagotavlja sladkost in pripomore k razvoju barve.

1.1 NAMEN DELA

Namen diplomske naloge je bil izbrati med tremi različnimi škrobi in vrstami ter količinami sladkorjev tisti kombinaciji, ki bosta zagotavljali sprejemljivo in optimalno senzorično kakovost biskvitov ter hkrati omogočali zmanjšan vnos sladkorjev v telo.

1.2 HIPOTEZE

Predvidevamo:

- da bodo zaznavne razlike v instrumentalni in senzorični kakovosti biskvitov, izdelanih z različnimi škrobi (pšenična moka, brezglutenska moka, mešanica koruznega škroba in pšenične moke),
- da se biskviti, narejeni z različnimi sladili (saharoza, fruktoza in rjavi sladkor), ločijo v nekaterih senzoričnih lastnostih (kot so barva, vonj, sladkost in aroma) ter instrumentalno izmerjeni barvi in teksturi biskvitov ter
- da vsebnost sladkorja v biskvitih lahko zmanjšamo za 22 %, kar bo še vedno zagotavljajo sprejemljivo senzorično kakovost (ocena zaznave sladkosti, arome in teksture lahko odstopa od optimalne za največ 1 točko).

2 PREGLED OBJAV

2.1 ZGODOVINA BISKVITOV

Prva uporaba sladil pri kuhanju in peki se pojavi pri Antičnih Grkih, ti so poznali posebne lastnosti sladkornega trsa iz Indijske podceline. Že okoli leta 700 p.n.š. so na Bližnjem Vzhodu v ta namen uporabljali sladkorni trs. Uporaba sladkorja se je najprej razširila po Rimskem imperiju, kasneje pa še po srednjeveški Evropi (Cauvain, 2003).

Prvi recepti za biskvite so verjetno temeljili na medu, take slaščice so izdelovali za posebne priložnosti in novoletne sejme v rimskih časih. Uporabo medu v testu beležijo številne knjige z recepti iz tistega časa (Cauvain, 2003).

V začetku je bil biskvit prepečenec iz navadnega pšeničnega kruha. Domneva se, da so Francozi v 17. stoletju začeli izdelovati sodoben kraljevi biskvit. Leta 1669 prvič navajajo recept za maso, ki se toplo stepa; masi so dodajali lupinasto sadje in sladkor. Po letu 1700 so začeli ločeno stepati rumenjake in beljake, šele nato pa ju združili, da so dobili rahle kolače. Šele čez sto let so začeli uporabljati še postopek s toplo pripravo mas (Hrovat, 2001).

2.2 SPLOŠNO O BISKVITIH

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

Osnovne surovine so jajca, sladkor in moka, lahko pa dodamo tudi maščobo. Značilnost biskvitnega testa je rahla in porozna tekstura, to pa dosežemo predvsem z močnim stepanjem jajc do penaste teksture (Žlender in Skvarča, 2008).

V primerjavi s testom vsebujejo manjšo količino moke. Delimo jih po sestavinah, načinu priprave in uporabi. Glede na sestavine razlikujemo težke in lahke mase (Hrovat, 2001). Težki biskviti so gosti, pripravljani z dodatkom maščobe, lahki (rahli) pa so pripravljani brez maščob (Žlender in Skvarča, 2008). Po načinu izdelave jih delimo na tople in hladne. Pripravljamo jih s stepanjem, mešanjem ali praženjem. Največkrat se rahljajo fizikalno s stepanjem, lahko pa tudi z dodatkom kemijskih rahljalnih sredstev (Hrovat, 2001).

Biskvite pripravimo tako, da jajčne rumenjake in sladkor stepemo skupaj do penaste strukture, iz jajčnih beljakov stepemo stabilno peno. Med mešanjem v maso vtepemo zrak, ki je pomemben pri oblikovanju strukture in volumna, saj med pečenjem pride do ekspanzije plina zaradi vročine in biskvit naraste (Cauvain, 2003; Conforti, 2007).

Pomembno je, da ne pride do združitve zračnih mehurčkov, k temu pripomorejo površinsko aktivni proteini jajčnega beljaka in lipoproteini, ki ustvarijo zaščitni film. Po oblikovanju stabilne pene previdno dodamo moko, na rahlo premešamo vse sestavine in vlijemo v model za peko. Maso takoj postavimo na visoko temperaturo, saj se v nasprotnem primeru zračni mehurčki kmalu začnejo izgubljati, s tem se posledično zmanjša tudi volumen biskvita (Cauvain, 2003; Conforti, 2007).

Med pečenjem se zračni mehurčki razširijo po masi. Nekateri mehurčki počijo ali pa preidejo eden v drugega, oblikuje se porozna struktura biskvita. Med toplotno obdelavo pride tudi do drugih fizikalnih in strukturnih sprememb, ki določajo kakovost končnega izdelka. Tako pride do zaklejitve škroba, reakcije porjavenja in povečanja volumna (Govekar, 2011).

Toplotno obdelavo lahko razdelimo v dve stopnji. Za prvo stopnjo, ki jo imenujemo segrevanje, je značilno postopno odpiranje notranje strukture biskvita in naraščanje volumna biskvita. To vpliva na povečanje prenosa toplote v notranjost biskvita in na povečanje stopnje sušenja. V tej fazi poteka prenos toplote s površine v notranjost biskvita zaradi kondukcije in zaradi izhlapevanja vodne pare. V drugi fazi pride do oblikovanja skorje in površine biskvita. Značilno je povečanje površine suhe plasti in rahlo krčenje biskvita, posledica sta manjši prenos toplote v jedro biskvita in manjša stopnja sušenja. Pri tem se oblikuje suha skorja, ki postane ovira za prenos toplote in vode (Lostie in sod., 2002a,b).

2.3 SESTAVINE

2.3.1 Jajca

V proizvodnji biskvitov jajca opravljajo različne funkcije, zagotavljajo strukturo, volumen, rahlost in prehransko vrednost izdelka (DesRochers in sod., 2003). Jajca ne povečajo samo hranilne vrednosti peciva in izboljšajo njegovega okusa, ampak vplivajo na celoten proces peke kruha in peciva (Knez, 1974).

Jajca so funkcionalna sestavina, ki ima v pripravi jedi tri osnovne vloge (Bennion in Bamford, 1997):

- penjenje (vključevanje zraka v izdelke, navadno s stepanjem; jajca so zelo dobro sredstvo za penjenje, saj omogočajo oblikovanje velikega volumna pene);
- emulgiranje;
- koagulacija (pretvorba jajca iz tekočega v trdo ali poltrdno stanje, ponavadi s segrevanjem). Jajčne beljakovine koagulirajo v širokem temperaturnem območju.

Temperatura koagulacije je odvisna od pH, soli, drugih sestavin in časa segrevanja.

Zaradi velike vsebnosti beljakovin in sposobnosti tvorbe kompleksne mreže z glutenom imajo jajca v biskvitih tudi vlogo vezivnega sredstva. Sposobnost, da se lahko jajca, predvsem beljak, stepejo v relativno stabilno peno, daje biskvitu volumen in strukturo. Med pečenjem beljakovine denaturirajo in ustvarijo rahlo in krhko strukturo. Jajca pomagajo stabilizirati emulzijo, zadržujejo pline ustvarjene z rahljalnimi sredstvi in preprečujejo zrušitev zračnih mehurčkov v testu (DesRochers, 2003). Jajca pa dajo biskvitu tudi blago, a značilno aromo in barvo ter tudi obogatijo prehransko vrednost jedi (DesRochers, 2003).

Velik vpliv imajo jajca tudi na senzorične lastnosti biskvita. Na pripravo biskvitne mase vpliva stepanje beljakov, saj omogoča boljše vzhajanje mase in vpliva na rahlost končnega izdelka. Če je v biskvitu dodanih veliko jajc, lahko ta vplivajo na okus in vonj, zaradi prisotnosti zakrijejo okus in vonj drugih sestavin (Ilyas in sod., 2007).

2.3.1.1 Sestava jajca

Čeprav vsebujejo jajca 77 % vode, so bogat vir beljakovin visoke kakovosti. Jajca so tudi pomemben vir nenasičenih maščobnih kislin, železa, vitaminov A, E in K in vitaminov B kompleksa (Bennion in Bamford, 1997).

2.3.1.2 Jajčni beljak

Jajčni beljak predstavlja 56-61 % mase celotnega jajca. Je kompleksni sistem beljakovin, vsebuje zelo pomembne ovomucine in globuline, pa tudi konalbumin, lizocim, ovoglobuline in flavoproteine (Stadelman, 2003).

Beljak ima sposobnost stepanja, pri čemer nastaja čvrsta, stabilna pena. Nastanek in stabilnost pene lahko povečamo z dodatkom sladkorja. Beljakov sneg daje volumen in rahlja pecivo (Hrovat, 2001).

Na oblikovanje pene vplivajo tudi metoda stepanja (način, intenzivnost), obdelava pred stepanjem (predhodna homogenizacija), temperatura (beljak na sobni temperaturi se hitreje stepe kot ohlajen), kislost oziroma alkalnost (kislina poveča stabilnost), razredčitev (dodana voda poveča volumen pene), sol (poslabša stabilnost pene), dodan sladkor upočasni oblikovanje pene, a jo učvrsti (Conforti, 2007).

2.3.1.3 Jajčni rumenjaki

Rumenjak, ki obsega 27-32 % mase celotnega jajca, je ovit v vitelinsko ovojnico. To je gosta emulzija lipoproteinov, vode, beljakovin, ogljikovih hidratov in mineralov. 66 % lipidov predstavljajo trigliceridi, 28 % fosfolipidi (lecitin, kefalin, fosfatilholin), 5 % pa je holesterola, ki ga v jajcu najdemo samo v rumenjaku. Ogljikovih hidratov je malo (do 1%), nekaj je prostih (glukoza), drugi so vezani na proteine. Pomembni minerali v jajčnem rumenjaku so fosfor, kalcij in kalij, vsebuje pa tudi vitamine A, B1, B2, D in E (Bennion, 1997; Stadelman, 2003).

Rumenjak zaradi vsebnosti maščob nima sposobnosti stepanja. Lahko pa ga penasto umešamo in s tem povečamo volumen peciva. Vsebuje veliko lecitina in deluje kot emulgator in porazdeli maščobo med škrobna zrnca in beljakovine. Vpliva tudi na enakomerno luknjičavost, rahlo sredico, skorji in sredici daje rumenkastorjavo barvo (Hrovat, 2001).

Barva rumenjaka je v osnovi določena z vsebnostjo pigmentov, kot so lutein, zeoksantin, β -karoten in ovoflavin. Pomemben vpliv na barvo pa ima tudi prehrana kokoši (Bennion, 1997).

2.3.2 Moka

Moka zagotavlja primerno strukturo, teksturo in okus pečenih pekovskih izdelkov. Škrob je eden izmed komponent v moki, ki s svojo zaklejitvijo krepí strukturo in prispeva k krhkosti (Conforti, 2007). Rahlost in krhkost sta odvisna tudi od števila in velikosti zračnih mehurčkov, stopnje zaklejitve škroba in količine koaguliranih beljakovin (Jacobson, 1997).

Biskviti so lahko izdelani iz pšenične moke vseh tipov in drugih vrst mok. Najpomembnejša komponenta moke je škrob. Ko pride do zaklejitve škroba, se tvori glavna strukturna komponenta biskvitov (Cauvain, 2003).

Moko se lahko nadomesti s škrobom (pšeničnim, koruznim, krompirjevim ali riževim), vendar največ do polovice. Tako masa pridobi ustrezno fino poroznost. Upoštevati je treba, da dodatek škroba zmanjša količino lepka v moki. Preveč dodanega škroba zato maso osuši in ji da grobo poroznost (Schrott, 1996).

2.3.2.1 Tip moke

Ločimo različne tipe moke. Tip moke nam pove, koliko skupnih anorganskih snovi (%) ostane po sežigu. To je osnova za označevanje tipa mlevskih izdelkov. Moka tipa 500 spada med standardne tipe pšenične moke, je bela in vsebuje 0,5 % pepela. Dobimo jo z mletjem srednjih delov zrna (Hrovat, 2000).

2.3.2.2 Beljakovine v moki

Delimo jih glede na topnost. Albumini so topni v vodi, globulini se topijo v razredčenih slanah raztopinah, prolamini (v pšenični moki je to gliadin) so topni v 70 % etanolu, glutelini (pšenični je glutenin) pa so topni v razredčenih bazah ali kislinah. Med gnetenjem testa iz pšenične moke in primerne količine vode se iz gliadina in glutenina tvori gluten oziroma lepek. Ta je v vodi netopen, tvori močno in kohezivno testo, ki zadrži pline in s tem pripomore, da dobimo rahel končni produkt (Declour in Hoseneý, 2010).

Za oblikovanje fine penaste strukture je pomembno, da pride med mešanjem do primerne razvoja glutena. Za izdelavo biskvitov z zaželeno strukturo so pomembni dejavniki, kot so mešanje ter vrsta in količina beljakovin (DesRochers, 2003). Pri večini biskvitov proteini oblikujejo nežen gluten, ki se med mešanjem bistveno ne strdi, ampak je še vedno dovolj močen, da podpira penasto strukturo biskvita. Čeprav je oblikovanje glutena pomembno, je za biskvitno strukturo pomembnejša zmožnost zaklejitve škrobnih zrn (Conforti, 2007).

2.3.2.3 Škrob

Škrob je po količini glavna sestavna moke. Po zunanem videzu je škrob bel prah, ki se ne topi v hladni vodi, sestavljen je iz številnih škrobnih zrn. Pod vplivom višje temperature nabrekne, pri tem vpíja vodo, sam pa se spremeni v škrobni klej oziroma zakleji. Pri pšenični moki zaklejitev poteka pri temperaturi 60-80 °C. Pri tej temperaturi škrob veže vodo, to dobi od beljakovin, ki v tistem času koagulirajo in oddajo vodo (Knez, 1974).

2.3.2.4 Maščobe v moki

V moki je največ fosfolipidov, predvsem lecitina. Maščobe, ki jih je v moki 1-1,5 %, vplivajo na lastnosti lepka. Vpliv na pecilno-tehnološke lastnosti imajo predvsem sestavljene maščobe (emulgatorji), ki omogočajo enakomerno porazdelitev maščobe v vodi (Hrovat, 2000)

2.3.3 Brezglutenska moka

Brezglutenska moka, je moka, ki ne vsebuje glutena. Zaradi glutena je testo močno in elastično, v testu ohranja pline, ki se sproščajo med fermentacijo, kar omogoči vzhajanje testa. Najdemo ga v številnih žitih, največ ga je v pšenici, rži, ječmenu in piri.

Vedno več ljudi je alergičnih oz. preobčutljivih na gluten, zato lahko resne zdravstvene težave preprečijo z brezglutensko dieto. Pri pripravi hrane se mora pri brezglutenski dieti uporabljati brezglutenske moka, kot so moka iz rjavega in belega riža, kokosova moka, mandljeva moka, krompirjeva moka in moka iz čičerike. Najbolj popularna brezglutenska moka je riževa moka. Za pripravo pekovskih izdelkov je bolj primerna moka iz rjavega riža, saj vsebuje več proteinov kot moka iz belega riža, in s tem prispeva k primernemu volumnu izdelkov. Pomembno je, da se pri peki uporablja le najbolj fino mleta riževa moka, drugače postane tekstura izdelka kašasta (Kelsey, 2008).

Krompirjeva moka ima zelo fino teksturo, je dober zgoščevalec za omake, uporablja se pa tudi pri peki palačink in kruha. Pecivo, narejeno iz brezglutenske moka ima gosto teksturo in je zelo drobljivo (Kelsey, 2008).

2.3.4 Sladkor

Sladkorji spadajo med ogljikove hidrate, tisti z najenostavnejšo strukturo so monosaharidi, npr. glukoza in fruktoza, ki imata enako molekulska formulo $C_6H_{12}O_6$, vendar različno razporeditev atomov in zato tudi različne lastnosti. Med disaharide spada saharoza, ki jo poznamo kot beli kristalni sladkor (Bennion, 1997).

Sladkor v biskvitih opravlja predvsem funkcijo sladila, zagotavlja sladkost, poleg tega pa ima velik vpliv na volumen, vlago, teksturo, videz, barvo in energijsko vrednost (Conforti, 2007).

Sladkor tudi izboljša sposobnost stepanja in poveča stabilnost mase. Boljši je drobnozrnati, ker se med stepanjem hitreje in bolje raztaplja. Na stabilnost vpliva tudi, če sladkor dodamo na začetku stepanja (Hrovat, 2000).

Sladkor močno vpliva na senzorične lastnosti, saj prispeva tako k okusu, kot tudi razvoju barve. Kot ojačevalec barve in prekursor sodeluje v dveh različnih toplotnih reakcijah: karamelizaciji in Maillardovi reakciji. Obe reakciji prispevata k porjavitvi skorje (Bennion, 1997).

Skladkor močno vpliva tudi na strukturo, saj regulira temperaturo zaklejitve škroba. Večja kot je količina sladkorja, višja je temperatura zaklejitve in tako ima masa več časa, da naraste (Cauvain, 2003). Med pečenjem sladkor dvigne temperaturo zaklejitve in tudi denaturacije beljakovin, tako ima gluten več časa za raztezanje, s čimer se še povečuje volumen, kar prispeva k še enotnejši in lepši teksturi (Bean in Yamazaki, 1978a,b).

Preglednica 1: Vpliv sladkorja na lastnosti biskvitov (Bennion, 1997)

<u>izdelek</u>	<u>vpliv in lastnosti</u>
biskviti	struktura
	volumen
	tekstura
	ohranitev kakovosti
	zadrževanje vlage
	barva sredice
	barva skorje
	rok uporabe
	okus in aroma
	mehkost sredice
	stepanje
	konzervans

Poleg vseh funkcij, ki jih ima sladkor pri izdelavi biskvitov, je zelo učinkovit tudi pri vezavi vlage. Večja je količina sladkorja v biskvitu, manj je dostopne vlage za rast mikroorganizmov (Cauvain in Young, 2008).

Sladkor ima velik vpliv na okus izdelka, različni sladkorji imajo različne stopnje relativne sladkosti (Cauvain in Young, 2008). Pri izdelavi biskvitov se največkrat uporablja sahara, lahko se pa uporabi tudi druge sladkorje (Cauvain, 2003). Pekarska industrija je velik potrošnik sladkorja, v kateri se uporablja veliko različnih sladil in tipov sladkorja. Sladkor je dostopen v različnih oblikah, beli kristalni sladkor je najbolj pogost (Bennion, 1997).

V pekarstvu se uporablja še mleti sladkor, kandis sladkor, rjavi sladkor, raztopljeni sladkor in številni sirupi, sladila iz škroba, invertni sladkor... Kot nadomestna naravna sladila, pa se uporabljajo sorbitol, fruktoza, manitol in ksilitol. Pri umetnih sladilih, kot so saharin, aspartam in ciklomat, pa moramo biti pozorni, saj nimajo istih tehnoloških lastnosti kor sladkor (Hrovat, 2000).

Čprav različna sladila jedem dajejo sladkost, je lahko ta sladek okus izrazito drugačen kot sladek okus saharoze. Umetna sladila se ne vključujejo v Maillardovo reakcijo, pri pečenju tako ne pride do porjavenja in nastanka prijetne rjave barve. Od saharoze se umetna sladila razlikujejo tudi v tem, da med pripravo mase in peko biskvita ne vplivajo na povečanje volumna, to pomeni, da moramo pri peki z umetnimi sladili uporabiti sredstva za vzhajanje. Glavna pomanjkljivost pa je, da je večina teh sladil toplotno neobstoja in so le redka primerna za peko (Bennion, 1997).

V pekarskih izdelkih se sladkor uporablja pri različnih polnilih, nadevih in kremah, prevlekah in glazurah in okraskih (Bennion, 1997).

2.3.4.1 Saharoza

Saharoza je glavna sestavina biskvita. Obnaša se kot stabilizator in sredstvo, ki zavira in prestrukturira oblikovanje glutena ter zviša temperaturo denaturacije jajčnih beljakovin in zaklejitve škroba. Kot rezultat teh lastnosti saharoza zadržuje zračne mehurčke v sistemu in podaljšuje čas njihovega razširjanja, kar pripomore k povečanju volumna biskvita. Delna ali celotna odstranitev saharoze, kot sestavine z visoko energijsko vrednostjo, spremeni fizikalne in senzorične lastnosti biskvita (Baeva in sod., 2000).

Saharoza ($C_{12}H_{22}O_{11}$) je disaharid, sestavljen iz glukoze in fruktoze, ki sta povezani z 1,2- α -glikozidno vezjo. Je najpomembnejše sladilo, ki ga pridobivajo z ekstrakcijo iz sladkornega trsa (*Saccharum officinarum*) in sladkorne repe (*Beta vulgaris* var. *rapa*) (Batič in sod., 1993).

Ekstrakcija sladkorja iz sladkorne pese se začne s pranjem in rezanjem pese na tanke trakove, rezine. Ekstrakcija poteka z vročo vodo v protitočnem difuzorju. Pridobljeni »surovi sok« se prečisti v dvostopenjskem procesu, kjer se nečistoče oborijo z gašenim apnom, presežek pa reagira z ogljikovim dioksidom. Potem se ta sok obdela z žveplovim dioksidom, ki prepreči kemijske reakcije. Po evaporaciji je rezultat mešanica kristalov in sirupa, ločba pa poteka s centrifugiranjem. Kristale sperejo, posušijo in skladiščijo. Po kristalizaciji ostane temen sirup, imenovan melasa, ta še vedno vsebuje 50 % sladkorja (Donovan, 2003).

Pri predelavi sladkornega trsa najprej zmeljejo stebela v mlinu. Pridobljen sok prečistijo z dodajanjem apna in segrevanjem, da se nečistoče oborijo. Sledi evaporacija in sladkor se kristalizira. Ta »surov« sladkor je rjav in zahteva nadaljnje čiščenje in rafinacijo, da nastane bel sladkor (Donovan, 2003).

Sladkor oz. saharoza v kristalizirani obliki je ena izmed kemično najčistejših živilskih izdelkov, dosega čistost 99,97 % (Huberlant, 1993).

Uporaba saharoze je zelo razširjena, od vsakodnevne uporabe v gospodinjstvih, do predelave hrane, v pekarskih izdelkih, pijačah, sladkarijah, konzerviranih in zmrznjenih izdelkih, mlečnih proizvodih, v vinu in pivu.... Poraba je odvisna od različnih dejavnikov in prehranskih navad, vendar lahko v razvitih državah letno preseže 40 kg na prebivalca (Huberlant, 1993).

Je nereducirajoči sladkor, v nasprotju z glukozo in fruktozo, ki nastaneta s hidrolizo saharoze. V čistem stanju je v obliki brezbarvnih kristalov brez vonja, ima značilen sladek okus, brez priokusov in pookusov. Je standardna referenca za sladkost (Huberlant, 1993).

2.3.4.2 Fruктоza

Fruktozo, znano tudi kot sadni sladkor, najdemo v številnem sadju. Je bolj sladka kot saharoza (Bennion, 1997). Če ima saharoza sladkost 100, je relativna sladkost fruktoze med 105 in 125, odvisno od temperature, pH...Je tudi manj obstojna, saj začne karamelizirati že pri 60 °C (Huberlant, 1993).

Glavni način pridobivanja fruktoze je hidroliza škroba do glukoze, ki jo nato encimsko konvertiramo v fruktozo (Johnson in Conforti, 2003).

Je monosaharid, ki je zelo topen, ravno zato jo je zelo težko kristalizirati. Danes najbolj uporabljena metoda temelji na kristalizaciji fruktoze iz vodne raztopine. Kristalizirana fruktoza ima podobne lastnosti kot visoko fruktozni sirup, je pa čistejša, ima boljšo sladkost in izboljšano stabilnost barve. Tako kot kristalizirana fruktoza se tudi visoko fruktozni sirup uporablja v številnih živilskih proizvodih (Johnson in Conforti, 2003). Strukturno in funkcionalno je fruktoza izomera glukoze. Spada med reducirajoče sladkorje in je reaktivna komponenta pri neencimskem porjavenju oz. Maillardovi reakciji.

Fruktoza je zelo higroskopična snov, zaradi tega zelo dobro zadržuje vlago v izdelku, s tem pomaga izboljšati jedilno kakovost, teksturo in daljši rok uporabe. Poleg tega pa pomaga izboljšati funkcionalnost škroba, povzroči, da se viskoznost razvije hitreje in v primerjavi z saharozo doseže višjo končno viskoznost. (Johnson in Conforti, 2003).

2.3.4.3 Rjavi sladkor

Rjavi sladkor se uporablja v nekaterih produktih z nizko vsebnostjo maščob, saj zaradi svoje hidroskopske narave poveča vlago v biskvitu (Conforti, 2007).

Kakovost rjavega sladkorja ni določena s pravilnikom. Sladkorni kristali so obdani z obarvanim aromatičnim sirupom. Rjavi sladkor ima poseben aromatičen, karamelni okus. Hranilna vrednost je v primerjavi z belim večja. Zaradi vsebnosti vlage ni vedno higiensko neoporečen (Hrovat, 2000).

Rjavi sladkor je saharoza z dodatkom melase, večinoma je narejen z mešanjem belega sladkorja in temnega sirupa melase, ki ostane pri predelavi sladkorne pese. Razlikujemo veliko različic rjavega sladkorja odvisno od velikosti kristalov sladkorja in vsebnosti melase. Rjav sladkor je uporaben za dodajanje barve, teksture in okusa pecivu, še posebno tradicionalnim izdelkom (Bennion, 1997).

2.3.5 Voda

V pekarnah uporabljajo higiensko neoporečno, pitno vodo iz vodovoda, vendar morajo njeno kakovost stalno kontrolirati. Voda mora biti čista, brez vonja in barve, bogata s kisikom in brez patogenih bakterij (Hrovat, 2000).

Preglednica 2: Napake sladice in najpogostejši vzroki za nastanek napak (Fink, 1986; DesRochers in sod., 2003)

Napaka	Vzrok
temne črte po površini, progavost	prepečenje premikanje testa med peko prevroča pečica
temne črte, progavost na spodnji ploskvi	preveč tekočine pomanjkanje pecilnega praška premalo sladkorja premalo jajc
sesedanje zgornje plasti (na sredin)	preveč pecilnega praška preveč sladkorja
majhen volumen, zmanjšanje, vdrstost strani	preveč vlage premalo jajc presuha moka nizka viskoznost mase prevroča pečica
majhen volumen in razpokana površina	prevroča pečica premalo pare v pečici pregroba, ostra moka preveč jajc premalo sladkorja
razpoke v strukturi	nezadostna areacija premočno mešanje
premekha sredica	preveč maščob v odnosu na jajca
drobljiva sredica	slaba moka premalo jajc v odnosu na maščobe preveč sladkorja preveč pecilnega praška prepočasna peka, prehladna pečica
žilavost	prevroča pečica premočno mešanje nepravilna količina sladkorja
nezaželeno barva	prevroča pečica prehladna pečica nepravilna količina sladkorja
visok, dvignjen srednji del	premočno pečenje nizka viskoznost mase
neenakomerna struktura	premočno mešanje nezadostno mešanje neprimerna temperatura pečice nizka viskoznost mase

Med mešanjem in pečenjem mase za biskvite je tekočina, naj bo to mleko ali voda, pomembna za raztapljanje sladkorjev. Pomembna je tudi za sprostitve ogljikovega dioksida, kadar se uporabljajo kemijska rahljalna sredstva. Med pečenjem iz tekočine nastaja para in pomaga pri naraščanju biskvita (Conforti, 2007).

Količina tekočine v receptu je zelo pomembna; premalo tekočine lahko povzroči dvignjen srednji del biskvita in razpokano skorjo, suh biskvit ali pa nižji osrednji del biskvita, zaradi nezadostne zaklejitve. Preveč tekočine pa lahko povzroči zelo vlažno, težko teksturo ali pa manjši volumen, zaradi slabega zadrževanja zračnih mehurčkov. Veliko vode vsebuje tudi jajčni beljak (~88 %), zato moramo paziti pri količini dodane vode (Conforti, 2007).

2.4 KEMIJSKO DOGAJANJE MED PEKO

2.4.1 Porjavenje

Nastajanje barve med pečenjem pekovskih izdelkov poznamo pod izrazom porjavenje. Porjavenje je rezultat neencimskih kemijskih reakcij, pri katerih nastajajo barvne spojine. Te reakcije porjavenja so temeljne v pekovski industriji, saj spremenijo barvo, okus in prehransko vrednost produkta med pečenjem (Fennema, 1996).

Najpomembnejša neencimska reakcija porjavenja je Maillardova reakcija, ki obsega vrsto reakcij. Do reakcij pride, ko segrevamo reducirajoče sladkorje s spojinami, ki imajo prosto amino skupino. Rezultat je veliko različnih intermediatov in produktov.

Naslednji tip neencimskega porjavenja je karamelizacija, ki se pojavi, ko se ob odsotnosti amino skupin sladkorji obarvajo (Ames, 2003). Karamelizacija je izraz za skupino reakcij, ki se pojavijo zaradi direktnega segrevanja ogljikovih hidratov, zlasti saharoze in reducirajočih sladkorjev (Fennema, 1996).

Poleg barve Maillardova reakcija sodeluje pri razvoju okusa, zvišanju antioksidativne aktivnosti, izgubi prehranskih in funkcionalnih lastnosti ter razvoju spojin z možnimi škodljivimi vplivi na človeško zdravje (Ames, 2003).

2.4.1.1 Kemizem

Maillardova reakcija je razdeljena v več stopenj. V prvi stopnji poteka kondenzacija reducirajočih sladkorjev z amino skupinami. Nastane N-substituiran glikozamin, ki se preuredi v Amadori produkt (1-amino-1-deoksi-2-ketoza), kasneje pa se odvisno od pH razgradi v različne spojine. Pri nizkem pH (4-7), ki ga ima večino živil, je vmesni produkt hidroksimetilfurfural (HMF), ki vodi do nastanka melanoidinov in drugih obarvanih polimerov in aromatičnih spojin (Martins, 2001). Pri pH večjem od 7 pa reakcijska pot zajema dehidracijo sladkorjev, fragmentacijo, aminokislinsko razgradnjo (Streckerjeva razgradnja) in končno polimerizacijo in nastanek melanoidinov (Hodge, 1953).

Karamelizacija je tudi kompleksna skupina reakcij, ki se pojavijo pri močnem segrevanju (pri temperaturi nad 120 °C) reducirajočih ogljikovih hidratov, brez dušikove komponente (Fennema, 1996).

Kroh (1994) opiše osnovno zaporedje reakcij razgradnje sladkorjev takole: začetna enolizacija, dehidracija, razkrajanje dikarbonila, aldolizacija in končno radikal reakcija. Te osnovne reakcije vodijo do nastanka produktov z dvojnimi vezmi ali nenasičenimi obroči, kot so derivati furana npr. HMF in polimeri.

Med pečenjem pride do hidrolize saharoze in tudi do hidrolize škroba, kar vodi do reducirajočih sladkorjev, ki sodelujejo pri obeh reakcijah porjavenja, tako lahko Maillardova reakcija in karamelizacija potekata istočasno (Capuano in sod., 2008).

Na reakcije porjavenja najbolj vpliva temperatura in aktivnost vode, poleg tega na Maillardovo reakcijo vpliva tudi čas segrevanja, pH in narava reaktantov ter seveda tudi drugih spojin, ki lahko sodelujejo kot prekurzorji (Ames, 2003; Mondal in Datta, 2008).

2.4.1.2 Barva

V pekovski industriji je barva površine pomemben dejavnik kakovosti, saj je povezana z aromo in okusom. Poleg tega je tudi prva lastnost, ki jo vidijo potrošniki in je kritična za odobravanje izdelka pri potrošnikih. Porjavenje je torej proces nastanka tipične rumeno-zlato-rjave barve, odvisno od posameznega proizvoda (Purlis, 2010; Pedreschi in sod., 2006).

Spojine, ki se nastanejo zgodaj v Maillardovi reakciji, so brezbarvne in absorbirajo v UV svetlobo. Ko reakcija napreduje, se absorpcija v UV območju stopnjuje in preide v vidno območje. Rezultat je rumena, oranžna in rjava barva. Produkta Maillardove reakcije lahko razdelimo v dve skupini, t.i. spojine z nizkomolekulske maso in makromolekulske melanoide (Ames, 2003).

Priporočena temperatura je povezana s potrebno energijo za začetek kemijske reakcije, t.i. aktivacijsko energijo (Kroh, 1994). Porjavenje zaznamo, ko vodna aktivnost pade na 0,4-0,7, temperatura pa preseže 105-120 °C. Pri teh pogojih zaznamo spremembe barve le na površini skorje (Capuano in sod., 2008).

Med pečenjem na površini pekovskega izdelka temperatura narašča, vodna aktivnost pa pada, kar pospeši nastanek in kopičenje barvnih spojin (Purlis, 2010). Glavna spremenljivka, ki vpliva na nastanek barvnih spojin, je sladkor. Na splošno velja, če se poveča vsebnost sladkorjev, se poveča nastanek HMF, vendar je odvisno tudi od pogojev pečenja in degradacije sladkorjev (Ait Ameer in sod., 2007)

2.4.1.3 Okus

Ugotovljenih je bilo na stotine spojin, nastalih pri Maillardovi reakciji, ki so odgovorne za okus in aromo (Ames, 2003). Tip sladkorja in aminokislina vplivajo na to, katera spojina, ki daje okus, se bo tvorila v Maillardovi reakciji, medtem ko pa temperatura, čas, pH, vsebnost vode vplivajo na kinetiko procesa (Martins, 2001). Tudi karamelizacija prispeva k okusu, posebno značilen je karamelni okus (Fennema, 1996).

2.4.2 Tekstura in volumen

Pomembne teksturne lastnosti biskvita so čvrstost, kohezivnost, elastičnost in gumijavost. Odvisne so od surovin, načina in časa priprave, predvsem mešanja testa, temperature in toplotne obdelave (Baik in sod., 2000).

Pred peko je površina mase biskvita nagubana, nepravilna, ampak po nekaj minutah segrevanja, se zaradi povečanja volumna, spremeni v precej gladko površino (Purlis, 2010).

Baeva in sod. (2000) poročajo, da na volumen biskvitov vpliva kombinacija vseh sestavin. Saharozna stabilizira penasto strukturo biskvitne mase, poleg tega pa tudi zavira zaklepitev škroba in denaturacijo jajčnih beljakovin med peko, tako da se lahko zračni mehurčki dovolj razširijo. Saharozna in škrob tako določita teksturno senzorične značilnosti biskvitov: velikost in enotnost por ter rahlost oz. krhkost.

2.5 SENZORIČNE LASTNOSTI BISKVITOV

Senzorična analiza je opisovanje in ocenjevanje lastnosti živila s človekovimi čuti: vidom, okusom, vohom, sluhom in tipom. Je znanstvena disciplina, ki prepozna in opisuje senzorične lastnosti, ki jih človek zazna s svojimi petimi čutili: oči, nos, ušesa, usta in koža. 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 najbolj pomembnimi (Golob in sod., 2006).

Senzorično analizo uporabljamo za kontrolo kakovosti osnovnih surovin in končnih produktov, pri razvoju novih izdelkov, za tržne raziskave, spremljanje kakovosti izdelkov med skladiščenjem itd. Senzorične teste delimo na analitične in afektivne (potrošniške) teste. Analitične razdelimo na diskriminacijske (razločevalne), deskriptivne (opisne) in na teste z lestvicami in razredi. Opisni testi so testi s točkovnimi sistemi, sistemi s strukturirano in z 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 z senzoričnimi analizami,
- izbrani preizkuševalci, ki so bili izbrani in šolani za ocenjevanje z določeno senzorično metodo,
- izvedenci in 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 strokovnih področjih.

Na senzorične lastnosti biskvita lahko vplivajo dejavniki, kot so surovine, priprava testa, toplotna obdelava in razni dodatki, aditivi (Bayon in sod., 2007).

Pri biskvitih analiziramo barvo površine oz. skorje, barvo sredice, sladkost, okus, vonj, žvečljivost, teksturo in podamo skupno oceno. Nezaželene lastnosti biskvita so nepravilna oblika, majhen volumen, nepravilna intenziteta barve na površini ali v sredici biskvita in mnoge druge (Gaena in sod., 2007; Ilyas in sod., 2007).

3 MATERIALI IN METODA DELA

3.1 MATERIALI

3.1.1 Priprava vzorcev

Sestavine:

- pšenična moka tip 500 (dobra posebna bela moka, Žito),
- brezglutenska moka (Schar, mix C: koruzni škrob, koruzna moka, gostilo: gumi iz zrn rožičevca),
- gustin (Dr. Oetker),
- sladkor beli kristalni (Aragold),
- fruktoza (Herba medica),
- rjavi sladkor (Bilington's nerafinirani trsni rjavi kristalni sladkor).

Osnovna receptura za izdelavo biskvitov:

- s pšenično moko: rumenjake (3) in sladkor (90 g) mešamo, da postane masa penasta (80 sekund pri največji hitrosti) in sočasno prilivamo 30 ml vroče vode. Beljake (3) stepemo v trd sneg (90 sekund, največja hitrost), katerega skupaj z moko (90 g presejane moke) počasi vmešamo v rumenjarkovo kremo (najmanjša hitrost, 15 sekund) Prenesemo v pekač (obložen s peki papirjem) in pečemo 180 °C 30 minut.
- z brezglutensko moko: postopek je isti kot pri pšenični moki, pšenično moko zamenjamo z 90 g brezglutenske moke;
- z gustinom: postopek je isti kot pri pšenični moki, namesto 90 g moke dodamo mešanico 60 g pšenične moke in 30 g gustina.

Preglednica 3: Osnovna receptura za kontrolni biskvit

sestavina	količina (g)	količina (%) glede na moko*
moka	90	100
sladkor (saharoza)	90	100
jajca (3)	~55	~61,1
voda	30	33,3

*moka predstavlja 100 %, vse sestavine so podane v odstotkih glede na moko

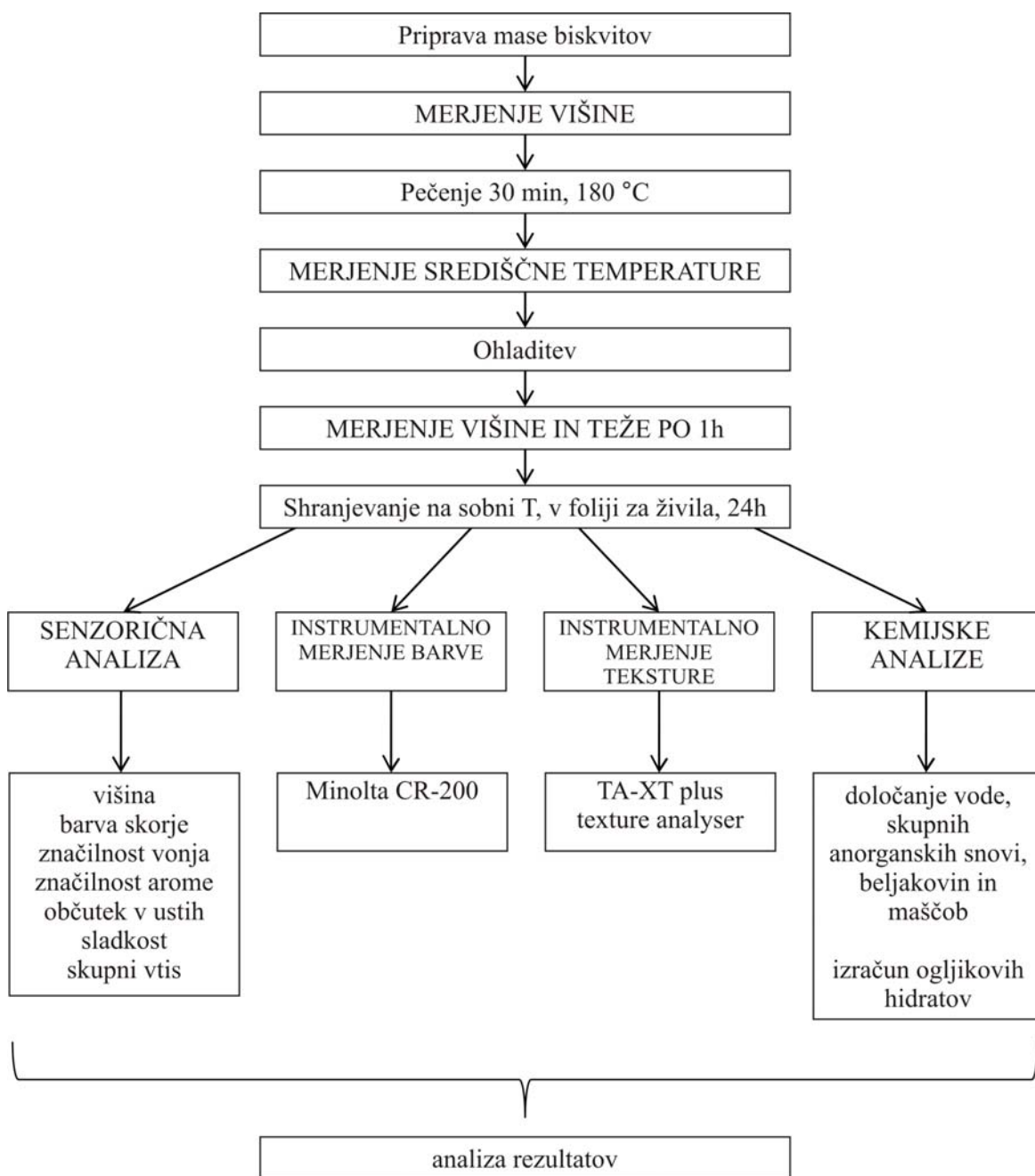
Spekli smo 27 biskvitov v dveh ponovitvah. Z vsako moko smo spekli devet biskvitov, od tega tri z različnimi dodatki saharoze, tri z različnimi dodatki rjavega sladkorja in tri z različnimi dodatki fruktoze. V preglednici 4 so predstavljeni vsi vzorci biskvitov (količine različnih sladkorjev in različnih mok).

Preglednica 4: Količine različnih sladkorjev (g) in različnih mok ter oznake biskvitov v poskusu

Sladkor	Vrsta moka			Oznaka vzorca
	pšenična moka 90 g	koruzni škrob 30 g + pšenična moka 60 g	brezglutenska moka 90 g	
saharoza	90	90	90	PS100, MS100, BS100
	70	70	70	PS78, MS78, BS78
	50	50	50	PS56, MS56, BS56
rjavi sladkor	90	90	90	PR100, MR100, BR100
	70	70	70	PR78, MR78, BR78
	50	50	50	PR56, MR56, BR56
fruktoza	90	90	90	PF100, MF100, BF100
	70	70	70	PF78, MF78, BF78
	50	50	50	PF56, MF56, BF56

Preglednica 5: Količina sladkorjev (g) preračunana v odstotke glede na moko oz. standardni dodatek sladkorja

Sestavina	Količina (g)	%
moka	90	100
sladkor	90	100
sladkor	70	78
sladkor	50	56



Slika 1: Načrt poskusa

3.2 METODE DELA

3.2.1 Senzorična analiza biskvitov

Senzorično analizo je opravil petčlanski panel v senzoričnem laboratoriju, na Katedri za tehnologijo mesa in vrednotenja živil na Biotehniški fakulteti. Za vrednotenje vzorcev (Ronda in sod., 2005) so preizkuševalci uporabili lestvico 1 do 7 točk in jih primerjali s kontrolo – biskvitom, pripravljenim iz pšenične moke in največjo količino kuhinjskega sladkorja (saharoze). Sedem točk pomeni ekstremno intenzivnost ali zadovoljstvo, ena točka pa ekstremno majhno intenzivnost ali nezadovoljstvo. Kontrolni biskvit smo uporabili kot referenco in je bil uvrščen v sredino skale pri vseh lastnostih. Pridobljene podatke je torej potrebno upoštevati v relativnem pomenu, vedno v primerjavi s kontrolnim vzorcem. Za vrednotenje zunanjega izgleda smo preskuševalcem pokazali cele biskvite. Ta lastnost se ocenjuje z dvema parametroma, z višino in barvo površine biskvitov. Vrednotenje značilnosti vonja, arome in teksture so opravili na 2-cm rezini s skorjo. Ocenjevali so na 0,5 točke natančno. Senzorično ocenjevanje je potekalo na šifriranih vzorcih, ohlajenih na sobno temperaturo po 24 urah.

Panel je ocenjeval naslednje lastnosti:

- višina (1 – 4 – 7 točk), 1 točka pomeni manjši biskvit, 7 točk pomeni višji biskvit kot kontrolni vzorec (4 točke),
- barva skorje (1 – 4 – 7 točk), 1 točka pomeni svetlejši biskvit, 7 točk pomeni temnejši biskvit kot kontrolni vzorec (4 točke),
- značilnost vonja (1 – 4 – 7 točk), 1 točka pomeni slabši vonj, 7 točk pomeni boljši vonj kot pri kontrolnem vzorcu (4 točke),
- značilnost arome (1 – 4 – 7 točk), 1 točka pomeni slabšo aromo, 7 točk pomeni boljšo aromo kot pri kontrolnem vzorcu (4 točke),
- sladkost (1 – 4 – 7 točk), 1 točka pomeni premalo sladek biskvit, 7 točk pomeni preveč sladek biskvit glede na kontrolni vzorec (4 točke),
- občutek v ustih (1 – 4 – 7 točk) 1 točka pomeni drobljiv biskvit, 7 točk pomeni gumijav biskvit glede na kontrolni vzorec (4 točke),
- skupni vtis (1 – 4 – 7 točk), 1 točka pomeni slabši biskvit, 7 točk pomeni boljši biskvit kot kontrolni vzorec (4 točke).

3.2.2 Merjenje barve površine in sredice

Barvo na površini biskvita in na prerezu smo merili s kromometrom Minolta CR-200 v CIE $L^* a^* b^*$ sistemu, ki poda barvo v treh kordinatah L^*, a^*, b^* . L^* predstavlja svetlost, večja kot je vrednost, svetlejšje je živilo. Parameter a^* označuje v pozitivnem območju intenzivnost rdeče barve, v negativnem pa zelene, medtem ko, b^* označuje v pozitivnem območju intenzivnost rumene barve, v negativnem pa modre. Minolta kromometer razdeli barvo vzorca na tri dele in jo prikaže kot točko v tridimenzionalnem prostoru (Lazaridou in sod., 2004). Na površini in na prerezu biskvita smo si izbrali devet točk in na vsaki točki opravili pet meritev.

3.2.3 Merjenje teksturnih lastnosti biskvitov

Analiza teksture (Megahey in sod., 2005) je bila opravljena zato, da smo dobili objektivne in primerljive informacije o mehanskih lastnostih biskvitov pod standardiziranimi pogoji. Standardiziran test za merjenje teksture kruha (imenovan tudi SR test ali test deformacije) smo izvedli na vzorcih biskvita, velikosti 40×40×20 mm (Ronda in sod., 2005), po ohlادitvi na sobno temperaturo (20 °C, 24h). Med testom je bil vzorec izpostavljen tlačni sili, zabeležena pa je bila krivulja sila-razdalja. Uporabili smo instrument TAXT plus texture analyser s 5-kilogramsko merilno celico. Vzorce biskvitov smo s konstantno hitrostjo vertikalno stisnili do 60 % prvotne višine. To višino smo vzdrževali 30 s, nato umaknili cilindrski nastavek premera 36 mm, pogoji testa pa so bili naslednji:

- testna hitrost 1,0 mm s⁻¹;
- deformacija vzorca 25 %;
- čas 30 s;

Pridobili smo naslednje parametre: čvrstost (N) – sila potrebna za stiskanje vzorca do vnaprej določene razdalje in prožnost (%) – odstotek, do katerega se deformiran biskvit povrne v prvotno stanje, potemko je nehala delovati sila, ki je povzročila deformacijo. Analiza teksture je bila opravljena v šestih paralelkah.

3.2.4 Kemijske analize

Kemijske analize smo opravili v času od novembra 2010 do marca 2011 na Katedri za tehnologijo mesa in vrednotenja živil na Biotehniški fakulteti. Vzorce biskvitov smo 24 ur po pečenju zmelili in zamrznili. Pred vsako analizo smo vzorce odmrznili, določili smo vsebnost vode, pepela, beljakovin in maščob.

3.2.4.1 Določanje vode s sušenjem

Princip: Sušenje homogeniziranega vzorca, zmešanega s kremenčevim peskom pri 105 °C do konstantne mase.

Pribor:

- tehtič iz stekla ali aluminija,
- steklena palčka,
- s solno kislino opran in prežarjen kremenčev pesek.

Postopek:

Tehtič s stekleno palčko sušimo pri 105 °C najmanj eno uro, ohladimo v eksikatorju in stehtamo (± 0,001 g). Nato v tehtič hitro zatehtamo 15 g predhodno sušenega peska in 5g (± 0,001 g) homogeniziranega vzorca. Vzorec s pomočjo steklene palčke premešamo s peskom, razširimo po dnu tehtiča in sušimo v sušilniku do konstantne mase (približno 4-5 ur).

Račun:

$$\text{vsebnost vode (\%)} = \frac{a}{z} \times 100 \quad \dots(1)$$

a = izguba mase vzorca po sušenju = količina izparjene vode (g)

z = masa vzorca (g)

3.2.4.2 Določanje skupnih anorganskih snovi

Princip: Suhi sežig vzorca pri temperaturi 550 °C (Plestenjak in Golob, 2000).

Izvedba:

V predhodno prežarjen, ohlajen in stehtan žarilni lonček odtehtamo ca. 3 g (\pm 0,1 mg) homogeniziranega vzorca. Najprej previdno žarimo nad gorilnikom ali na električni plošči, nato v žarilni peči 4-5 ur, pri 550 °C dokler ni pepel svetlo siv. Ohladimo v eskikatorju in hitro stehtamo.

Račun:

$$\text{vsebnost skupnih anorganskih snovi (\%)} = \frac{a}{b} \times 100 \quad \dots(2)$$

a = teža pepela (g)

b = odtehta vzorca (g)

3.2.4.3 Določanje beljakovin z metodo po Kjeldahlu

Princip:

Metoda temelji na določanju beljakovin posredno preko dušika (ob upoštevanju, da je ves dušik, prisoten v živilu, beljakovinski). Za preračunavanje dušika v beljakovine uporabljamo ustrezne faktorje (Plestenjak in Golob, 2000).

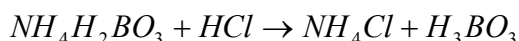
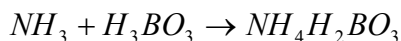
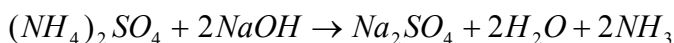
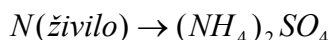
$$\text{vsebnost beljakovin (\%)} = \% N \times F \quad \dots(3)$$

F – empirični faktor za preračunavanje dušika v beljakovine (6,25)

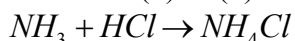
Vzorec razklopimo z mokrim sežigom s pomočjo mešanice kislin ($\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_3\text{PO}_4$), vodikovega peroksida, katalizatorja in visoke temperature. Z destilacijo z vodno paro ob dodatku močne baze sprostimo NH_3 , ki ga lovimo:

- v prebitek borne kisline in nato titriramo amonijev borat s standardno klorovodikovo kislino ali
- v določeno količino kisline znane koncentracije; prebitek kisline titriramo z bazo znane koncentracije.

Kemizem:



Če enačbi (3) in (4) združimo:



iz te enačbe sledi:

$$1 \text{ mol HCl} = 1 \text{ mol N} = 14 \text{ g N}$$

$$1 \text{ ml } 0,1 \text{ M HCl} = 0,0014 \text{ g N}$$

Pribor:

- analitska tehtnica,
- blok za razklop vzorca (Bushii),
- enota za odvod zdravju škodljivih snovi (Scruberr Bushii),
- destilacijska enota (distillation unit Bushii),
- titracijska enota (Titrino Bushii),
- sežigalne epruvete,
- papirnate tehtirne ladijce.

Reagenti:

- koncentrirana H_2SO_4 ,
- katalizator KJELTABAS Cu/3,5 (3,5g K_2SO_4 + 0,4g $CuSO_4 \times 5H_2O$),
- nasičena raztopina H_3BO_3 (ca 3 %),
- 30 % raztopina NaOH,
- ca 15 % raztopina NaOH,
- indikator bromtimolmodro,
- 0,1 M HCl.

Delo razdelimo na tri faze.

- a) mokri sežig pripravljene homogeniziranega vzorca,
- b) destilacija,
- c) titracija.

- a) V sežigalno epruveto odtehtamo ca 1-1,3 g vzorca. Če imamo moker vzorec, ga natehtamo na papirnato tehtirno ladijco in damo vse skupaj v epruveto. V epruveto damo 2 tableti bakrovega katalizatorja in 20 ml koncentrirane H_2SO_4 . Epruvete postavimo v stojalo in jih pokrijemo s steklenimi zvonci. Vse skupaj postavimo v ogreto enoto za razklop (Digestion unit), kjer je temperatura 370 °C. Z vodno črpalko odvajamo zdravju škodljive hlapne snovi prek enote imenovane Scrubber, kjer se del hlapov utekočini, preostanek pa nevtralizira v ca 15 % raztopini NaOH in končno vodi prek aktivnega oglja. Sežig je končan po eni uri.

- b) Vzorec ohladimo v epruveti na sobno temperaturo. Epruveto postavimo v destilacijsko enoto (Destillation unit), kjer poteče doziranje 50 ml destilirane vode in 70 ml baze (NaOH) v vzorec. V destilacijsko predložko se dozira 60 ml borne kisline (H_3BO_3). Nato se začne uvajati para v vzorec. Destilacija traja 4 minute.
- c) Raztopino nastalega amonborata v predložki titrimo z 0,1 M HCl do vrednosti 4,65. Titracija poteče avtomatsko po vnosu zatehte vzorca (mg) v titracijsko enoto (Titrino). V končni točki titracije se zabeleži poraba kisline, iz katere se izračuna % dušika beljakovin v vzorcu (uporabi se splošni empirični faktor za preračunavanje dušika v beljakovine, ki je 6,25). Kadar analiziramo živila, katerega empirični faktor je različen od 6,25, je potrebno % beljakovin ročno izračunavati iz % N z uporabo ustreznega faktorja za to živila.

Račun:

$$\text{vsebnost beljakovin (\%)} = \frac{\text{ml } 0,1M \text{ HCl} \times 1,4 \times f}{\text{mg (zatehta)}} \times 100 \times 6,25 \quad \dots(4)$$

f = točna molarnost HCl/0,1M HCl

vsebnost beljakovin (%) = % N × F

ml HCl = poraba ml 0,1 M HCl

1,4 = ekvivalent (1ml 0,1 M HCl.....1,4mg N)

6,25 = F, splošni empirični faktor za preračunavanje dušika v beljakovine

f = faktor molarnosti HCl

3.2.4.4 Določanje vsebnosti maščobe

Princip: Razklop (hidroliza) vzorca z vrelo kislino (HCl) in filtriranje v aparatu SoxCap™2050 Automatic System, sušenje hidroliziranega ostanka vzorca, ekstrakcija v enotah za ekstrakcijo (Soxtech), sušenje ekstrahirane snovi, tehtanje in izračun.

Pribor:

- lončki za razklop,
- ekstrakcijski lončki,
- vrelne kroglice,
- filtri,
- celulozne kapice,
- vata,
- magnetki,
- stojala,
- sušilnik,
- eksikator,
- tehtnica.

Reagenti:

- 4M HCl,
- petroleter.

Izvedba:

V steklen tulec, ki ima na dnu filter, odtehtamo približno 2g ($\pm 0,1\text{mg}$) vzorca nato vstavimo tulce v enoto za hidrolizo SoxCapTM2050, ter dodamo predhodno pripravljeno 4 M HCl do oznake. Nato segrevamo 15 minut, oz. dokler ne zavre, ter pustimo vreti 1 uro. Zraven spremljamo pretok vode in hlajenje. Nato ugasnemo in 10-krat speremo z vodo. Vzorce odstranimo in jih čez noč sušimo v sušilniku na 60 °C.

Ekstrakcijske lončke z vrelnimi kroglicami sušimo 2 uri na 105 °C, jih ohladimo v eksikatorju in stehtamo. V tulce za razklop, ki so se sušili čez noč, namestimo še vato in celulozne kapice. V Stehtane ekstrakcijske lončke dodamo po 80 ml petroletra in jih s tulci vstavimo v aparaturo za ekstrakcijo (Soxtec) ter jo aktiviramo. Po končani ekstrakciji (1 h 45 min) prenesemo lončke v sušilnik in sušimo 2 uri pri 105 °C. Lonček nato ohladimo v eksikatorju in jih stehtamo.

Račun:

$$\text{vsebnost mascob (\%)} = \frac{b-c}{a} \times 100 \quad \dots(5)$$

a = zatehta vzorca (g),

c = teža lončka pred ekstrakcijo (g),

b = teža lončka in ostanka vzorca po ekstrakciji (g).

3.2.4.5 Izračun ogljikovih hidratov

Količino ogljikovih hidratov lahko izračunamo iz predhodno opravljenih analiz in zanih vsebnosti vode oz. suhe snovi, pepela, maščob in beljakovin (Plestenjak in Golob, 2000).

$$\text{vsebnost suhe snovi (\%)} = 100 \% - \text{vsebnost vode (\%)} \quad \dots(6)$$

$$\text{vsebnost ogljikovih hidratov (\%)} = \text{vsebnost suhe snovi} - (\text{vsebnost pepela} + \text{vsebnost maščob} + \text{vsebnost beljakovin}) \quad \dots(7)$$

3.2.4.6 Izračun energijske vrednosti v kJ

(Plestenjak in Golob, 2000)

$$\text{energijska vrednost beljakovin} = \text{vsebnost beljakovin (g/100 g)} \times 17 \quad \dots(8)$$

$$\text{energijska vrednost maščob} = \text{vsebnost maščob (g/100 g)} \times 37 \quad \dots(9)$$

$$\text{energijska vrednost ogljikovih hidratov} = \text{vsebnost ogljikovih hidratov (g/100 g)} \times 17 \quad \dots(10)$$

3.2.5 Statistična analiza

V poskusu zbrane podatke smo pripravili in uredili s programom EXCEL XP. Osnovne statistične parametre smo izračunali s postopkom MEANS, s postopkom UNIVARIATE pa smo podatke testirali na normalnost porazdelitve (SAS Software, 1990). Rezultati poskusa so bili analizirani po metodi najmanjših kvadratov s postopkom GLM, povezave med parametri pa z multivariantnima metodama – PCA (*Principal component analyses*) (SAS Software, 1990) in LDA (*Linear Descriptive Analysis*) (SPSS).

Za analizo vpliva izbrane moke ter vrste in količine dodatka sladkorja na fizikalno kemijske parametre, senzorične lastnosti in instrumentalno merjene parametre barve in teksture biskvitov smo uporabili statistična modela, v katerega smo vključili fiksen vpliv moke (M: pšenična moka, koruzni škrob in brezglutenska moka, model 1: $y_{ij} = \mu + M_i + e_{ij}$) in vpliv vrste in količine dodatka sladkorja (D: S56, S78, S100, R56, R78, R100, F56, F78 in F100; S – saharoza, R – rjavi sladkor, F – fruktoza; 56 – 56 %, 78 – 78 % in 100 – 100 %, model 2: $y_{ij} = \mu + D_i + e_{ij}$). Vpliv proizvodne ponovitve (2 šarži) in interakcija vrste moke \times vrsta in dodatek sladkorja sta bila iz modela izključena, ker na obravnavane parametre nista vplivala značilno. Pričakovane povprečne vrednosti za eksperimentalne skupine so bile izračunane z uporabo Duncanovega testa in primerjane pri 5 % tveganju.

Metoda PCA je zelo primerna za vizualizacijo kompleksnih podatkovnih matrik. Z njo skrčimo informacije na nekaj osi v večdimenzionalnem prostoru. Ponavadi že tri do pet osi predstavlja zadostno vrednost variance, da lahko predstavimo najpomembnejše podatkovne strukture (Adams, 1998). Metoda glavnih osi je transformacija koordinatnega sistema na osnovi statističnih količin, pri tem tvorimo nove osi iz linearne kombinacije starih (izhodnih) podatkov. Osnovno izhodišče PCA je predpostavka, da so stare koordinate seboj odvisne, torej obstajajo med njimi določene korelacije. Namen PCA je poiskati tiste koordinate, ki so v danem merskem prostoru najbolj značilne (nosijo največji odstotek vseh informacij) (Adams, 1998).

Linearna diskriminantna analiza (LDA) pa se uporablja za ločevanje med dvema ali več skupinami podatkov. Glavni princip delovanja je najti tiste smeri v večvariatnem prostoru, ki najbolje ločujejo posamezne skupine vzorcev. Ko določimo prvo novo smer, poiščemo naslednjo takšno smer z enakimi zahtevami oziroma lastnostmi, toda z omejitvijo, da informacije, vsebovane v obeh smereh, ne korelirajo. Postopek iskanja novih smeri se zaključuje, ko poiščemo zadostno število novih smeri, ki zadovoljivo opišejo sistem (Adams, 1998).

4 REZULTATI

V nadaljevanju so podane preglednice z rezultati fizikalno kemijske, senzorične analize, s pripadajočimi komentarji statistične obdelave.

4.1 REZULTATI FIZIKALNO KEMIJSKE ANALIZE

Od fizikalno-kemijskih lastnosti smo na biskvitih opravili merjenje višine biskvita (pred in 1 uro po peki), volumna (pred in po peki), teže, središčne temperature (takoj po peki), vsebnost vode, pepela, maščob in beljakovin. Izračunali smo vsebnost ogljikovih hidratov in suhe snovi ter energijske vrednosti za maščobe, beljakovine, ogljikove hidrate in skupno energijsko vrednost. Podali smo vsebnost maščob, beljakovin in ogljikovih hidratov glede na suho snov. Rezultati in izračuni z izračunanimi statističnimi parametri so prikazani v preglednici 6. Najbolj variabilni so parametri povezani z višino in volumnom biskvitov (KV od 17 % do 19%) in pa vsebnosti maščob in beljakovin (KV od 14 % do 17 %), ki sta povezani s količino dodanih jajc.

Preglednica 6: Rezultati fizikalno kemijskih analiz biskvitov, izdelanih z različnimi vrstami in količinami dodanega sladkorja in tremi različnimi vrstami mok, z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri

Lastnost	n	Vrednost			so	KV (%)
		povprečna	najmanjša	največja		
višina pred peko (cm)	66	2,3	1,3	3,0	0,4	17
višina po peki (cm)	66	2,6	1,7	3,9	0,5	19
volumen pred peko (cm ³)	66	680	383	914	117	17
volumen po peki (cm ³)	65	755	493	1131	145	19
masa (g)	66	274	216	300	18	7
središčna temperatura (°C)	66	87,2	75,3	93,5	4,2	5
vsebnost vode (%)	132	39,55	34,40	47,76	3,0	7
vsebnost skupnih anorganskih snovi (%)	132	0,51	0,26	0,78	0,1	17
vsebnost maščob (%)	140	4,66	1,03	6,71	1,2	27
vsebnost beljakovin (%)	134	8,58	5,94	10,96	1,2	14
vsebnost ogljikovih hidratov (%)	131	46,72	36,55	55,44	3,9	8
EVmaščob (kJ)	140	172,55	38,00	248,38	46,0	27
EVbeljakovin (kJ)	134	145,83	101,05	186,35	20,7	14
EV ogljikovih hidratov (kJ)	131	794,24	621,41	942,51	66,6	8
EV (kJ)	131	1111,71	985,26	1212,59	49,2	4
suha snov (%)	132	60,45	52,24	65,60	3,0	5
maščobe v suhi snovi (%)	78	7,83	2,18	11,26	1,9	25
beljakovine v suhi snovi (%)	78	14,19	9,31	18,69	2,2	15
ogljikovi hidrati v suhi snovi (%)	66	77,21	70,13	87,78	3,6	5

n – število obravnavanj v poskusu, so – standardni odklon, KV (%) – koeficient variabilnosti.

Preglednica 7: Vpliv vrste moke ter vrste in dodatka sladkorja na fizikalne parametre biskvitov (Duncanov test, $\alpha = 0,05$)

Lastnost	Vrsta in dodatek sladkorja	Vrsta moke		
		pšenična (P)	pšenična + koruzni škrob (M)	brezglutenska (B)
višina mase pred peko (cm)	S 100	2,1 ±0,1aB	2,5 ±0,1aA	2,6 ±0,1A
	S 78	2,1 ±0,0aC	2,4 ±0,0abB	2,7 ±0,1A
	S 56	2,0 ±0,0abB	2,2 ±0,1abAB	2,7 ±0,3A
	R 100	1,9 ±0,3abB	2,2 ±0,0abAB	2,8 ±0,3A
	R 78	1,6 ±0,4bB	2,5 ±0,1aA	2,9 ±0,1A
	R 56	1,8 ±0,4abB	2,2 ±0,2bAB	2,6 ±0,1A
	F 100	2,1 ±0,3a	2,5 ±0,1a	2,7 ±0,1
	F 78	1,8 ±0,1abC	2,2 ±0,1abB	2,8 ±0,1A
	F 56	1,6 ±0,0bC	2,2 ±0,1abB	2,9 ±0,2A
višina biskvita po peki (cm)	S 100	2,7 ±0,2aB	3,0 ±0,5aAB	3,3 ±0,4abcA
	S 78	2,3 ±0,1ab	2,7 ±0,2ab	3,0 ±0,4bc
	S 56	2,2 ±0,1bB	2,5 ±0,0abcAB	3,0 ±0,4bcA
	R 100	2,7 ±0,3aB	2,8 ±0,1aB	3,9 ±0,1aA
	R 78	2,2 ±0,4bB	2,8 ±0,1aAB	3,6 ±0,4abA
	R 56	2,1 ±0,1bcB	2,3 ±0,1bcdB	3,2 ±0,4abcA
	F 100	2,1 ±0,0bcB	2,2 ±0,1cdB	2,9 ±0,0bcA
	F 78	2,0 ±0,1bcB	2,1 ±0,1cdB	3,0 ±0,1acA
	F 56	1,7 ±0,0cB	2,0 ±0,1dB	2,7 ±0,2cA
volumen pred peko (cm ³)	S 100	620 ±45aB	740 ±23aA	772 ±22A
	S 78	631 ±0aC	724 ±0abB	803 ±23A
	S 56	600 ±0abB	662 ±44abAB	820 ±90A
	R 100	569 ±88abB	662 ±0abAB	851 ±90A
	R 78	476 ±132bB	740 ±23aA	883 ±45A
	R 56	523 ±110abB	647 ±66bAB	788 ±45A
	F 100	631 ±88a	740 ±23a	803 ±23
	F 78	538 ±44abC	662 ±44abB	835 ±23A
	F 56	476 ±0bC	662 ±44abB	878 ±78A
volumen po peki (cm ³)	S 100	769 ±60ab	856 ±144a	870 ±0abc
	S 78	678 ±41bc	769 ±62ab	899 ±164abc
	S 56	624 ±21cB	725 ±0abcAB	870 ±123abcA
	R 100	788 ±89aB	812 ±41aB	1117 ±21aA
	R 78	624 ±103cB	798 ±21aAB	1030 ±103abA
	R 56	595 ±21cdB	653 ±21bcdB	928 ±12abc3A
	F 100	609 ±0cdB	624 ±21cdB	841 ±0bcA
	F 78	580 ±41cdB	609 ±41cdB	870 ±41abcA
	F 56	493 ±0dB	580 ±41dB	769 ±62cA

Se nadaljuje.

Nadaljevanje preglednice 7: Vpliv vrste moke ter vrste in dodatka sladkorja na fizikalne parametre biskvitov (Duncanov test, $\alpha = 0,05$)

Lastnost	Vrsta in dodatek sladkorja	Vrsta moke		
		pšenična	pšenična + koruzni škrob	brezglutenska
masa (g)	S 100	287 ±5ab	291 ±7a	285 ±13ab
	S 78	277 ±4ab	279 ±5b	273 ±8abc
	S 56	258 ±4c	252 ±8c	248 ±11e
	R 100	294 ±1aA	291 ±1aB	293 ±1abAB
	R 78	255 ±13c	276 ±1b	273 ±1abc
	R 56	270 ±13bc	245 ±1c	256 ±9cde
	F 100	285 ±13ab	300 ±1a	287 ±3a
	F 78	271 ±1bc	269 ±8b	270 ±13bcd
	F 56	256 ±24d	252 ±3c	251 ±1de
središčna	S 100	87,7 ±4,4	85,6 ±7,1	89,5 ±3,4
temperatura (°C)	S 78	83,4 ±4,8	86,5 ±4,5	88,0 ±1,8
	S 56	81,4 ±8,0	87,9 ±4,2	85,9 ±7,5
	R 100	88,7 ±1,3	84,4 ±12,9	89,2 ±5,4
	R 78	87,1 ±2,0	88,4 ±6,2	86,3 ±8,1
	R 56	85,7 ±5,5	87,7 ±5,2	87,3 ±5,1
	F 100	87,6 ±0,0	90,7 ±2,0	87,8 ±3,1
	F 78	87,0 ±5,3	89,7 ±0,4	87,4 ±0,8
	F 56	85,1 ±2,8	88,8 ±0,7	88,8 ±0,0

srednje vrednosti z različno črko (a,b,c,d,e,f,g,h,i) znotraj stolpca se statistično značilno razlikujejo ($p < 0,05$; značilnost razlik med dodatki sladkorja); srednje vrednosti z različno črko (A,B,C) znotraj vrstice se statistično značilno razlikujejo ($p < 0,05$; značilnost razlik med vrstami mok).

V preglednici 7 so prikazani vplivi vrste moke ter vrste in dodatka sladkorja na fizikalne parametre biskvitov.

Opravljenе meritve so pokazale, da je višina mase iz brezglutenske moke pred peko najvišja (2,6-2,9 cm), masa iz pšenične moke pa najnižja (1,6-2,1 cm). Vrsta uporabljenega sladkorja pri masah iz brezglutenske moke nima značilnega vpliva, pri pšenični moki in mešanici pšenične moke in koruznega škroba pa je ta vpliv značilen. Višina mase iz pšenične moke in mešanice pri standardnem dodatku (100 %) kateregakoli sladkorja (PS: 2,1 cm; PR: 1,9 cm; PF: 2,1 cm; MS: 2,5 cm; MR: 2,2 cm; MF: 2,5 cm) je praviloma višja kot višina mase pri najmanjšem dodatku sladkorja (56 %) (PS: 2 cm; PR: 1,8 cm; PF: 1,6 cm; MS: 2,2 cm; MR: 2,2 cm; MF: 2,2 cm).

Na višino biskvita po peki značilno vpliva vrsta moke, biskviti iz brezglutenske moke so značilno višji (2,7-3,9 cm) kot biskviti iz pšenične moke, ki so najnižji (1,7-2,7 cm). Opazili smo tudi veliko razliko v višini biskvitov izdelanih s saharozo in fruktozo (100 %, P: 2,7 cm vs. 2,1 cm, M: 3 cm vs. 2,2 cm, B: 3,3 cm vs. 2,9 cm). Dodatek rjavega sladkorja značilno zviša višino pri biskvitih iz brezglutenske moke (S100: 3,3 cm; R100: 3,9 cm).

Pri vseh treh mokah se vidi vpliv količine dodanega sladkorja, pri največjem dodatku sladkorja (100 %, PS: 2,7 cm; MS: 3 cm; BS: 3,3 cm) so biskviti najvišji, pri najmanjšem dodatku (56 %; PS: 2,2 cm; MS: 2,5 cm; BS: 3 cm) pa najmanjši, razlike so večinoma neznačilne.

Na maso biskvitov vrsta moke in sladkorja nimata vpliva, vpliva pa dodatek sladkorja in sicer, pri večjem dodatku je masa biskvita po peki večja, pri manjšem dodatku pa je masa značilno manjša (preglednica 7). Na središčno temperaturo vpliv vrste moke ter vrsta in dodatek sladkorja po pričakovanju nimata statistično značilnega vpliva (preglednica 7). Tudi na volumen pred in po peki značilno vpliva vrsta moke. Biskviti iz brezglutenske moke imajo praviloma večji volumen, kot biskviti iz pšenične moke, ki so najmanjši. Na volumen po peki vpliva tudi vrsta sladkorja, biskviti z dodatkom saharoze so višji kot biskviti z dodatkom fruktoze (100 %; PS: 769 cm³, PF: 609 cm³). Pri biskvitih iz brezglutenske moke, dodatek rjavega sladkorja značilno poveča volumen (BS: 870 cm³; BR: 1117 cm³).

V preglednici 8 so prikazani vplivi moke ter vrste in dodatka sladkorja na kemijske parametre biskvitov (vsebnost vode, skupnih anorganskih snovi, beljakovin, maščob, ogljikovih hidratov, njihove vsebnosti v suhi snovi in energijske vrednosti).

V biskvitih iz brezglutenske moke, pri najmanjšem dodatku saharoze in dodatkom rjavega sladkorja (56 % in 78 %) je vsebnost vode večja kot v biskvitih iz pšenične moke. Vrsta sladkorja nima značilnega vpliva na vsebnost vode. Pri standardnem dodatku saharoze in fruktoze ter najmanjšemu dodatku fruktoze (56 %) pa vsebujejo največ vode, biskviti iz mešanice pšenične moke in koruznega škroba. Dodatek sladkorja značilno vpliva na vsebnost vode. Pri najmanjših dodatkih sladkorja, je vsebnost vode največja (npr.: S56: 42,37 %), pri standardnem dodatku sladkorja pa je vsebnost vode najmanjša (npr.: S100: 37,30 %).

Na vsebnost skupnih anorganskih snovi pri biskvitih iz pšenične moke pri standardnih dodatkih saharoze in fruktoze ter pri 78 % dodatku saharoze vrsta moke vpliva značilno. Vsebnost skupnih anorganskih snovi je biskvitu iz brezglutenske moke značilno manjša kot pri biskvitih iz pšenične moke. Vrsta in dodatek sladkorja nimata značilnega vpliva na biskvite iz mešanice pšenične moke in koruznega škroba.

Preglednica 8: Vpliv vrste moke ter vrste in dodatka sladkorja na kemijske parametre biskvitov (Duncanov test, $\alpha = 0,05$)

Lastnost	Vrsta in dodatek sladkorja	Vrsta moke		
		pšenična (P)	pšenična + koruzni škrob (M)	brezglutenska (B)
voda (%)	S 100	37,30 ±1,2cdAB	38,27 ±0,6bcA	36,36 ±1,1bB
	S 78	38,84 ±2,3c	40,37 ±0,2bc	41,64 ±3,6a
	S 56	42,37 ±0,5aAB	41,20 ±1,0abB	42,80 ±1,2aA
	R 100	36,70 ±1,1d	37,34 ±1,8c	37,94 ±0,4b
	R 78	36,40 ±0,7dB	40,00 ±2,3bcA	42,13 ±0,4aA
	R 56	42,30 ±0,9aAB	40,97 ±1,3abcB	43,14 ±0,9aA
	F 100	37,54 ±0,9cdB	42,10 ±3,3abA	36,17 ±1,5bB
	F 78	38,69 ±1,0c	41,93 ±4,0ab	42,49 ±5,4a
	F 56	40,64 ±1,0bB	44,45 ±3,5aA	41,39 ±0,5aAB
skupne anorganske snovi (%)	S 100	0,50 ±0,1bA	0,55 ±0,1A	0,37 ±0,1cB
	S 78	0,57 ±0,0abA	0,47 ±0,1AB	0,41 ±0,1bcB
	S 56	0,61 ±0,1ab	0,51 ±0,1	0,51 ±0,1ab
	R 100	0,52 ±0,1ab	0,45 ±0,1	0,51 ±0,1ab
	R 78	0,50 ±0,1b	0,52 ±0,1	0,50 ±0,0ab
	R 56	0,62 ±0,0a	0,52 ±0,1	0,57 ±0,0a
	F 100	0,52 ±0,1abA	0,50 ±0,0AB	0,43 ±0,0bcB
	F 78	0,59 ±0,1ab	0,50 ±0,0	0,54 ±0,1a
	F 56	0,54 ±0,1ab	0,54 ±0,1	0,52 ±0,1ab
maščobe (%)	S 100	4,40 ±1,1	3,50 ±1,4b	3,43 ±2,2b
	S 78	5,09 ±0,5	5,60 ±0,6a	3,81 ±1,8b
	S 56	4,91 ±0,4AB	5,51 ±0,4aA	3,72 ±1,2bB
	R 100	3,71 ±1,3	4,94 ±0,3a	4,79 ±0,3ab
	R 78	3,98 ±1,7	4,96 ±0,1a	4,79 ±0,2ab
	R 56	4,98 ±1,7	5,49 ±1,0a	5,48 ±0,2ab
	F 100	5,42 ±0,1	4,92 ±0,2a	3,79 ±1,9b
	F 78	4,83 ±0,7	5,59 ±0,8a	3,72 ±1,5b
	F 56	5,09 ±0,5B	6,09 ±0,6aA	6,16 ±0,4aA
beljakovine (%)	S 100	8,95 ±0,3dA	8,02 ±0,2cB	6,38 ±0,1cC
	S 78	9,99 ±0,0bA	9,12 ±0,5abB	7,17 ±0,2abC
	S 56	10,70 ±0,2aA	8,85 ±0,2bB	7,28 ±0,4abC
	R 100	8,86 ±0,1dA	7,88 ±0,1cB	6,37 ±0,2cC
	R 78	9,50 ±0,3cA	8,73 ±0,7bB	6,95 ±0,2bC
	R 56	10,50 ±0,3aA	9,45 ±0,2aB	7,55 ±0,2aC
	F 100	9,00 ±0,1dA	7,95 ±0,2cB	6,46 ±0,5cC
	F 78	9,88 ±0,2bA	8,81 ±0,3bB	7,03 ±0,5bC
	F 56	10,57 ±0,4aA	9,64 ±0,1aB	7,56 ±0,3abC

Se nadaljuje.

Nadaljevanje preglednice 8: Vpliv vrste moke ter vrste in dodatka sladkorja na kemijske parametre biskvitov (Duncanov test, $\alpha = 0,05$)

Lastnost	Vrsta in dodatek sladkorja	Vrsta moke		
		pšenična	pšenična + koruzni škrob	Brezglutenska
ogljikovi hidrati (%)	S 100	48,93 ±2,1aB	49,66 ±1,7aB	53,83 ±1,6aA
	S 78	45,51 ±2,3bc	44,44 ±0,9b	47,63 ±5,7bc
	S 56	41,41 ±0,6dC	43,93 ±1,5bB	46,02 ±0,7bcA
	R 100	50,21 ±2,4a	49,88 ±2,0a	50,39 ±0,3a
	R 78	49,62 ±2,8aA	45,80 ±1,6bB	45,63 ±0,7cB
	R 56	41,60 ±2,1d	43,58 ±1,8b	43,27 ±1,2c
	F 100	47,52 ±0,7abB	44,53 ±3,2bB	53,15 ±0,5abA
	F 78	46,01 ±0,6b	43,18 ±2,9b	46,22 ±6,3bc
	F 56	43,16 ±0,4cdA	39,28 ±2,8cB	44,60 ±0,5cA
EV maščob (kJ)	S 100	163 ±42	129 ±52b	127 ±81b
	S 78	188 ±20	207 ±22a	141 ±68b
	S 56	182 ±17AB	204 ±13aA	137 ±46bB
	R 100	137 ±49	183 ±11a	177 ±11ab
	R 78	147 ±65	183 ±3a	177 ±7ab
	R 56	184 ±62	203 ±38a	203 ±8ab
	F 100	201 ±4	182 ±6a	140 ±69b
	F 78	179 ±27AB	207 ±30aA	137 ±55bB
	F 56	188 ±17B	225 ±22aA	228 ±15aA
EV beljakovin (kJ)	S 100	152 ±4dA	136 ±4cB	108 ±2cC
	S 78	170 ±1bA	155 ±9abB	122 ±3abC
	S 56	182 ±3aA	151 ±3bB	124 ±6abC
	R 100	151 ±1dA	134 ±2cB	108 ±4cC
	R 78	162 ±5cA	148 ±12bB	118 ±3bC
	R 56	178 ±5aA	161 ±4sB	128 ±3aC
	F 100	153 ±1dA	135 ±3cB	110 ±8cC
	F 78	168 ±4bA	150 ±6bB	120 ±9bC
	F 56	180 ±7aA	164 ±1cB	125 ±5abC
EV ogljikovih hidratov (kJ)	S 100	832 ±35aB	844 ±29aB	915 ±27aA
	S 78	774 ±38bc	755 ±16b	810 ±97bc
	S 56	704 ±10dC	747 ±26bB	782 ±12bcA
	R 100	854 ±41a	848 ±34a	857 ±4a
	R 78	844 ±48aA	779 ±27bB	776 ±13bcB
	R 56	707 ±36cd	741 ±30b	736 ±21c
	F 100	808 ±12abB	757 ±54bB	904 ±8abA
	F 78	782 ±11b	734 ±49b	786 ±107c
	F 56	734 ±7cdA	668 ±48cB	758 ±8cA

Se nadaljuje.

Nadaljevanje preglednice 8: Vpliv vrste moke ter vrste in dodatka sladkorja na kemijske parametre biskvitov (Duncanov test, $\alpha = 0,05$)

Lastnost	Vrsta in dodatek sladkorja	Vrsta moke		
		pšenična	pšenična + koruzni škrob	Brezglutenska
EV (kJ)	S 100	1144 ±23a	1110 ±30ab	1137 ±62a
	S 78	1132 ±41abA	1118 ±15abA	1048 ±23bcB
	S 56	1068 ±12dB	1101 ±12abA	1032 ±41cB
	R 100	1142 ±10a	1169 ±28a	1142 ±11a
	R 78	1153 ±22aA	1110 ±37abB	1071 ±4bcB
	R 56	1070 ±27cdAB	1105 ±21abA	1078 ±12bcB
	F 100	1161 ±16aA	1074 ±56bB	1154 ±63aAB
	F 78	1129 ±30ab	1090 ±83b	1043 ±65c
	F 56	1102 ±25bc	1057 ±69b	1111 ±18ab
suha snov (%)	S 100	62,7 ±1,2abAB	61,7 ±0,6abB	63,6 ±1,1aA
	S 78	61,2 ±2,3b	59,6 ±0,2ab	58,4 ±3,6b
	S 56	57,6 ±0,5dAB	58,8 ±1,0bcA	57,2 ±1,2bB
	R 100	63,3 ±1,1a	62,7 ±1,8a	62,1 ±0,4a
	R 78	63,6 ±0,7aA	60,0 ±2,3abB	57,9 ±0,4bB
	R 56	57,7 ±0,9dAB	59,0 ±1,3abcA	56,9 ±0,9bB
	F 100	62,5 ±0,9abA	57,9 ±3,3bcB	63,8 ±1,5aA
	F 78	61,3 ±1,0b	58,1 ±4,0bc	57,5 ±5,4b
	F 56	59,4 ±1,0cA	55,6 ±3,5cB	58,6 ±0,5bAB
maščobe v suhi snovi (%)	S 100	6,9 ±1,8	5,7 ±1,6c	5,8 ±3,0
	S 78	8,3 ±0,6	9,4 ±1,2ab	7,1 ±2,4
	S 56	8,5 ±0,9	9,4 ±0,9ab	6,7 ±1,1
	R 100	5,9 ±2,5	8,1 ±0,4b	7,7 ±0,5
	R 78	6,3 ±3,4	8,3 ±0,5b	8,3 ±0,4
	R 56	8,7 ±2,5	9,3 ±1,2ab	9,6 ±0,6
	F 100	8,7 ±0,0	8,5 ±0,5b	5,9 ±3,3
	F 78	7,9 ±1,2AB	9,6 ±0,8abA	6,7 ±3,8B
	F 56	8,6 ±0,5B	10,9 ±0,4aA	10,5 ±0,7A
beljakovine v suhi snovi (%)	S 100	14,3 ±0,5cA	13,0 ±0,5deB	10,0 ±0,1bC
	S 78	16,3 ±0,4bA	15,3 ±1,0bcA	12,3 ±1,1aB
	S 56	18,6 ±0,2aA	15,1 ±0,7bcB	12,7 ±1,0aC
	R 100	14,0 ±0,3cA	12,7 ±0,5eB	10,3 ±0,4bC
	R 78	14,9 ±0,8cA	14,5 ±0,7bcdA	12,0 ±0,4aB
	R 56	18,2 ±0,3aA	16,0 ±0,1abB	13,3 ±0,5aC
	F 100	14,4 ±0,1cA	13,8 ±0,7dceA	10,1 ±1,2bB
	F 78	16,1 ±0,7bA	15,2 ±0,6bcA	12,2 ±0,3aB
	F 56	17,8 ±0,4aA	17,4 ±1,3aA	12,5 ±0,8aB

Se nadaljuje.

Nadaljevanje preglednice 8: Vpliv vrste moke ter vrste in dodatka sladkorja na kemijske parametre biskvitov (Duncanov test, $\alpha = 0,05$)

Lastnost	Vrsta in dodatek sladkorja	Vrsta moke		
		pšenična	pšenična +koruzni škrob	brezglutenska
ogljikovi	S 100	78,0 ±2,1abB	80,4 ±2,3aAB	84,6 ±4,5aA
hidrati	S 78	74,4 ±0,2bc	74,5 ±2,2c	81,4 ±5,9ab
v suhi	S 56	71,8 ±0,7cB	74,7 ±1,6cB	80,5 ±1,2abA
snovi	R 100	79,3 ±3,0a	78,6 ±1,2ab	81,2 ±1,0ab
(%)	R 78	78,0 ±4,3ab	76,3 ±0,3bc	78,8 ±1,0ab
	R 56	72,1 ±2,2c	73,8 ±1,1cd	76,1 ±1,1b
	F 100	76,1 ±0,0abcB	76,9 ±1,3bcB	83,3 ±2,1abA
	F 78	75,1 ±0,5abc	74,4 ±0,2c	80,1 ±4,1ab

srednje vrednosti z različno črko (a,b,c,d,e,f,g,h,i) znotraj stolpca se statistično značilno razlikujejo ($p < 0,05$; značilnost razlik med dodatki sladkorja); srednje vrednosti z različno črko (A,B,C) znotraj vrstice se statistično značilno razlikujejo ($p < 0,05$; značilnost razlik med vrstami mok). EV- energijska vrednost

Vsebnost maščob in njihova energijska vrednost sta v biskvitih iz brezglutenske moke pri najmanjšem dodatku saharoze (56 %) značilno manjša kot pri biskvitih iz pšenične moke ter mešanice pšenične moke in koruznega škroba. Pri najmanjšem dodatku fruktoze (56 %) pa je ravno obratno, vsebnost maščob in energijska vrednost sta v biskvitih iz brezglutenske moke največja, v biskvitih iz pšenične moke pa najmanjša (neznačilno). Vpliv vrste moke na omenjena parametra pri 100 % in 78 % dodatku sladkorjev je drugače neznačilen. Vpliv vrste in dodatka sladkorja je pri biskvitih iz pšenične moke neznačilen, pri biskvitih iz brezglutenske moke in mešanice je pri standardnem dodatku sladkorja vsebnost maščob manjša, pri najmanjšem dodatku sladkorja (56 %) pa je največja (npr.: BF100: 3,79 %; BF56: 6,16 %). Iz preglednice 8 je razvidno tudi, da na vsebnost maščob v suhi snovi vrsta moke vpliva značilno le pri 78 % dodatku fruktoze (biskvit iz brezglutenske moke vsebuje najmanj maščob glede na suho snov, biskvit iz mešanice pa največ) in pri 56 % dodatku fruktoze (najmanj maščob glede na suho snov vsebujejo biskviti iz pšenične moke). Značilen vpliv dodatka sladkorja na omenjen parameter smo opazili le pri biskvitih iz mešanice pšenične moke in koruznega škroba; pri najmanjšem dodatku sladkorja, ne glede na vrsto sladkorja, je vsebnost maščob v suhi snovi največja (MS100: 5,6 %; MS56: 9,4 %).

Iz preglednice 8 je razvidno, da na vsebnost beljakovin, njihovo vsebnost v suhi snovi in energijsko vrednost vrsta moke vpliva značilno. Največ beljakovin vsebujejo biskviti iz pšenične moke (8,86-10,57 %), najmanj pa biskviti iz brezglutenske moke (6,37-7,55 %). Vrsta sladkorja nima statistično značilnega vpliva. Značilen vpliv pa ima količina sladkorja. Manjši kot je dodatek sladkorja, večja je vsebnost beljakovin in večja energijska vrednost beljakovin. Pri standardnem dodatku saharoze (100 %) je vsebnost beljakovin manjša, kot pri najmanjšem dodatku (56 %) (npr.: PS100: 8,95 %; PS56: 10,70 %). Enake vplive smo opazili tudi pri vsebnosti beljakovin v suhi snovi.

Vrsta moke na vsebnost ogljikovih hidratov vpliva, vendar težko karkoli rečemo oz. razberemo iz dobljenih rezultatov. Na vsebnost ogljikovih hidratov in njihovo energijsko vrednost vrsta sladkorja ne vpliva, vpliva pa dodatek. Vsebnost ogljikovih hidratov in tudi energijska vrednost sta največja v biskvitih s standardnim dodatkom (100 %) in značilno manjša v biskvitih z najmanjšim dodatkom (56 %). Iz preglednice 8 je razviden tudi vpliv moke na vsebnost ogljikovih hidratov v suhi snovi pri standardnih dodatkih saharoze in fruktoze ter najmanjših dodatkih saharoze in fruktoze. Povzamemo lahko, da pri navedenih dodatkih, biskviti iz brezglutenske moke vsebujejo največ ogljikovih hidratov v suhi snovi. Opazili smo tudi vpliv dodatka sladkorja. Vsebnost ogljikovih hidratov glede na suho snov je največja pri standardnih dodatkih sladkorja, najmanjša pa pri 56 % dodatku kateregakoli sladkorja.

Na skupno energijsko vrednost značilno vpliva vrsta moke, večina biskvitov iz brezglutenske moke ima nižjo energijsko vrednost kot biskviti iz pšenične moke in mešanice (pšenična moka in koruzni škrob). Vrsta sladkorja na energijsko vrednost nima značilnega vpliva, vpliva pa dodatek sladkorja. Pri biskvitih iz pšenične moke in brezglutenske moke je ta vpliv značilen, biskviti s standardnim dodatkom imajo večjo energijsko vrednost, biskviti z najmanjšim dodatkom (56 %) pa so najmanj kalorični. Pri biskvitih iz mešanice pšenične moke in koruznega škroba pa ta vpliv ni značilen.

Vpliv moke na vsebnost suhe snovi je značilen, v večini je največ suhe snovi v biskvitih iz pšenične moke, vendar je karkoli drugega težko razbrati iz podatkov. Na vsebnost suhe snovi vrsta sladkorja ne vpliva značilno, vpliva pa dodatek sladkorja. Pri največjem dodatku sladkorja je vsebnost suhe snovi najmanjša (BR: 37,94 %), in obratno, pri najmanjšem dodatku, je vsebnost suhe snovi največja (BR: 43,14 %).

4.2 REZULTATI SENZORIČNE ANALIZE

Preglednica 9: Rezultati senzorične analize biskvitov, izdelanih z različnimi vrstami in količinami dodanega sladkorja in tremi različnimi vrstami mok, z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri

Lastnost (1-4-7 točke)	n	Vrednost			so	KV (%)
		povprečna	najmanjša	največja		
višina	321	4,0	2,0	6,0	0,8	20
barva skorje	321	4,3	2,0	6,5	1,1	25
značilnost vonja	321	3,4	1,5	4,5	0,7	20
značilnost arome	321	3,4	2,0	4,5	0,6	18
sladkost	321	3,6	2,0	5,0	0,6	15
občutek v ustih	321	3,5	1,5	6,0	0,9	26
skupni vtis	321	3,3	2,0	4,5	0,6	18

n – število obravnavanj v poskusu, so – standardni odklon, KV (%) – koeficient variabilnosti.

V preglednici 9 so prikazani rezultati senzorične analize biskvitov, izdelanih z različnimi vrstami in količinami dodanega sladkorja in tremi različnimi vrstami mok, predstavljeni pa so pa tudi osnovni statistični parametri. Iz preglednice 9 lahko povzamemo, katere senzorične lastnosti so v poskusu najbolj variabilne, njihove največje, najmanjše in srednje vrednosti ter standardni odklon. Največjo variabilnost rezultatov senzorične analize sta pokazali lastnosti barva skorje in občutek v ustih (>25 %), najmanjšo pa sladkost (15 %).

Preglednica 10: Vpliv vrste moke ter vrste in dodatka sladkorja na senzorično kakovost biskvitov (Duncanov test, $\alpha = 0,05$)

Lastnost (1-4-7 točke)	Vrsta in dodatek sladkorja/	Vrsta moke		
		pšenična (P)	pšenična + koruzni škrob (M)	brezglutenska (B)
višina	S100	4,0 ±0,0aC	4,6 ±0,2aB	5,4 ±0,2abA
	S78	3,7 ±0,3bB	3,6 ±0,8bcB	5,0 ±0,4cA
	S56	3,2 ±0,3cC	4,0 ±0,4bB	4,9 ±0,2cA
	R100	3,8 ±0,5bC	4,4 ±0,2aB	5,6 ±0,5aA
	R78	2,9 ±0,5dC	4,5 ±0,0aB	5,5 ±0,2aA
	R56	3,2 ±0,2cC	3,6 ±0,5bcB	5,1 ±0,3bcA
	F100	3,2 ±0,3cC	4,0 ±0,4bB	4,4 ±0,2dA
	F78	3,2 ±0,4cB	3,3 ±0,3cB	4,5 ±0,5dA
	F56	2,2 ±0,3eC	3,4 ±0,2cB	4,3 ±0,5dA
barva skorje	S100	4,0 ±0,0eA	4,1 ±0,7cdA	3,7 ±0,3cdB
	S78	3,8 ±0,3f	3,8 ±0,9de	3,4 ±0,2de
	S56	3,2 ±0,3g	3,4 ±0,5ef	3,3 ±0,3de
	R100	5,0 ±0,2dA	4,5 ±0,5cB	3,9 ±0,5cC
	R78	3,8 ±0,8efA	4,0 ±0,0dA	3,1 ±0,2eB
	R56	3,2 ±0,3gA	3,3 ±0,3fA	2,5 ±0,5fB
	F100	6,1 ±0,3aA	5,8 ±0,5bAB	5,3 ±0,5bB
	F78	5,8 ±0,3b	6,1 ±0,4b	5,8 ±0,7a
	F56	5,5 ±0,4cB	6,5 ±0,0aA	5,4 ±0,5abB
značilnost vonja	S 100	4,0 ±0,0aA	3,8 ±0,4aB	3,2 ±0,3bcC
	S 78	3,8 ±0,7abA	3,6 ±0,4aA	3,1 ±0,3cdB
	S 56	3,2 ±0,5cB	3,8 ±0,3aA	3,2 ±0,5bcB
	R 100	3,8 ±0,5ab	3,8 ±0,5a	3,6 ±0,6ab
	R 78	3,7 ±0,5b	3,8 ±0,3a	3,9 ±0,3a
	R 56	3,8 ±0,7ab	3,9 ±0,4a	3,6 ±0,4ab
	F 100	2,7 ±0,3d	2,6 ±0,2b	2,6 ±0,4e
	F 78	2,8 ±0,4dA	2,2 ±0,6cB	2,4 ±0,4eAB
	F 56	2,6 ±0,2dAB	2,3 ±0,5bcB	2,8 ±0,4deA

Se nadaljuje.

Nadaljevanje preglednice 10: Vpliv vrste moke ter vrste in dodatka sladkorja na senzorično kakovost biskvitov (Duncanov test, $\alpha = 0,05$)

Lastnost (1-4-7 točke)	Vrsta in dodatek sladkorja/	Vrsta moke		
		pšenična (P)	pšenična + koruzni škrob (M)	brezglutenska (B)
značilnost arome	S 100	4,0 ±0,0abA	3,7 ±0,3bB	3,5 ±0,3aC
	S 78	3,8 ±0,3bcA	3,6 ±0,4bA	3,2 ±0,2bB
	S 56	3,3 ±0,4dA	3,6 ±0,4bA	3,0 ±0,2bcB
	R 100	4,2 ±0,3aA	4,1 ±0,4aA	3,5 ±0,2aB
	R 78	4,0 ±0,4b	3,7 ±0,5b	3,6 ±0,4a
	R 56	3,7 ±0,5cA	3,5 ±0,3bAB	3,2 ±0,3bB
	F 100	2,9 ±0,2e	2,8 ±0,3c	2,7 ±0,3d
	F 78	2,9 ±0,4eA	2,5 ±0,5cdB	2,6 ±0,2dAB
	F 56	2,8 ±0,3eA	2,3 ±0,4dB	2,8 ±0,3cdA
sladkost	S 100	4,0 ±0,0bB	4,2 ±0,2aA	3,9 ±0,3aC
	S 78	3,8 ±0,4bA	3,8 ±0,7bcA	3,2 ±0,6cB
	S 56	3,1 ±0,4dAB	3,3 ±0,4deA	2,9 ±0,3cB
	R 100	4,7 ±0,3aA	4,1 ±0,3abB	3,6 ±0,4abC
	R 78	3,8 ±0,5b	3,6 ±0,4cd	3,8 ±0,3a
	R 56	3,4 ±0,5c	3,3 ±0,4de	3,0 ±0,5c
	F 100	3,8 ±0,4bA	3,6 ±0,2cdA	3,3 ±0,4bcB
	F 78	3,2 ±0,4cd	3,3 ±0,3de	3,2 ±0,4bc
	F 3	3,2 ±0,4cd	3,1 ±0,3e	2,9 ±0,2c
občutek v ustih	S 100	4,0 ±0,0cdA	3,7 ±0,3B	2,5 ±0,5aC
	S 78	3,9 ±0,3dA	3,3 ±0,5B	2,3 ±0,3abcC
	S 56	4,4 ±0,5abA	3,4 ±0,5B	2,2 ±0,3abcC
	R 100	4,1 ±0,3bcdA	3,7 ±0,4A	2,6 ±0,6aB
	R 78	4,3 ±0,6abcA	3,8 ±0,6A	2,2 ±0,4abcB
	R 56	4,3 ±0,5abcA	3,5 ±0,5B	2,4 ±0,4abC
	F 100	4,2 ±0,6bcdA	3,9 ±0,7A	2,3 ±0,3abcB
	F 78	4,5 ±0,3aA	3,7 ±0,9B	1,9 ±0,3cC
	F 56	4,6 ±0,6aA	3,6 ±0,7B	2,0 ±0,5cC
skupni vtis	S 100	4,0 ±0,0aA	3,8 ±0,3abB	3,2 ±0,2aC
	S 78	3,8 ±0,3bcA	3,5 ±0,5bcdA	2,9 ±0,2abB
	S 56	3,1 ±0,5dA	3,3 ±0,3deA	2,7 ±0,3bB
	R 100	3,9 ±0,4abA	3,8 ±0,3aA	3,2 ±0,3aB
	R 78	3,7 ±0,4cA	3,6 ±0,5abcA	3,2 ±0,3aB
	R 56	3,7 ±0,3cA	3,4 ±0,2cdB	3,1 ±0,3aC
	F 100	3,0 ±0,0dA	3,0 ±0,2efA	2,4 ±0,2cdB
	F 78	2,9 ±0,2d	2,8 ±0,4fg	2,6 ±0,4cd
	F 56	2,7 ±0,3eA	2,7 ±0,2gA	2,2 ±0,4dB

srednje vrednosti z različno črko (a,b,c,d,e,f,g,h,i) znotraj stolpca se statistično značilno razlikujejo ($p < 0,05$; značilnost razlik med dodatki sladkorja); srednje vrednosti z različno črko (A,B,C) znotraj vrstice se statistično značilno razlikujejo ($p < 0,05$; značilnost razlik med vrstami mok).

Iz preglednice 10 je razvidno, da se biskviti po senzorični kakovosti značilno razlikujejo.

Višina biskvita je pri biskvitih iz brezglutenske moke pri vseh dodatkih sladkorja največja, biskviti iz pšenične moke pa so večinoma najnižji. Povzamemo lahko tudi, da je višina značilno večja pri standardnem dodatku (100 %) kot pri manjših dodatkih, ne glede na vrsto sladkorja. Opazili smo tudi veliko razliko v višini biskvitov izdelanih s saharozo in fruktozo (100 %, P: 4,0 vs. 3,2 točke, M: 4,6 vs. 4,0 točke, B: 5,4 vs. 4,4 točke), medtem dodatek rjavega sladkorja značilno zmanjša višino le pri biskvitih iz pšenične moke (P: 4,0 vs. 3,8 točke; M: 4,6 vs. 4,4 točke, B: 5,4 vs. 5,6 točke).

Skorja biskvitov iz brezglutenske moke je nekoliko svetlejša od biskvitov iz pšenične moke in mešanice pšenične moke in koruznega škroba. Iz preglednice 10 je dobro razvidno tudi, da dodatek fruktoze vpliva na barvo skorje, ocenjevalci so take biskvite ne glede na vrsto moke ocenili kot zelo temne (5,3-5,6 točk). Biskviti narejeni iz brezglutenske moke in z dodatkom (100 %) saharoze in rjavega sladkorja so si po barvi skorje zelo podobni (BS: 3,7 točke, BR: 3,9 točke), narejeni iz pšenične moke in mešanice pa so ob dodatku rjavega sladkorja značilno temnejši od biskvitov z dodano saharozo (PS: 4,0 točke, PR: 5,0 točke; MS: 4,1 točke, MR: 4,5 točke). Zmanjševanje količine vseh vrst dodanega sladkorja v biskvitih iz različnih mok ima za posledico značilno svetlejšo barvo skorje z nekaterimi izjemami, kot so biskviti iz mešanice in iz brezglutenske moke ter z dodatkom fruktoze.

Na značilnost vonja in arome vrsta moke vpliva značilno, aramo in vonj biskvitov iz brezglutenske moke so ocenjevalci ocenili značilno slabše kot pri biskvitih iz pšenične moke in mešanice (npr. PS: 4 točke, MS: 3,7 točke, BS: 3,5 točke). Na značilnost arome in vonja poleg vrste moke vpliva tudi vrsta dodanega sladkorja, kadar je dodana fruktoza so ocenjevalci zaznali občutno slabši vonj in aramo v primerjavi s saharozo in rjavim sladkorjem (npr. PS: 4,0 točke, PR: 4,2 točke, PF: 2,9 točke). Na splošno lahko rečemo, da zmanjšanje količine dodane saharoze in rjavega sladkorja značilno vpliva na poslabšanje arome, najopaznejše je poslabšanje pri 56 % dodatku teh dveh sladkorjev. Zmanjšanje dodatka fruktoze sicer še nekoliko poslabša že tako slabo aramo biskvitov, vendar so razlike neznačilne.

Vpliv vrste moke za zaznavo sladkosti biskvitov je značilen predvsem v primeru dodane saharoze, v primeru rjavega sladkorja in fruktoze pa samo ob standardnem dodatku (100 %). Povzamemo lahko, da so ocenjevalci ocenili biskvite, narejene iz mešanice, za najbolj sladke, sledijo biskviti iz pšenične moke ter biskviti iz brezglutenske moke, katere so prepoznali kot najmanj sladke (P: 4 točke, M: 4,2 točke, B: 3,9 točke). Na zaznavo sladkosti poleg vrste moke vpliva tudi vrsta dodanega sladkorja, predvsem kadar je dodana fruktoza so ocenjevalci zaznali manjšo sladkost v primerjavi s saharozo in rjavim sladkorjem (npr. PS: 4,0 točke, PR: 4,7 točke, PF: 3,8 točke). Zmanjšanje količine dodanega katerega koli sladkorja značilno ima za posledico manjšo sladkost biskvitov, ocenjevalci so opazili največje poslabšanje pri 56 % dodatku sladkorjev.

Ocene ocenjevalcev za občutek v ustih so pri vseh biskvitih iz brezglutenske moke bistveno slabše kot pri biskvitih iz pšenične moke. Zaznavo teksture biskvitov iz mešanice so ocenili kot primerljivo oz. nekoliko slabšo z biskviti iz pšenične moke, odvisno od uporabljenega sladkorja (PS: 4 točke, MS: 3,7 točke, B: 2,5 točke).

Vrsta uporabljenega sladkorja ne vpliva na občutek v ustih, zaznava te lastnosti je pri dodatku rjavega sladkorja in fruktoze sicer nekoliko boljša kot pri dodatku saharoze, vendar so razlike neznačilne (PS: 4 točke, PR: 4,1 točke, PF: 4,2 točke). Tudi zmanjšanje količine dodanega sladkorja ne vpliva pomembno na občutek v ustih.

Skupni vtis biskvitov iz brezglutenske moke je značilno slabši kot pri biskvitih iz pšenične moke in mešanice pšenične moke in koruznega škroba, ne glede na uporabljeno vrsto sladkorja (npr. PS: 4 točke, MS: 3,8 točke, B: 3,2 točke). Iz preglednice 10 je dobro razvidno tudi, da dodatek fruktoze močno poslabša skupni vtis takih biskvitov (2,2-3,0 točke), ne glede na vrsto moke. Biskviti, narejeni dodatkom rjavega sladkorja, so bili sicer ocenjeni nekoliko slabše kot tisti z dodatkom saharoze, vendar so razlike neznačilne (PS: 4,0 točke, PR: 3,9 točke, PF: 3 točke). Zmanjševanje količine vseh vrst dodanega sladkorja v biskvitih iz različnih mok ima za posledico značilno slabši skupni vtis.

4.3 REZULTATI INSTRUMENTALNE ANALIZE

Vsem vzorcem biskvitov smo s krometrom Minolta CR-200 v CIE L* a*b* sistemu instrumentalno izmerili barvo na površini in na prerezu ter določili teksturne lastnosti (čvrstost in prožnost) z instrumentom TA – XT plus texture analyser.

V preglednici 11 so prikazani rezultati instrumentalne analize barve in teksture biskvitov, izdelanih z različnimi vrstami in količinami dodanega sladkorja in tremi različnimi vrstami mok, predstavljeni pa so pa tudi osnovni statistični parametri. Največjo variabilnost rezultatov instrumentalne analize sta izkazali vrednost a* (187 %) in sila (84 %).

Preglednica 11: Rezultati instrumentalne analize barve in teksture biskvitov, izdelanih z različnimi vrstami in količinami dodanega sladkorja in tremi različnimi vrstami mok, z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri

Lastnost	n	Vrednost			so	KV (%)
		povprečna	najmanjša	največja		
vrednost L* na površini	594	49,78	29,29	64,52	9,5	19
vrednost a* na površini	593	11,81	7,55	14,36	1,2	10
vrednost b* na površini	594	21,56	11,75	26,90	4,1	19
vrednost L* na prerezu	594	75,08	21,69	84,45	6,4	8
vrednost a* na prerezu	594	-1,32	-4,54	5,31	2,5	187
vrednost b* na prerezu	594	25,24	18,47	31,60	2,8	11
čvrstost (N)	378	13,3	2,3	65,0	11,2	84
prožnost(%)	366	61,8	56,8	78,0	2,1	3

n – število obravnavanj v poskusu, so – standardni odklon, KV (%) – koeficient variabilnosti.

Preglednica 12: Vpliv vrste moke ter vrste in dodatka sladkorja na instrumentalne parametre barve in teksture biskvitov (Duncanov test, $\alpha = 0,05$)

Lastnost	Vrsta in dodatek sladkorja/	Vrsta moke		
		pšenična (P)	pšenična + koruzni škrob (M)	brezglutenska (B)
vrednost L* na površini	S 100	53,96 ±3,4bB	54,22 ±2,3cB	56,52 ±3,1bA
	S 66,7	58,50 ±2,8aA	56,36 ±3,6bB	56,56 ±1,6bB
	S 56	59,92 ±2,3aA	57,57 ±1,3abB	58,43 ±1,9aB
	R 100	47,89 ±1,9cB	51,52 ±4,6dA	49,35 ±2,8dAB
	R 78	54,78 ±2,9b	53,30 ±0,9c	53,95 ±3,1c
	R 56	58,78 ±1,9a	58,28 ±3,6a	57,48 ±1,9ab
	F 100	34,78 ±1,4dB	36,30 ±1,6eA	37,12 ±2,3eA
	F 78	35,80 ±2,0dAB	36,51 ±1,2eA	34,75 ±2,0fB
	F 56	35,53 ±1,1dA	32,62 ±1,7fB	34,68 ±1,0fA
vrednost a* na površini	S 100	12,69 ±0,8bcA	12,24 ±0,6abB	10,39 ±0,5cC
	S 78	11,47 ±0,7deA	11,78 ±1,7bcA	10,04 ±0,5cB
	S 56	11,22 ±0,5deA	11,27 ±0,5cA	10,14 ±0,5cB
	R 100	13,11 ±0,4abA	11,91 ±0,6bB	11,49 ±0,5abC
	R 78	11,64 ±0,9dA	12,00 ±0,7bA	10,11 ±0,8cB
	R 56	11,09 ±0,9eA	10,52 ±1,2dA	9,55 ±0,6dB
	F 100	12,42 ±0,4cA	12,21 ±0,4abA	11,48 ±0,3abB
	F 78	13,41 ±0,4aA	12,71 ±0,4aB	11,31 ±0,5bC
	F 56	13,35 ±0,3aA	12,28 ±0,5abB	11,69 ±0,2aC
vrednost b* na površini	S 100	23,98 ±1,5b	23,73 ±0,6bc	23,64 ±1,3b
	S 78	25,34 ±0,9aA	23,88 ±0,5bB	23,60 ±0,5bB
	S 56	25,35 ±0,9aA	24,57 ±0,5aB	24,58 ±0,5aB
	R 100	21,12 ±0,7cB	22,19 ±1,7dA	21,13 ±1,0eB
	R 78	23,73 ±1,1bA	23,20 ±0,8cA	22,37 ±0,9dB
	R 56	25,17 ±1,0aA	24,06 ±0,5abB	22,98 ±0,3cC
	F 100	14,80 ±0,6dB	15,57 ±0,9eA	16,15 ±1,3fA
	F 78	15,30 ±1,0dAB	15,75 ±0,8eA	14,78 ±1,2gB
	F 56	14,93 ±0,7dA	13,48 ±0,8fB	14,68 ±0,5gA
vrednost L* na prerezu	S 100	80,61 ±5,5aAB	81,78 ±0,8aA	78,57 ±2,8aB
	S 78	79,72 ±1,5aAB	80,53 ±2,1aA	78,56 ±3,0aB
	S 56	80,41 ±1,7aB	81,59 ±1,2aA	77,82 ±2,1aC
	R 100	72,18 ±1,4b	70,99 ±2,4c	71,99 ±1,4c
	R 78	72,84 ±2,1b	74,21 ±2,5b	72,95 ±2,1c
	R 56	73,58 ±2,4bB	75,34 ±1,9bA	74,74 ±1,5bAB
	F 100	60,47 ±2,7eC	66,37 ±3,1eB	72,58 ±2,5cA
	F 78	68,85 ±2,8cB	68,16 ±2,9dB	72,71 ±2,5cA
	F 56	65,64 ±3,7dC	68,03 ±1,7dB	72,62 ±3,2cA

Se nadaljuje.

Nadaljevanje preglednice 12: Vpliv vrste moke ter vrste in dodatka sladkorja na instrumentalne parametre barve in teksture biskvitov (Duncanov test, $\alpha = 0,05$)

Lastnost	Vrsta in dodatek sladkorja/	Vrsta moke		
		pšenična (P)	pšenična + koruzni škrob (M)	brezglutenska (B)
vrednost a* na prerezu	S 100	-3,29 ±0,8fB	-4,20 ±0,2fC	-2,80 ±1,0efA
	S 78	-2,73 ±1,0eAB	-2,44 ±0,7eA	-3,25 ±1,1fB
	S 56	-2,15 ±1,5dA	-4,07 ±0,2fB	-2,92 ±1,4efA
	R 100	-1,41 ±0,3cA	-1,56 ±0,3cA	-1,82 ±0,2cB
	R 78	-0,96 ±0,8cA	-2,02 ±0,5dB	-2,03 ±0,2cdB
	R 56	-0,97 ±0,9cA	-2,45 ±0,4eB	-2,55 ±0,1deB
	F 100	4,34 ±0,5aA	3,28 ±0,8aB	1,50 ±0,8aC
	F 78	2,14 ±0,8bA	2,36 ±0,5bA	0,43 ±1,0bB
	F 56	2,59 ±1,1bA	2,31 ±0,6bA	0,61 ±0,6bB
vrednost b* na prerezu	S 100	26,99 ±2,4abA	28,05 ±1,2aA	23,42 ±2,8bB
	S 78	28,26 ±0,6aA	24,56 ±3,4bcB	25,61 ±1,5aB
	S 56	27,71 ±3,4aA	27,44 ±1,9aA	25,69 ±1,0aB
	R 100	23,77 ±2,1dA	22,57 ±2,1dA	20,38 ±1,2dB
	R 78	21,87 ±0,7e	22,57 ±2,5d	21,94 ±1,2c
	R 56	24,99 ±2,0cdA	23,73 ±2,6cdAB	22,43 ±1,6bcB
	F 100	25,92 ±1,5bc	25,42 ±1,2b	25,37 ±0,9a
	F 78	25,76 ±1,5bcA	25,57 ±0,7bA	23,10 ±1,2bB
	F 56	26,27 ±0,5bc	25,71 ±0,6b	26,15 ±2,2a
čvrstost (N)	S 100	7,6 ±2,6e	6,2 ±1,8d	6,7 ±3,5cd
	S 78	14,2 ±1,2dA	10,6 ±2,3cdB	7,7 ±4,2bcC
	S 56	14,6 ±2,2dA	10,9 ±3,4cdB	10,7 ±5,6bB
	R 100	8,0 ±2,4eA	6,3 ±2,4dAB	5,8 ±2,6cdB
	R 78	13,0 ±8,8dA	7,2 ±4,3dB	3,9 ±0,4dB
	R 56	15,4 ±9,9dA	11,5 ±4,8cdAB	6,9 ±1,0cdB
	F 100	23,7 ±5,2dA	15,1 ±8,1cB	19,8 ±3,2aAB
	F 78	29,3 ±4,3bA	21,1 ±8,4bB	10,3 ±0,8bC
	F 56	54,0 ±8,7aA	29,0 ±14,7aB	19,7 ±3,4aC
prožnost (%)	S 100	61,4 ±0,9aC	63,5 ±1,3aB	62,7 ±1,2eA
	S 78	61,0 ±0,5aC	62,5 ±0,5bcB	65,2 ±0,9abA
	S 56	61,4 ±0,8aC	62,7 ±0,5bB	64,3 ±0,6bcA
	R 100	60,1 ±0,8bC	62,5 ±0,4bcB	63,8 ±0,8cdA
	R 78	60,1 ±0,9bC	63,6 ±1,1aB	65,9 ±0,7aA
	R 56	61,2 ±1,1aB	61,9 ±0,9cB	65,3 ±1,1aA
	F 100	57,7 ±0,4dC	59,7 ±0,6eB	61,6 ±0,6fA
	F 78	58,7 ±0,5cA	59,8 ±0,8eB	62,8 ±0,6eC
	F 56	59,8 ±0,7bB	60,5 ±0,6dB	63,0 ±1,3deA

srednje vrednosti z različno črko (a,b,c,d,e,f,g,h,i) znotraj stolpeca se statistično značilno razlikujejo ($p < 0,05$; značilnost razlik med dodatki sladkorja); srednje vrednosti z različno črko (A,B,C) znotraj vrstice se statistično značilno razlikujejo ($p < 0,05$; značilnost razlik med vrstami mok).

V preglednici 12 smo zbrali instrumentalne parametre barve in teksture, prikazan je tudi vpliv vrste moke ter vrste in dodatka sladkorja na te parametre.

Na vrednost L^* na površini biskvita značilno vpliva vrsta sladkorja, opazili smo, da imajo biskviti z dodatkom fruktoze značilno nižje vrednosti L^* , kar pomeni, da so značilno temnejši, kot biskviti z dodatkom saharoze in rjavega sladkorja (PS100: 53,96; PR100: 47,89; PF100: 34,78). Opazili smo tudi vpliv dodatka saharoze in rjavega sladkorja na L^* vrednosti na površini. Pri standardnih dodatkih saharoze in rjavega sladkorja so biskviti na površini temnejši (nižje L^* vrednosti), pri 56 % dodatkih saharoze in rjavega sladkorja pa so biskviti na površini najsvetlejši (višje L^* vrednosti).

Vpliv moke na vrednost a^* na površini biskvitov je statistično značilen. Biskviti iz pšenične moke imajo višjo vrednost a^* kot biskviti iz brezglutenske moke. Vrednosti a^* na površini pri biskvitih iz mešanice koruznega škroba in pšenične moke so zelo podobne vrednostim a^* na površini biskvitov iz pšenične moke. O vplivu vrste in dodatka sladkorja težko kaj povzamemo.

Na vrednost b^* na površini vrsta moke vpliva različno. Vpliv vrste sladkorja je statistično značilen, vrednosti b^* na površini biskvitov z dodatkom fruktoze so bistveno nižje kot vrednosti pri dodatkih saharoze in rjavega sladkorja (PS: 23,98; PR: 21,12; PF:14,18).

Vpliv moke na vrednost L^* na prerezu je zelo različen, težko povzamemo enoznačne ugotovitve. Vsekakor pa na vrednost L^* ne prerezu biskvita značilno vpliva vrsta sladkorja, biskviti z dodatkom saharoze so na prerezu svetlejši (višje L^* vrednosti) (PS: 80,61), prerez biskvitov z dodatkom fruktoze pa je najtemnejši (najnižje L^* vrednosti) (PF: 60,47).

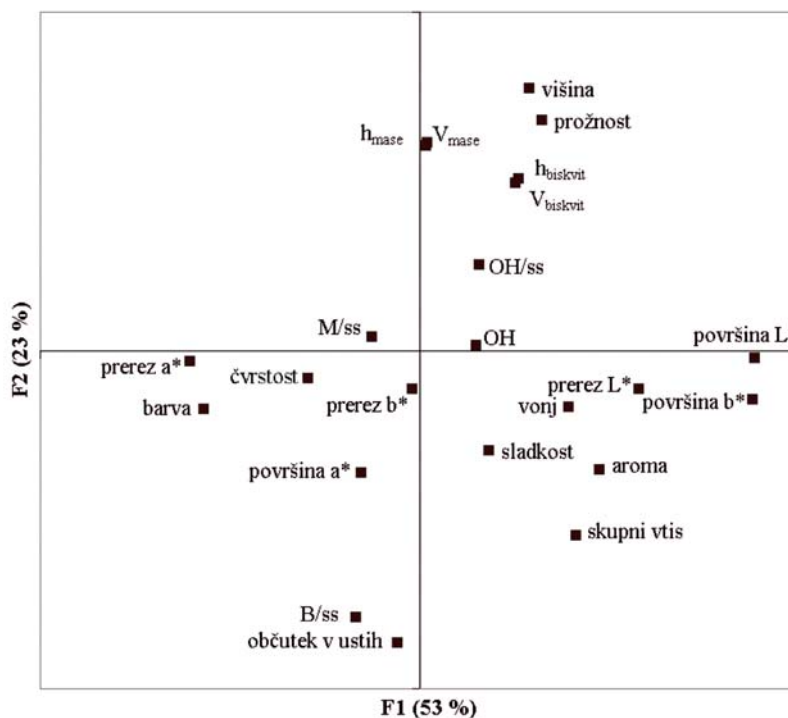
Iz preglednice 12 je razviden tudi vpliv vrste moke vpliv na čvrstost in prožnost biskvita. Največjo čvrstost smo določili biskvitom iz pšenične moke, biskviti iz brezglutenske moke pa so najmanj čvrsti, izjema so kontrolni biskviti (standardni dodatek saharoze), kjer vpliv vrste moke ni statistično značilen. Največjo čvrstost imajo biskviti z dodatkom fruktoze, medtem ko pri dodatku saharoze in rjavega sladkorja ta vpliv ni značilen.

Opazili smo, da so biskviti iz brezglutenske moke najbolj, iz pšenične moke pa najmanj prožni, izjema so biskviti z 78 % dodatkom fruktoze, pri katerem vpliv na prožnost ravno obraten. Vrsta sladkorjev tudi značilno vpliva na prožnost, biskviti z dodatkom saharoze so bolj prožni, kot biskviti z dodatkom fruktoze (MS: 63,5 %; MF: 59,7 %).

4.4 MULTIVARIANTNA ANALIZA

Dobljene rezultate smo najprej obdelali z analizo glavnih komponent (PCA), ki nam je število spremenljivk zmanjšala iz 45 na 23. Izbrane spremenljivke ali faktorje smo uporabili v linearni diskriminantni analizi (LDA), ki nam je na podlagi 23 parametrov omogočila 100 %-tno pravilno razvrstitev vzorcev glede na uporabljeno moko ter vrsto in dodatek sladkorja. Prve štiri glavne komponente(PC) razložijo 84 % skupne variabilnosti (40 %, 22 %, 16 %in 6 %).

Za LDA smo izbrali vse senzorične lastnosti, instrumentalne parametre barve in teksture, parametre kemijske sestave in meritve višine in volumna biskvitov. Z analizo LDA smo določili pet najpomembnejših parametrov: barva skorje, ocenjena senzorično, vrednosti L^* in a^* na prerezu ter vrednosti L^* in b^* na površini (slika 2). Ostalih devet parametrov (višina biskvitov, skupni vtis in občutek v ustih, izmerjena višina in volumen pred in po pečenju, vsebnost beljakovin ter prožnost, merjena instrumentalno) sopoglavitni pri determiniranju druge ordinate, saj je njihova pravokotna projekcija na to ordinato največja. Lastnosti, ki ležijo blizu druga drugi, so v visoki pozitivni korelaciji, kot sta to npr. višina biskvitov, ocenjena senzorično, in instrumentalno izmerjena prožnost. Parametri, ki leže blizu izhodišča (npr. maščobe v s.s., vrednost b^* na prerezu) ne vplivajo pomembno na diskriminantni funkciji in na porazdelitev različnih biskvitov v skupine. Pri LDA analizi (54 vzorcev, 23 lastnosti) smo dobili dve diskriminantni funkciji. Funkcija 1 pojasnjuje 53 % skupne variance, funkcija 2 pa pojasnjuje 23 %.

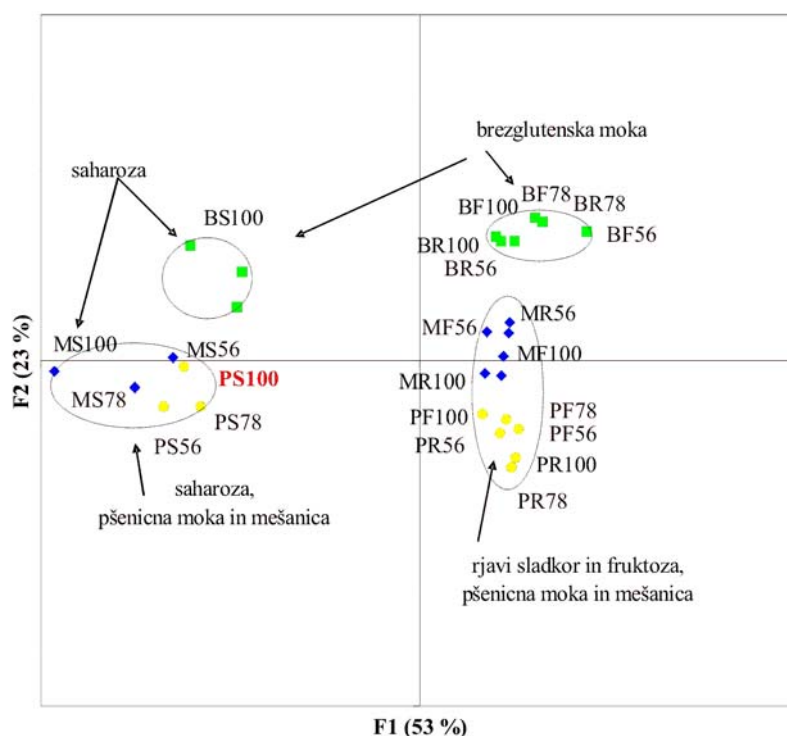


Legenda: ss – suha snov, B – beljakovine, M – maščobe, OH – ogljikovi hidrati, h_{mase} – višina mase pred pečenjem, V_{mase} – volumen mase pred pečenjem, h_{biskvit} – višina biskvita, V_{biskvit} – volumen biskvita.

Slika 2: Projekcija spremenljivk v ravnini, definirani z analizo LDA

Dobljene podatke o senzoričnem profilu, fizikalno-kemijskih in instrumentalnih parametrih biskvitov smo uporabili za razvrščanje vzorcev v skupine (slika 3). Slika 3 kaže štiri ločene skupine točk – biskvitov. Brezglutenski biskviti ležijo predvsem na zgornji polovici grafa, desno so biskviti z dodanim rjavim sladkorjem in fruktozo, kjer ležita predvsem prožnost in senzorično ocenjena višina, medtem levo ležijo brezglutenski biskviti s saharozo. Desno, v bližini izhodišča grafa se nahajajo točke – biskviti, ki so po senzoričnem profilu precej heterogeni, narejeni so namreč rjavim sladkorjem in fruktozo ter pšenično moko in mešanico, parametri, značilni za to skupino pa so vsebnost ogljikovih hidratov, sladkost, vonj in aroma ter skupni vtis.

Levo od izhodišča pa leži četrta skupina biskvitov, ki so po senzoričnem in instrumentalnem profilu najbolj podobni standardnemu vzorcu, biskvitu z običajno količino saharoze in iz pšenične moke. To je skupina biskvitov iz pšenične moke ter mešanice pšenične moke in koruznega škroba z različnimi dodatki saharoze. Parametri, ki ležijo v tem delu grafa (slika 2), sta senzorično ocenjena barva in instrumentalno izmerjena tekstura. Za to skupino biskvitov je značilno, da večja kot je njihova višina, večji volumen, bolj kot so prožni, manj so čvrsti (parametri ležijo v nasprotnem kvadrantu kot je čvrstost) in slabši je občutek v ustih. Zanimivo pa je tudi to, da tudi če v biskvitih iz te skupine zmanjšujemo količino saharoze, le-to ne vpliva pomembneje na poslabšanje skupnega vtisa, aromo ali celo na zaznavo sladkosti (te lastnosti ležijo v nasprotnem kvadrantu).



Legenda: P – pšenična moka, M – mešanica pšenične moke in koruznega škroba, B – brezglutenska moka, S – saharoza, R – rjavi sladkor, F – fruktoza, dodatek sladkorja – 100 (%), 78 (%) in 56 (%), rdeče je obarvan standarden vzorec (pšenična moka, saharoza), ● biskviti s pšenično moko, ◆ biskviti z mešanico mok, ■ biskviti z brezglutensko moko.

Slika 3:Projekcija podatkov o kemijskih, instrumentalnih in senzoričnih parametrih biskvitov v ravnini, definirani s prvima dvema glavnima funkcijama (LDA).

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

5.1 RAZPRAVA

Namen diplomske naloge je bil ugotoviti, kako različna količina in vrsta sladkorja ter vrsta moke vplivajo na senzorične lastnosti, parametre teksture in barve ter fizikalno-kemijske parametre. Vplive različnih mok (pšenična moka, brezglutenska moka, mešanica koruznega škroba in pšenične moke) in dodatkov različnih sladkorjev (saharoze, rjavega sladkorja, fruktoze) smo spremljali s senzoričnim, fizikalno-kemijskimi metodami in instrumentalnim merjenjem teksture in barve.

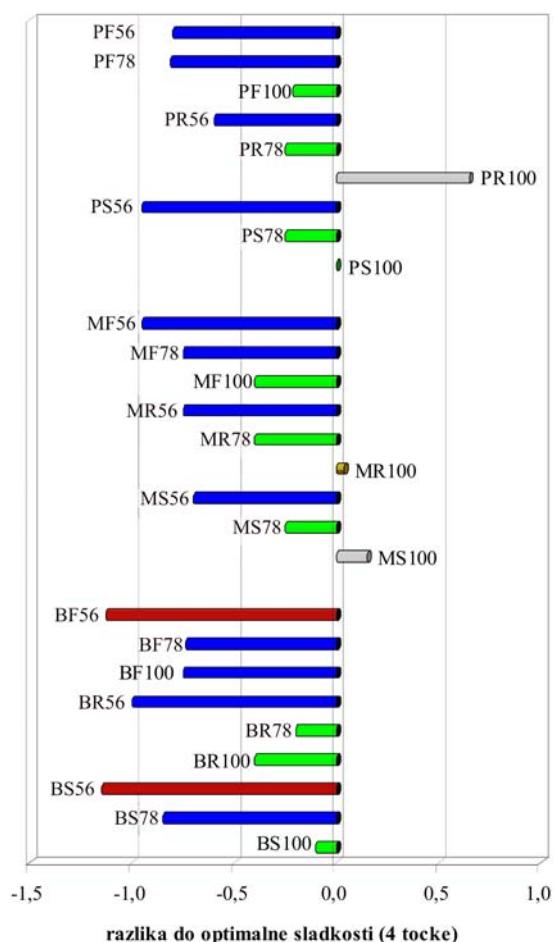
Postavili smo si tri osnovne hipoteze, (i) da bodo zaznavne razlike v instrumentalni in senzorični kakovosti biskvitov, izdelanih z različnimi kombinacijami mok in škrobov (pšenična moka, brezglutenska moka, mešanica koruznega škroba in pšenične moke), (ii) da se bodo biskviti, narejeni z različnimi sladili (saharozna, fruktoza, rjavi sladkor), ločili v nekaterih senzoričnih lastnostih (kot so barva, vonj in aroma) in instrumentalno izmerjeni barvi biskvitov ter (iii) da vsebnost sladkorja v biskvitih lahko zmanjšamo za 22 %, kar bo še vedno zagotavlja sprejemljivo senzorično kakovost (ocena zaznave sladkosti, arome in teksture lahko odstopa od optimalne za največ 1 točko). Prvi dve hipotezi (i) in (ii) smo potrdili, tretje hipoteze (iii) pa nismo potrdili v celoti, potrebna je dodatna razlaga. V nadaljevanju navajamo ugotovitve in razlage.

Iz slike 4, ki prikazuje odstopanja od optimalne sladkosti (4 točke) lahko povzamemo, da če želimo sladkost zmanjšati za 0,5 točke, lahko uporabimo pšenično moko s 78 %-nim dodatkom saharoze ali rjavega sladkorja in 100 %-nim dodatkom fruktoze. Če želimo uporabiti mešanico koruznega škroba in pšenične moke, moramo prav tako dodati po receptu 100 % količino fruktoze, dodatek rjavega sladkorja in saharoze pa lahko zmanjšamo za 22 %, da dosežemo za 0,5 točke zmanjšano zaznavo sladkosti. Pri biskvitih iz brezglutenske moke pa lahko zmanjšamo le dodatek rjavega sladkorja in sicer za 22 %, dodatka saharoze in fruktoze pa za 0,5 točke zmanjšano zaznavo sladkosti ne smemo zmanjšati.

Biskvitom iz pšenične moke in mešanice koruznega škroba in pšenične moke, za 1,0 točko zmanjšano zaznavo sladkosti lahko zmanjšamo dodatek sladkorja za 44 % pri vseh treh vrstah sladkorja (saharozna, rjavi sladkor in fruktoza). Biskvitom iz brezglutenske moke lahko dodatek rjavega sladkorja znižamo za 44 %, dodatka saharoze in fruktoze pa le za 22 %. Z zmanjšanjem sladkorja za 44 % zmanjšamo oceno sladkosti za eno točko (3 točke), vendar pa redukcija sladkorja ne vpliva le na zaznavo sladkosti, ampak tudi na druge pomembne senzorične in teksturne lastnosti (višino, prožnost, čvrstost...).

Če vzamemo zmanjšanje sladkosti za 0,5 oz. 1 točko kot sprejemljivo sladkost, moramo biti pozorni tudi na ostale senzorične lastnosti, za katere pa ni nujno, da ob zmanjšanju sladkorja za 22 % zagotavljajo sprejemljivo senzorično kakovost.

Pri biskvitih iz brezglutenske moke lahko zmanjšamo vse tri vrste sladkorja za 22 %, pa bo sladkost še vedno sprejemljiva (odstopanje 1,0 točke), vendar je sam vpliv brezglutenske moke na ostale senzorične lastnosti tako velik, da tudi ob standardnem dodatku kateregakoli sladkorja, biskviti iz brezglutenske moke ne morejo doseči sprejemljive senzorične kakovosti (slabša aroma in vonj, značilno slabši občutek v ustih, slabši skupni vtis).



Slika 4: Prikaz senzoričnih ocen odstopanja biskvitov od optimalne sladkosti glede na različne skupine mok in vrste ter dodatka sladkorja

Pri biskvitih iz mešanice koruznega škroba in pšenične moke lahko za 22 % zmanjšamo dodatek saharoze in rjavega sladkorja, da ohranimo sprejemljivo sladkost (zmanjšanje sladkosti za 0,5 točke). Pri teh dveh dodatkih smo ostale senzorične lastnosti ocenili le malenkost slabše (značilnost arome, nekoliko nižji biskvit in svetlejša barva), ne pride do večjih sprememb (odstopanje do 0,5 točke), prožnost se pri 78 % dodatku rjavega sladkorja celo poveča.

Prav tako kot pri biskvitih iz mešanice, lahko pri biskvitih iz pšenične moke zmanjšamo dodatek saharoze in rjavega sladkorja za 22 % in še vedno dosežemo sprejemljivo sladkost. Če pogledamo še ostale parametre, smo pri teh dveh dodatkih določili večjo čvrstost, kot pri standardu, ostale senzorične lastnosti se ne spremenijo veliko.

Če pa vzamemo kot sprejemljivo sladkost 3 točke, lahko dodatek sladkorjev še zmanjšamo, vendar to zmanjšanje sladkorjev negativno vpliva na ostale parametre in senzorične lastnosti (slabša aroma in vonj, manjša prožnost, nižji, bolj trdi biskviti, neprimerna barva...) in biskvit ne moremo oceniti kot biskvit sprejemljive senzorične kakovosti.

Opravili smo tudi kemijske analize, določili smo vsebnost hranilnih snovi.

Na vsebnost ogljikovih hidratov in njihovo energijsko vrednost vrsta sladkorja ne vpliva, vpliva pa dodatek. Vsebnost ogljikovih hidratov in tudi energijska vrednost sta največja v biskvitih s standardnim dodatkom (100 %) in najmanjša v biskvitih za najmanjšim dodatkom (56 %).

Pri analizi fizikalnih lastnosti, smo ugotovili, da na volumen najbolj vpliva vrsta moke. Biskviti iz brezglutenske moke imajo večji volumen, kot biskviti iz pšenične moke, ki so najmanjši. Na volumen po peki vpliva tudi vrsta sladkorja, biskviti z dodatkom saharoze so višji. Baeva in sod. (2003) poročajo, da pride pri biskvitih, narejenih s saharozo in brez saharoze, do značilnih razlik v volumnu. Biskviti brez saharoze imajo manjši volumen, vendar so v raziskavi saharozo nadomestili z sorbitolom in sodo bikarbono. Raziskave so pokazale tudi, da so bili biskviti brez saharoze bolj homogeni in so imeli finejšo mikrostrukturo kot tisti z dodatkom saharoze. Navajajo, da so lahko te strukturne razlike med biskviti s saharozo in brez saharoze, povezane z spremembami, ki se dogajajo med procesi izmenjave toplote in vlage v biskvitih.

Izmerili smo tudi višino biskvitov po peki, rezultati se ujemajo s senzoričnim ocenjevanjem višine. Najvišji biskviti so biskviti iz brezglutenske moke, iz rezultatov merjenja in tudi senzoričnega ocenjevanja pa lahko povzamemo, da na višino vpliva tudi količina dodanega sladkorja, pri standardnem dodatku so biskviti višji kot pri najmanjšem (56 %) dodatku sladkorja, ker je pri standardnem dodatku več mase kot pri zmanjšanem dodatku sladkorja.

Pri instrumentalnem merjenju teksture smo največjo čvrstost določili biskvitom iz pšenične moke, biskviti iz brezglutenske moke pa so najmanj trdni, podobne rezultate smo dobili pri senzorični analizi, saj smo ocenili, da so biskviti iz brezglutenske moke izjemno drobljivi. Največjo čvrstost imajo biskviti z dodatkom fruktoze, medtem ko pri dodatku saharoze in rjavega sladkorja ta vpliv ni značilen. Pri biskvitih s fruktozo smo senzorično ocenili, da je občutek v ustih bolj gumijast kot pri standardnem vzorcu (izjema brezglutenska moka), kar se ujema z instrumentalno izmerjeno čvrstost. Določili smo, da so biskviti iz brezglutenske moke najbolj, iz pšenične moke pa najmanj prožni. Vrsta sladkorjev tudi značilno vpliva na prožnost, biskviti z dodatkom saharoze so bolj prožni, kot biskviti z dodatkom fruktoze.

Če v razmišljanja vključimo se ugotovitve multivariantne analize, lahko povzamemo, da z omenjeno analizo dokaj enostavno pridemo do sklepov, ki se ujemajo s prej omenjenimi rezultati. Tako so po analizi LDA brezglutenski biskviti z dodanim rjavim sladkorjem in fruktozo prožni in visoki s slabim občutkom v ustih. Biskviti, narejeni z rjavim sladkorjem in fruktozo ter pšenično moko in mešanico so sladki in predvsem temnejši od standardnega biskvita z običajno količino saharoze in iz pšenične moke. Standardnemu biskvitu so najbolj podobni biskviti iz pšenične moke ter mešanice pšenične moke in koruznega škroba z zmanjšano količino saharoze. Za te biskvite je značilna svetlejša barva in dokaj čvrsta tekstura. Večja kot je njihova višina, večji je volumen, bolj so prožni in manj čvrsti. Tudi če v teh biskvitih zmanjšujemo količino saharoze, le-to ne vpliva pomembneje na poslabšanje skupnega vtisa, aromo ali celo na zaznavo sladkosti.

5.2 SKLEPI

Na osnovi rezultatov senzorične in fizikalno-kemijske analize ter instrumentalnega merjenja teksture in barve vseh biskvitov, narejenih s tremi različnimi mokami ter tremi različnimi dodatki treh različnih sladkorjev, lahko sklepamo sledeče:

- ugotovili smo zaznavne razlike v instrumentalni in senzorični kakovosti biskvitov, izdelanih z različnimi kombinacijami mok in škrobov (pšenična moka, brezglutenska moka, mešanica koruznega škroba in pšenične moke)
- biskviti iz brezglutenske moke so višji, bolj drobljivi, senzorično smo jih ocenili kot manj sladke, čeprav rezultati kemijskih analiz kažejo večjo vsebnost ogljikovih hidratov; biskviti iz mešanice koruznega škroba in pšenične moke so dokaj podobni biskvitom iz pšenične moke, bolj so prožni in manj čvrsti
- biskviti narejeni z različnimi sladili (saharoza, fruktoza, rjavi sladkor) se ločijo v instrumentalno izmerjeni teksturi in barvi; najbolj čvrsti in najmanj prožni so biskviti s fruktozo; biskvitom s fruktozo smo določili tudi najtemnejšo barvo (instrumentalno in senzorično)
- biskviti, narejeni z različnimi sladili (saharoza, fruktoza, rjavi sladkor), se razlikujejo v nekaterih senzoričnih lastnostih; biskviti s fruktozo ima značilno slabo aromo in vonj, neprimerno barvo in višino, biskviti z rjavim sladkorjem so tudi nekoliko temnejši, vendar so po aromi, vonju in občutku v ustih zelo podobni biskvitom s saharozo
- biskvite s standardnim dodatkom sladkorja so preskuševalci ocenili kot bolj sladke, kot biskvite z najmanjšim dodatkom sladkorja. Tudi kemijske analize so pokazale, da je vsebnost ogljikovih hidratov in energijska vrednost največja v biskvitih z največ dodanega sladkorja, najmanj kalorični pa so biskviti z najmanjšim dodatkom
- biskviti z najmanjšim dodatkom sladkorja (56 %) so nižji, določili smo jim večjo čvrstost in slabšo senzorično oceno
- za zagotovitev sprejemljive senzorične kakovosti lahko vsebnost sladkorja (saharoze, ne pa rjavega sladkorja in fruktoze) v biskvitih iz pšenične moke in v biskvitih iz mešanice koruznega škroba in pšenične moke zmanjšamo za 22 % (sladkost se zmanjša za 0,5 točke)
- zmanjšanje količine dodanega sladkorja v biskvitih do te mere, da se zaznava sladkosti zmanjšaza 1 točko, negativno vpliva naostale parametre in ne zagotavlja sprejemljive senzorične kakovosti.

6 POVZETEK

Težnja po zdravi prehrani z manj maščobe in sladkorja je vedno večja. Živilska industrija je pod pritiskom strokovne javnosti prisiljena v razvoj bolj zdravih izdelkov, z manjšo vsebnostjo maščob in sladkorjev. Vendar je razvoj novih izdelkov z nižjo energetsko vrednostjo težaven, saj zmanjšanje oz. odstranitev nekaterih sestavin zelo vpliva na tehnološke značilnosti.

Veliko sodobnih bolezni, kot so debelost, sladkorna bolezen, bolezni srca in ožilja so povezane z nepravilno in neuravnoteženo prehrano, s prekomernim uživanjem maščob, soli in sladkorja. Namen diplomske naloge je bil ugotoviti, kako različna količina in vrsta sladkorja ter vrsta moke vplivajo na senzorične lastnosti, parametre teksture in barve ter fizikalno-kemijske parametre biskvitov. Vplive različnih mok (pšenična moka, brezglutenska moka, mešanica koruznega škroba in pšenične moke) in dodatkov različnih sladkorjev (saharoze, rjavega sladkorja, fruktoze) smo spremljali s senzoričnim, fizikalno-kemijskimi metodami in instrumentalnim merjenjem teksture in barve.

Na osnovi predposkusa smo določili vrste zgoščeval in sladkorjev ter njihove dodatke. Spekli smo 27 različnih biskvitov v dveh ponovitvah. 24 ur po peki smo biskvite senzorično ocenili, instrumentalno izmerili barvo in teksturo, s kemijskimi metodami določili vsebnost vode, pepela, maščob in beljakovin ter izračunali vsebnost ogljikovih hidratov in energijske vrednosti.

Predpostavili smo, (i) da bodo zaznavne razlike v instrumentalni in senzorični kakovosti biskvitov, izdelanih z različnimi škrobi (pšenična moka, brezglutenska moka, mešanica koruznega škroba in pšenične moke), (ii) da se bodo biskviti, narejeni z različnimi sladili (saharozna, fruktoza, rjavi sladkor) ločili v nekaterih senzoričnih lastnostih (kot so barva, vonj in aroma) in instrumentalno izmerjeni barvi ter (iii) da vsebnost sladkorja v biskvitih lahko zmanjšamo za 22 %, kar bo še vedno zagotavljajo sprejemljivo senzorično kakovost (ocena sladkosti, arome in teksture lahko odstopa od optimalne za 0,5 točke oz. 1 točko).

Vrsta moke oz. škroba vpliva na teksturo in višino, biskviti iz brezglutenske moke so bolj drobljivi in imajo najmanjšo čvrstost, so tudi najvišji, medtem ko so si biskviti iz pšenične moke in mešanice koruznega škroba in pšenične moke dokaj podobni. Vrsta sladkorja značilno vpliva na senzorične lastnosti, barvo in teksturo. Biskviti s fruktozo imajo večjo čvrstost, so manj prožni, so bistveno temnejši kot biskviti s saharozo in imajo neprimerno aromo in vonj. Biskviti z rjavim sladkorjem imajo primerno aromo, dajo dober občutek v ustih in so podobni biskvitom s saharozo. Zelo značilen vpliv na lastnosti ima pa količina sladkorja, biskviti z najmanjšim dodatkom sladkorja, so občutno manj sladki (2,9-3,1 točk), tudi ostale senzorične ocene so nižje, imajo večjo čvrstost, vsebujejo pa manj ogljikovih hidratov in so manj kalorični.

Če želimo zmanjšati dodatek sladkorja za 22 % in da ta biskvit še vedno doseže sprejemljive senzorične lastnosti (občutek sladkosti dobi oceno 3,5 točke), lahko uporabimo saharozo, vendar le pri biskvitih iz pšenične moke in mešanice koruznega škroba in pšenične moke.

Če pa vzamemo kot sprejemljivo sladkost zmanjšanje sladkosti za 1 točko, lahko dodatek sladkorjev še zmanjšamo, vendar to zmanjšanje sladkorjev negativno vpliva na ostale parametre in senzorične lastnosti (slabša aroma in vonj, manjša prožnost, nižji, bolj trdi biskviti, neprimerna barva...) in biskvit ne moremo oceniti kot biskvit sprejemljive senzorične kakovosti.

7 VIRI

- Adams M. J. 1998. The principles of multivariate data analysis. V: Analytical methods of food authentication. Ashurst P. R., Dennis M. J. (eds.). London, Blackie Academic & Professional: 308-566
- Ait Ameer L., Mathieu O., Lalanne V., Trystram G., Birlouez-Aragon I. 2007. Comparison of the effects of sucrose and hexose on furfural formation and browning in cookies baked at different temperatures. *Food Chemistry*, 101, 4: 1407-1416
- Ames J.M. 2003. Browning: Nonenzymatic. V: Encyclopedia of food sciences and nutrition. Vol. 2. 2nd ed. Caballero B., Trugo L.C., Finglas P.M. (eds.). Amsterdam, Academic Press: 665-782
- Baeva M.R., Panchev I.N., Terzieva V.V. 2000. Comparative study of texture of normal and energy reduced sponge cakes. *Food/Nahrung*, 44: 242-246
- Baik O.D., Marcotte M., Castaigne F. 2000. Cake baking in tunnel type multi-zone industrial ovens. *Food Research International*, 56, 7: 599-604
- Batič M., Smole Možina S., Raspor P. 1993. Biotehnološka proizvodnja ogljikohidratnih sladil in njihovih nadomestkov. V: Ogljikovi hidrati. 15. Bitenčevi živilski dnevi '93, Ljubljana, 10.-11. junij 1993. Plestenjak A., Žlender B., Zelenik-Blatnik A. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilsko tehnologijo: 95-104
- Bayon M.A., Ruiz-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 cake. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55: 1418-1426
- Bean M.M., Yamazaki W.T. 1978a. Wheat starch gelatinization in sugar solutions I. Sucrose: microscopy and viscosity effects. *Cereal Chemistry*, 55, 6: 936-944
- Bean M.M., Yamazaki W.T. 1978b. Wheat starch gelatinization in sugar solutions II. Fructose, glucose and sucrose: Cake performance. *Cereal Chemistry*, 55, 6: 945-952
- Bennion E.B., Bamford G.S.T. 1997. The technology of cake making. 6th ed. London, Blackie Academic & Professional: 19-24, 85-99, 274-288
- Capuano E., Ferrigno A., Acampa I., Ait Ameer L., Fogliano V. 2008. Characterization of Maillard reaction in bread crisps. *European Food Research and Technology*, 228, 2: 311-319
- Cauvain S.P. 2003. Cakes: Nature of cakes. V: Encyclopedia of food sciences and nutrition. Vol. 2. 2nd ed. Caballero B., Trugo L.C., Finglas P.M. (eds.). Amsterdam, Academic Press: 751-756
- Cauvain S.P., Young L.S. 2008. Bakery food manufacture and quality: water control and effects. Chichester, Wiley-Blackwell: 289 str.

- Conforti F. 2007. Fundamentals of cakes: Ingredients and production. V: Handbook of food products manufacturing. Hui Y.H. (ed.). Hoboken, Wiley-Interscience: 307-324
- Declour J.A., Hoseney R.C. 2010. Principles of cereal science and technology. 3rd ed. St. Paul, AACC International: 56-57
- DesRochers J.L., Seitz K.D., Walker C. E. 2003. Cakes: Chemistry of baking. V: Encyclopedia of food sciences and nutrition. Vol. 2. 2nd ed. Caballero B., Trugo L.C., Finglas P.M. (eds.). Amsterdam, Academic Press: 760-765
- Donovan M. 2003. Sugar: Refining of sugarbeet and sugarcane. V: Encyclopedia of food sciences and nutrition. Vol. 9. 2nd ed. Caballero B., Trugo L.C., Finglas P.M. (eds.). Amsterdam, Academic Press: 5659-5665
- Fennema O.R. 1996. Food chemistry. 3rd ed. New York, Marcel Dekker: 1069 str.
- Fink M. 1986. Senzorična in hranilna kakovost sladice. Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilsko tehnologijo: 69 str.
- Gaena R., Allais I., Trystram G., Gros J.B. 2007. Influence of aeration condition on physical and sensory properties of aerated cake batter and biscuits. Journal of Food Engineering, 79, 3: 1020-1032
- Golob T., Bertonec J., Doberšek U., Jamnik M. 2006. Senzorična analiza živil. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 81 str.
- Govekar K. 2011. Kakovost pecilnega praška. Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 62 str.
- 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: 556-538
- Hodge J. E. 1953. Chemistry of browning reactions in model systems. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 1, 15: 928-943
- Hrovat M. 2000. Surovine v pekarstvu in slašičarstvu. Ljubljana, Tehniška založba Slovenije: 64 str.
- Hrovat M. 2001. Osnove tehnologij slašičarstva. Ljubljana, Tehniška založba Slovenije: 120 str.
- Huberlant J. 1993. Sucrose. V: Encyclopedia of food sciences and nutrition. Vol. 9. 2nd ed. Caballero B., Trugo L.C., Finglas P.M. (eds.). Amsterdam, Academic Press: 5636-5641
- 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: 907-911

- Jacobson K. A. 1997. Whey protein concentrates as functional ingredients in baked goods. *Cereal Foods World*, 42, 3: 138-141
- Johnson J.M., Conforti F. D. 2003. Fructose. V: *Encyclopedia of food sciences and nutrition*. Vol. 4. 2nd ed. Caballero B., Trugo L.C., Finglas P.M. (eds.). Amsterdam, Academic Press: 2748-2752
- Kelsey A. B. 2008. What is non-gluten flour? Fredericksburg, Conjecture Corporation: 4str.
<http://www.wisegeek.com/what-is-non-gluten-flour.htm> (7. november 2011).
- Knez M. 1974. Tehnologija pekarstva. Ljubljana, Državna založba Slovenije: 37-41, 71-72
- Kroh L.W. 1994. Caramelisation in food beverages. *Food Chemistry*, 51, 4: 373-379
- Lazaridou A., Biliaderis C.G., Bacandritsos N., Sabatini A.G. 2004. Composition, thermal and rheological behaviour of selected Greek honeys. *Journal of Food Engineering*, 64: 9-21
- Lostie M., Peczalski R., Andrieu J., Laurent M. 2002a. Study of sponge cake batter baking process. Part I: Experimental data. *Journal of Food Engineering*, 51, 2: 131-137
- Lostie M., Peczalski R., Andrieu J., Laurent M. 2002b. Study of sponge cake batter baking process. Part II: Modeling and parameter estimation. *Journal of Food Engineering*, 55: 349-357
- Martins S.I.F.S., Jongen W.M.F., van Boekel M.A.J.S. 2001. A review of Maillard reaction on food and implications to kinetic modelling. *Trends in Food Science and Technology*, 11, 9-10: 364-373
- Megahey E.K., McMinn W.A.M., Magee T.R.A. 2005. Experimental study of microwave baking of madeira cake batter. *Food and Bioproducts Processing*, 83, C4: 277-287
- Mondal A., Datta A.K. 2008. Bread baking: a review. *Journal of Food Engineering*, 86, 4: 465-474
- Pedreschi F., Leon J., Mery D., Moyano P. 2006. Development of a computer vision system to measure the color of potato chips. *Food Research International*, 39: 1092-1098
- Plestenjak A., Golob T. 2003. Analiza kakovosti živil. Ponatis 2. izdaje. Ljubljana. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 92-99
- Purlis E. 2010. Browning development in bakery products: a review. *Journal of Food Engineering*, 99: 239-249
- Ronda F., Gómez M., Blanco C.A., Caballero P.A. 2005. Effects of polyols and

nondigestible oligosaccharides on the quality of sugar-free sponge cakes. *Food Chemistry*, 90: 549-555

SAS Software. Version 8.01. 1990. Cary, SAS Institute Inc.: software

Schrott H. 1996. *Slaščičarstvo*. Ljubljana, Tehniška založba Slovenje: 68 str.

Stadelman W.J. 2003. Eggs: Structure and composition. V: *Encyclopedia of food sciences and nutrition*. Vol. 3. 2nd ed. Caballero B., Trugo L.C., Finglas P.M. (eds.). Amsterdam, Academic Press: 2005-2009

Žlender B., Skvarča M. 2008. *Tehnologija gotovih jedi*. Zbirka vaj za predmet. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 39 str.