

Česká zemědělská univerzita v Praze

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních
zdrojů**

Katedra mikrobiologie, výživy a dietetiky



**Vliv reformulace pekařských výrobků na jejich
kvalitu**

Bakalářská práce

Lucie Svadbíková

Kvalita produkce

doc. Ing. Lenka Kouřimská, Ph.D.

© 2020 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Vliv reformulace pekařských výrobků na jejich kvalitu" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucí bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 20. 7. 2020

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala paní docentce Lence Kouřimské za odborné a laskavé vedení mé práce, a také za to, že ve mne neztratila víru; panu inženýru Oldřichu Faměrovi za poskytnutí cenných rad, a paní Boženě Riljákové za čas, který mi věnovala při práci v laboratoři. Dále také rodině a svým přátelům za pochopení a podporu při psaní.

Vliv reformulace pekařských výrobků na jejich kvalitu

Souhrn

Sůl je důležitou součástí lidské stravy. Zvýrazňuje chuť, a má celkově pozitivní vliv na další sensorické vlastnosti potravin. Podle WHO však přijímáme ve stravě více soli, než je nezbytné a zdravé. Vysoké dávky chloridu sodného jsou spojovány se zvýšeným rizikem rozvoje chorob srdce a cév. Reformulace je efektivní možností, jak pozitivně ovlivnit vlastnosti potravin, které mají vliv na zdraví, při zachování jejich sensorických vlastností. Zaměření na pekařské výrobky může pomoci zlepšit velkou část složení stravy.

Cílem této studie bylo zhodnotit rozdíly v sensorických vlastnostech pečiva, obsahujícího různá množství soli analýzou z pohledu více kvalitativních parametrů a jejich vzájemných propojení. V laboratorních vzorcích pečiva byl snížen, nebo zčásti nahrazen původní obsah chloridu sodného, a to chloridem draselným a chloridem vápenatým v různých množstvích. Byly změřeny reologické vlastnosti těsta a také rozměry a objem finálních produktů. Výsledky obou těchto měření vykazovaly rozdíly korelující se změnami v receptuře. Byla provedena sensorická analýza zkouškou intenzitní i hedonickou a provedeno vyhodnocení statistickými metodami. Výsledky ukázaly, že sensorické vnímání se lišilo podle jednotlivých vzorků.

Klíčová slova: sensorické hodnocení, potravinová reformulace, pekařské výrobky, příjem sodíku

The effect of reformulation of bakery products on their quality

Summary

Salt is an integral part of the human diet. It enhances flavour and has an overall positive effect on other sensory properties of food. However, according to WHO, we consume more salt than necessary and healthy. High doses of sodium chloride have been linked to increased risks of developing cardiovascular illnesses. Therefore, food reformulation is an effective option of positively influencing the health-affecting properties of the food while conserving its sensory qualities. Focusing on baked goods could help improve a major part of our diet.

The aim of this study is to assess the differences in sensory quality of baked products containing different quantities of salt by an analysis of different aspects of quality and their mutual links. In the experimental samples, the amount of sodium chloride was either reduced or partially substituted with potassium or calcium chlorides in varying amounts. Rheological characteristics of the dough were measured, as well as the size of the final products. Both the results showed alterations correlating with the composition of the products. Sensory analysis was conducted with both hedonic and intensity methods. The results showed that the sensory perception varies with salt contents.

Keywords: sensory analysis, food reformulation, bakery products, sodium intake

Obsah

1	Úvod	8
2	Cíl práce	9
3	Reformulace pekařských výrobků	10
3.1	Role pečiva ve výživě	10
3.2	Problémy spojené se zastoupením pečiva ve výživě	11
3.3	Principy reformulací různých složek stravy	11
3.3.1	Sacharidy.....	11
3.3.1.1	Cukry.....	11
3.3.2	Lipidy.....	12
3.3.3	Sůl.....	12
3.3.3.1	Draselný kation	13
3.3.3.2	Vápenatý kation.....	13
3.3.3.3	Jiné látky	14
3.4	Hodnocení kvality pekařských výrobků	14
4	Materiál a metody	15
4.1	Materiál	15
4.2	Metody	16
4.2.1	Senzorická analýza	16
4.2.2	Měření vlastností mouky pomocí farinografu	16
4.2.3	Fyzikální měření	16
4.2.3.1	Vážení	16
4.2.3.2	Měření rozměrů.....	17
4.2.3.3	Měření objemu	17
4.2.4	Statistické zpracování dat	17
4.2.4.1	Shluková analýza.....	17
4.2.4.2	Vícefaktorová ANOVA s interakcemi	17
5	Výsledky	18
5.1	Výsledky sensorického hodnocení	18
5.1.1	Vzájemné porovnání jednotlivých vzorků	18
5.1.2	Korelace sensorických parametrů	21
5.1.3	Shlukování.....	23
5.2	Výsledky reologického a fyzikálního hodnocení	23
5.2.1	Porovnání korelací s různými parametry.....	24

5.2.2	Shlukování reologických a fyzikálních parametrů.....	26
6	Diskuze	29
6.1	Výsledky sensorického hodnocení	29
6.2	Výsledky reologického a fyzikálního hodnocení	30
7	Závěr.....	31
8	Literatura	32
9	Samostatné přílohy	I

1 Úvod

V současné době je obrovským problémem vysoký výskyt nadváhy, obezity a s nimi spojených nemocí, a to v České republice i celosvětově, a to u dětí i dospělých. Tyto problémy jsou zčásti způsobeny sedavým životním stylem, ale důležitou roli hraje také stravování, respektive přijímání energeticky bohatých potravin, nebo potravin, které obsahují vysoké množství soli (WHO, 2020a). Právě se solí je spojováno mnoho onemocnění srdce a cév, a je proto důležité tento problém adresovat (WHO, 2020b).

Způsoby řešení tohoto problému se různí, do omezené míry je vhodné vzdělávání spotřebitele, avšak k možným řešením patří také reformulace potravin neboli změny v recepturách. Reformulovat lze více složek potravy; v současné době jsou nejdiskutovanějšími změnami ty v obsahu tuků, cukrů a soli (Sluková et Skřivan, 2019).

Při reformulacích je však potřeba sledovat veškeré aspekty kvality výsledného produktu, jakými jsou například vlastnosti senzorycké či technologické, a také celkovou bezpečnost a nutriční hodnotu, aby úpravou potravina neztratila některou ze svých charakteristických vlastností.

2 Cíl práce

Cílem této bakalářské práce bylo v teoretické části shrnout nejnovější poznatky na téma reformulací potravin, a v praktické části vyhodnotit, zda je možné dosáhnout stejných vlastností pekařských produktů při sníženém obsahu chloridu sodného, případně při změněném složení solí. Na základě zjištění poté vypracovat doporučení pro společnost Backaldrin.

Byla formulována hypotéza, že reformulace ovlivní pekařské výrobky po stránce sensorické, reologické, a zároveň i po stránce objemové a rozměrové.

3 Reformulace pekařských výrobků

Reformulací receptur obecně rozumíme změnu ve výrobním postupu či ingrediencích daného pokrmu nebo produktu. Účelem takové změny je zvýšení podílu nutričně příznivých látek, zvýšení jejich stability, a také snížení či celková eliminace obsahu složek nepříznivých (Sluková et Skřivan, 2016). Pekařským výrobkem se podle vyhlášky č. 18/2020 Sb., kterou se provádí § 18 písm. a), b), g) a h) zákona č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů, pro mlýnské obilné výrobky, těstoviny, pekařské výrobky a cukrářské výrobky a těsta, ve znění pozdějších předpisů rozumí výrobek získaný tepelnou úpravou těst nebo hmot, jehož sušina je s výjimkou trvanlivého a jemného pečiva ze šlehaných hmot, proteinových a čistozrnných výrobků a bezlepkových pekařských výrobků v převažujícím podílu tvořena mlýnskými obilnými výrobky.

3.1 Role pečiva ve výživě

Chléb provází lidstvo od neolitické revoluce, a po celou dobu je považován za základní složku lidské stravy. Během historie se požadavky na jeho senzorycké vlastnosti měnily a vyvíjely, a spolu s nimi docházelo ke změnám v technologických postupech. Spolu s tímto vývojem se utvářely i preference na určité obiloviny; v současnosti je za klíčovou považována pšenice, v některých částech Evropy ji pak doplňuje žito, okrajově ječmen a oves (Sluková et Skřivan, 2016).

Pekařské výrobky dle vyhlášky č. 18/2020 Sb. lze dále blíže specifikovat podle různých kritérií.

Běžné pečivo je „pekařský výrobek vyrobený z pšeničné mouky nebo jiných mlýnských obilných výrobků a dalších složek, který obsahuje méně než 8 % bezvodého tuku a méně než 5 % cukru, vztaženo na celkovou hmotnost použitých mlýnských obilných výrobků“ (Ministerstvo zemědělství, 2020). Do této kategorie spadá například pečivo rolované, jako jsou rohlíky či chlebičkové večky, a pečivo ražené, tedy housky a kaiserky (Sluková et Skřivan, 2016). Toto pečivo je považováno za základ výživové pyramidy, spolu s dalšími cereálními výrobky jakými jsou například těstoviny nebo cereálie, a je tedy významnou základní složkou každodenní stravy člověka (Brát et al., 2015).

Jemné pečivo je popisováno jako „pekařský výrobek vyrobený z pšeničné mouky nebo jiných mlýnských obilných výrobků a dalších složek, který obsahuje nejméně 8 % bezvodého tuku nebo nejméně 5 % cukru, vztaženo na celkovou hmotnost použitých mlýnských obilných výrobků, popřípadě plněný různými náplněmi před pečením nebo plněný po upečení džemem, povidly, ovocnou pomazánkou nebo náplněmi, které jsou mikrobiálně stabilní za běžných podmínek uvádění na trh, nebo povrchově upravený“ (Ministerstvo zemědělství, 2020). Typickými příklady jemného pečiva jsou výrobky z kynutého těsta, například vánočky, mazance a štoly, sladké rohlíky a makovky; dále také záviny, buchty, koláče, smažené pečivo jako například koblihy, nebo výrobky z listového těsta, jako croissanty (Sluková et Skřivan, 2016). Tento druh pečiva je z výživového hlediska velmi nevyvážený, právě kvůli vysokému obsahu cukrů a nasycených tuků, a není tedy vhodný ke každodenní konzumaci (Skřivan et Sluková, 2015).

3.2 Problémy spojené se zastoupením pečiva ve výživě

Z historického hlediska bylo bílé pečivo, zejména pak to jemné, považováno za luxusnější komoditu; bylo konzumováno pouze příležitostně, a jeho výživová hodnota nebyla tedy pro spotřebitele problematická (Sluková et Skřivan, 2016). V současné době se však jeho spotřeba změnila, je konzumováno častěji, patří do každodenní stravy, a proto je potřeba adresovat jeho výživové nedostatky. Mezi ty patří například to, že pšeničné pečivo často obsahuje jen velmi malé množství vlákniny, a naopak může obsahovat vysoké množství cukrů a nenasycených mastných kyselin díky vysokému vymletí obilí při výrobě světlé hladké mouky (Sluková et Skřivan, 2016).

V neposlední řadě se mezi problematické složky řadí také sůl. Podle výzkumu Evropské komise (2012) je v České republice v současnosti průměrný denní příjem soli přibližně 16,5 g, což je zhruba trojnásobný příjem oproti doporučením WHO (Dostálová et Brát, 2015; WHO, 2020b). Na základě informace, že průměrná denní spotřeba pečiva v Evropě je 170 g na osobu, a průměrný obsah soli v pečivu se pohybuje okolo 1–2 %, lze předpokládat, že pouhou konzumací pečiva spotřebitel vyčerpá značnou část svého denního limitu pro příjem sodných iontů (Brát et al., 2015; Dostálová et Brát, 2015; Quilez et Salas-Salvado, 2012). Právě nadměrný denní příjem sodných iontů, je v posledních letech spojován s řadou zdravotních komplikací, jakými jsou například onemocnění srdce a cév, hypertenze, nebo také s výskytem nadváhy až obezity, a to u dospělých, ale často i u dětí (Brown et al., 2009; Ministerstvo zdravotnictví, 2013).

K problematice výživy obyvatelstva lze přistupovat více způsoby, které se v ideálním případě doplňují. Důkladným a kontinuálním vzděláváním spotřebitele lze docílit toho, že bude věnovat větší pozornost výrobkům, které konzumuje, a reformulací výrobků poskytnout dostupné alternativy pro celou škálu výživových potřeb.

3.3 Principy reformulací různých složek stravy

Na základě výživových doporučení vydávaných Společností pro výživu (2012) v souladu s cíli kladenými WHO (2012) existuje vícero složek stravy, kterým je třeba věnovat pozornost. Proto jsou také výzkumy na téma reformulací rozděleny do několika směrů.

3.3.1 Sacharidy

Sacharidy jsou významným zdrojem energie pro lidský organismus. Minimální množství, jež je potřeba denně přijmout, se pohybuje okolo 50-100 g denně. Podle funkce ve výživě se rozdělují na využitelné, částečně využitelné a nevyužitelné (Kohout, 2010) či podle stavby na mono- oligo- a polysacharidy. Z hlediska reformulací je vhodné se zabývat především cukry, tedy mono- a oligo sacharidy.

3.3.1.1 Cukry

Označení cukr je obvykle v pekařských recepturách používáno pro krystalickou sacharózu. Její obsah je pak problémem spíše v pečivu jemném, kam je cukr dodáván pro zjemnění chuti, než v běžném pečivu, do kterého je přidáván spíše v nízkých dávkách nebo

vůbec. Role sacharózy v takovém pečivu je z větší části sensorická, z menší technologická, kdy slouží jako zdroj zkvasitelných cukrů pro kvasinky (Sluková et Skřivan, 2019) nebo například dodává těstu viskozitu a stabilizuje vzduchové bubliny (van der Sman et Renzetti, 2019).

Podle WHO (2015) by denní příjem cukrů měl být omezen na méně než 10 % celkového denního příjmu. Výzkumy se zabývají možnostmi prostého snížení obsahu sacharidů, nebo jejich částečným nahrazením (Luo et al., 2019). Struck et al. (2014) nabízí jako možné přírodní alternativy tagatosu, steviol glykosidy či fruktany; jako umělá sladidla například aspartam, sacharin nebo sukralosu, a případně také polyoly, avšak dodává, že žádná z těchto alternativ není univerzální náhradou sacharózy.

3.3.2 Lipidy

Tuky patří spolu se sacharidy a bílkovinami k základním živinám. Představují vydatný zdroj energie a důležitý zdroj vitamínů ve výživě nezbytných. Jsou také zodpovědné za významnou část sensorických vlastností potravin, protože dodávají potravinám jemnost, a také charakteristickou chuť a vůni (Dostálová, 2010). Jejich význam v technologii je pak ten, že ovlivňují mikrostrukturu těsta a pozdější změny vedoucí ke stárnutí výrobku (Sluková et Skřivan, 2019). Fakt, že jsou vydatným zdrojem energie, však z hlediska výživového může být problémem, a proto je žádoucí jejich obsah v potravinách upravovat (WHO, 2015a). Velkou roli při reformulaci složení tuků hraje také výběr vhodných mastných kyselin; za nevhodné jsou považovány nasycené, případně trans-nenasycené mastné kyseliny (Dostálová, 2010).

U tuků v pekařských výrobcích je nejsnazší formou reformulace právě nahrazení nasycených tuků těmi mono- i polyenovými (Sluková et Skřivan, 2019).

Jako alternativu k nahrazení lipidů látkami s nižší energetickou hodnotou nabízí Rodríguez-García et al. (2013) například inulin.

3.3.3 Sůl

Pro reformulaci obsahu soli v pečivu existují dvě základní komplikace. Tou první je, že ze sensorického hlediska je sůl v pečivu významným nositelem nejen slané chuti, ale i samotné intenzity chuti (Miller et Hoseneý, 2008; Salovaara, 2009), její redukce tedy znamená nutnost nalezení alternativního zdroje obou vlastností.

Druhou jsou technologické vlastnosti soli. Sůl se významnou měrou podílí na reologických vlastnostech těsta. Její přítomnost má prokazatelně významný vliv na formulaci lepkové struktury těsta (Tuhumury et al., 2014). Dále je využívána k maskování nežádoucích pachutí (Ambrosewicz-Walacik et al., 2016; Quilez et Salas-Salvado, 2012). Také hraje významnou roli při fermentaci těsta. V užívaných koncentracích, které se obvykle pohybují okolo 2 %, omezuje aktivitu kvasinek, čímž dochází ke snížení produkce CO₂ a následnému zpomalení procesu zrání těsta; nižší přídavek naopak může aktivitu kvasinek stimulovat (Miller et Hoseneý, 2008; Salovaara, 2009; Sluková et Skřivan, 2019).

Jedním ze způsobů, jakým upravovat množství soli v pečivu, je způsob technologický, kterým je nehomogenní rozptýl částic soli v pečivu; takový postup umožňuje až 28% snížení obsahu soli při zachování stejné intenzity slané chuti (Noort et al., 2010).

Silow et al. (2016) navrhuje možnost prostého snížení obsahu soli, a poté využití látek zvýrazňující chuť. Jako takové substituenty nabízí například některé aminokyseliny, laktáty

nebo například výrobky na bázi sóji; Cepanec et al., (2017) nabízí soli různých nutričně přijatelných kyselin nebo cukerné alkoholy.

Sluková et Skřivan (2019) také zmiňují přípravek *Soda-Lo* v podobě mikrokrystallické soli. Tento přípravek je vyráběn ze směsi jemně granulované mořské soli, maltodextrinu a vody, která poté projde speciálními technologickými úpravami. Tento přípravek díky své struktuře a většímu měrnému povrchu rychleji interaguje s chuťovými pohárky, a tedy umožňuje nižší obsah NaCl v produktu.

Slanou chuť také vykazují i jiné látky než NaCl. Jejich přítomnost však kromě slané chuti často poskytuje i nežádoucí pachuti, například hořkou nebo kovovou (Sinopoli et Lawless, 2012).

3.3.3.1 Draselný kation

Chlorid draselný patří z hlediska možností reformulace k nejvýznamnějším alternativám. Jeho výhodou je i fakt, že draselný kation funguje v těle jako protiváha kationu sodného, a napomáhá tedy k regulaci systolického krevního tlaku a přímé prevenci onemocnění srdce a cév (Sluková et Skřivan, 2019). Zároveň je příjem draslíku ve stravě celosvětově spíše podprůměrný, proto je nahrazení části obsahu chloridu sodného chloridem draselným považováno za vhodnou a žádoucí úpravu (van Mierlo et al., 2010).

Zásadní nevýhodou KCl je, že kromě chuti slané s sebou přináší i další, nežádoucí příchutě; nejtýpičtěji hořkou či kovovou (Sinopoli et Lawless, 2012). Proto není možné provést celkovou záměnu, ale využívá se kombinace chloridu sodného a draselného; Salovaara (2009) tvrdí, že tento postup je přijatelný do záměny 20 % NaCl za KCl, Sluková et Skřivan (2019) říkají, že se nežádoucí změna chuti projeví už při 25% nahrazení a Sinopoli et Lawless (2012) připouští záměnu až 30 %. Další variantou je použití jiných přípravků pro maskování těchto nežádoucích pachutí; Toldrá et Barat (2009) navrhuji například glutamát sodný, hořčičnaté soli nebo sladidla.

Další navrhovanou alternativou je přidat do směsi i uhličitan draselný, spolu s dalšími solemi (Toldrá et Barat, 2009).

3.3.3.2 Vápenatý kation

Další alternativou jsou vápenaté ionty. Pro ty hovoří opět i fakt, že ve stravě celosvětově převažuje spíše deficit vápníku, a proto by potenciální snížení obsahu sodných iontů a fortifikace vápenatými mohla mít nutričně příznivé účinky. V roce 2013 byla provedena studie, která prokázala, že 50% náhrada soli za směs CaCl_2 a CaCO_3 (v použitém poměru 1:1) měla za následek několik nežádoucích reologických změn. V tomto pokusu se vycházelo z 1,8% obsahu soli v původní receptuře (Sluková et Skřivan, 2019). Podle Bassett et al. (2014) je technologicky možné dosáhnout až 80% nahrazení sodné soli za vápenaté soli, ale pečivo si nezachová svou kvalitu; pro zachování reologických vlastností a kvality je podle této studie maximální nahrazené množství NaCl 50 %.

3.3.3.3 Jiné látky

Slaná chuť nemusí být produkována jen chloridy a jejich směsmi. Toldrá (2009) nabízí alternativu směsi chloridu sodného i s uhličitany a sírany, jmenovitě například síran hořečnatý, laktáty, citráty či sukcináty.

3.4 Hodnocení kvality pekařských výrobků

Pod pojmem kvalita lze chápat různá pojetí, v současné době je nejlépe definována jakostními požadavky platných právních předpisů. Naopak nejsou žádná objektivní srovnání, zda pekařské výrobky vyráběné v současnosti jsou kvalitnější než ty, které se prodávaly v minulosti. Jedním z důvodů je i to, že spotřebitelské preference se mění a vyvíjejí (Příhoda et al., 2013).

Způsob, jakým se hodnocení jakosti v současnosti provádí, je senzorickou analýzou. Senzorická analýza je vědní disciplína, používaná k vyvolání, měření a analyzování reakcí těch charakteristik potravin a dalších materiálů, které jsou vnímány zrakovým, čichovým, chuťovým, sluchovým a hmatovým smyslem (ISO, 2008). Stejně jako pro ostatní vědecké disciplíny, je potřeba zajistit takové podmínky, aby měření bylo objektivní, přesné a reprodukovatelné.

4 Materiál a metody

4.1 Materiál

V provozovně školicího střediska společnosti Backaldrin s.r.o. bylo podle obvyklé receptury nachystáno osm těst s různými obsahy soli. Všechna těsta obsahovala 1000 g pšeničné mouky, 550 g vody, 40 g droždí, 40 g oleje a 10 g pekařského přípravku RIP 1%. Použitý olej byl 100% řepkový, značky TopQ for professionals. Pekařský přípravek, který si společnost Backaldrin produkuje sama, obsahuje pšenici (sladová mouka), emulgátor E481, ječný sladový extrakt, kyselinu askorbovou a enzymy. Použité droždí je pekařské droždí značky Vivo. První těsto bylo připraveno s obsahem 20 g chloridu sodného. Ve druhém vzorku byl obsah soli snížen o 10 % na 18 g NaCl. Množství soli ve třetím a čtvrtém vzorku bylo dále snižováno o 20 resp. 30 % oproti vzorku č. 2. Pro přehlednost byla přidána tabulka 4.1. U vzorků č. pět a šest byl zprvu snížen obsah soli o 10 % a dalších 10 a 15 % nahrazeno chloridem draselným; tyto vzorky tedy obsahovaly 14,4 g NaCl a 3,6 g KCl pro 10% snížení a 12,6 g NaCl a 5,4 g KCl pro snížení 15%. U vzorků č. sedm a osm byl aplikován stejný postup jako u předchozích dvou, s náhražkou CaCl₂.

Tabulka 4-1: Obsah solí v jednotlivých vzorcích

Vzorek	NaCl	KCl	CaCl ₂
1	20,0	-	-
2	18,0	-	-
3	14,4	-	-
4	12,6	-	-
5	14,4	3,6	-
6	12,6	5,4	-
7	14,4	-	3,6
8	12,6	-	5,4

S úpravou obsahu soli se navážky ostatních ingrediencí nezměnily, celkové hmotnosti jednotlivých těst byly proto více méně vyrovnané.

Tabulka 4-2: Rozdíly v celkové hmotnosti těst mezi vzorky

Vzorek	celková hmotnost těsta [g]
1	1660,0
2	1658,0
3	1654,4
4	1652,6
5	1658,0
6	1658,0
7	1658,0
8	1658,0

Voda byla vytemperována na 18 °C, jednotlivé ingredience byly smíseny v míchačce těsta, nejprve na pomalou rychlost 6 minut, poté na vyšší dalších 6 minut. Po smísení byla pro kontrolu změřena teplota vyhněteného těsta, a dále se těsto nechávalo 40 minut zrát. Po dokončení zrání se těsto strojem dělilo na stejnoměrné dílky. Dvě třetiny těchto dílků se přesunuly do tvarovacího stroje, ve kterém byly vytvarovány rohlíky, jedna třetina byla ponechána ve formě klonků. Polotovary byly přesunuty do kynárny o teplotě 30 °C, kde probíhalo kynutí po dobu 40 minut, a následně vloženy do pece na 12 minut k upečení.

4.2 Metody

4.2.1 Senzorická analýza

Senzorické analýzy se zúčastnilo 43 respondentů (neškolených hodnotitelů), kteří před hodnocením prošli pouze základním školením. V předpřipravených formulářích měli vyplnit své pohlaví a věk, a dále hodnocení jednotlivých vzorků. Svě odpovědi zaznamenávali na grafické lineární orientované nestrukturované stupnici o délce 100 mm od, kde levý konec stupnice v parametrech intenzity znamenal hodnotu neznatelnou a pravý velmi silnou, v parametrech příjemnosti 0 znamenala odporná a 100 vynikající. Hodnoceny byly tyto deskriptory: celková příjemnost textury, soudržnost, celková příjemnost chuti, celková intenzita chuti, intenzita sladké chuti, intenzita slané chuti, intenzita hořké chuti, intenzita kovové chuti, intenzita mýdlové chuti a intenzita pachutí. Vzor formuláře je uveden v Příloze 1.

Bylo taktéž provedeno hodnocení parametrů, které jsou součástí hodnocení výrobků při standardizovaném pekařském pokusu. Hodnoceny byly tvar, barva kůry, parcelace, pružnost střídky, celkový chuťový vjem, zámek rohlíku a pórovitost. Vzor formuláře je uveden v Příloze 3.

4.2.2 Měření vlastností mouky pomocí farinografu

V podmínkách laboratoře ČZU byla vymíchána pšeničná mouka T530 pro přípravu těst se stejným obsahem všech surovin, jako u původních vzorků. Z první části mouky bylo připraveno a změřeno postupně šest těst, poté muselo být provedeno druhé vymíchání a připravena poslední dvě těsta. Tato těsta v souladu s ISO normou 5530-1:1988 vždy obsahovala 300 g mouky, příslušné množství daných solí a veškeré ostatní suroviny podle původní receptury. Vzorek číslo 1 tedy obsahoval 6 g NaCl, vzorky 2–4 dále 5,4 g, 4,32 g a 3,78 g. Vzorek číslo 5 obsahoval 4,32 g NaCl a 1,08 g KCl, vzorek č. 6 pak 3,78 g NaCl a 1,62 g KCl. U vzorků č. 7 a 8 byl obsah solí stejný, avšak KCl byl nahrazen CaCl₂.

Na přístroji (výrobce Brabender, země původu Německo) byly měřeny vaznost mouky, vývin těsta, stabilita těsta a pokles konzistence.

4.2.3 Fyzikální měření

4.2.3.1 Vážení

Jednotlivé vzorky byly váženy celkem 3× s časovými rozestupy po 30 minutách, kdy první vážení bylo provedeno 30 minut po vytažení z pece. Poslední měření potvrdilo ustálení

hmotnosti. Vzorky byly váženy po třech sériích, kdy jedna navážka sestávala ze tří náhodně zvolených klonků, a dvě navážky každá z pěti rohlíků. Vážilo se s přesností na 3 desetinná místa.

4.2.3.2 Měření rozměrů

Rozměry byly měřeny pravítkem, mezi dvěma pevnými body, které odpovídaly nejvzdálenějším bodům na pečivu. U rohlíků byla takto měřena délka, šířka a výška, u klonků byla měřena pouze výška a šířka. Měření bylo prováděno u každého kusu ze série, tedy 5× u rohlíků a 3× u klonků, a z těchto výsledků byl vypočten aritmetický průměr.

4.2.3.3 Měření objemu

Objem byl změřen pomocí soustavy, která se skládala z velké, uzavíratelné nálevky, a dvou nádob, z nichž jedna obsahovala vyjímatelnou konstrukci k uchycení 4 kusů pečiva. K měření bylo využito řepkových semen. Principem této metody je stanovení změny objemu semen, která odpovídá objemu pečiva.

Menší nádoba i s konstrukcí byla postavena do větší, naplněna semeny, jejich objem zarovnan a vrácen do uzavíratelné nálevky. Přebytečná semena z větší nádoby byla odsypána stranou. Do konstrukce byly upevněny 4 rohlíky, které byly postupně zasypány řepkou, dokud nebylo možné doprostřed vložit pátý rohlík tak, aby se nedotýkal žádného z ostatních a nevyčníval nad okraj nádoby. Poté byla zbývající semena vypuštěna, a přebytečná opět zachytávána do druhé, větší nádoby. Pod zarovnání byl měřen objem semen z této větší nádoby, jenž odpovídal objemu pečiva.

4.2.4 Statistické zpracování dat

Pro zpracování získaných dat byl využit software Statistica od společnosti StatSoft, Inc. Veškeré korelace i rozdíly mezi vzorky byly považovány za významné při zvolené hladině $p < 0,050$.

4.2.4.1 Shluková analýza

Tato analýza byla použita k vyhodnocení vzájemné podobnosti vzorků, pro stanovení nejvhodnější soli či kombinace solí jako náhrady za NaCl na základě podobnosti s pečivem s původní recepturou. Analýza byla provedena na základě podobnosti ve znaku sensorická analýza, reologické vlastnosti těsta, fyzikální vlastnosti i na základě všech třech znaků zároveň.

4.2.4.2 Vícefaktorová ANOVA s interakcemi

Této analýzy bylo využito pro hodnocení rozptylů jednotlivých znaků a následné posouzení případného statisticky průkazného rozdílu v závislosti na přídatku soli, věku či pohlaví hodnotitelů. Dále byla sledována také míra vzájemného ovlivnění výsledků při interakci více znaků (například věku a pohlaví). Bylo posuzováno, zda lze v případě rozdílu mezi některými skupinami či znaky také tyto rozdíly považovat za statisticky významné.

5 Výsledky

Výsledkem prováděných analýz je soubor statistických dat, ve kterém byla následně provedena selekce dat relevantních, statisticky průkazných. Na jejich základě bylo provedeno vyhodnocení celkového vlivu reformulace obsahu solí na běžné pečivo, a poté vypracováno doporučení o budoucí reformulaci v komerční praxi společnosti Backaldrin.

5.1 Výsledky senzoričké hodnocení

Výsledky senzoričké analýzy jsou uvedeny v příloze 2. Jejich stručný souhrn je obsahem Tabulky 5-1.

Tabulka 5-1: přehled aritmetických průměrů a směrodatných odchylek výsledků senzoričké analýzy

Vzorek		Příjemnost textury	Soudržnost	Příjemnost chuti	Intenzita chuti	Intenzita sladké chuti	Intenzita slané chuti	Intenzita hořké chuti	Intenzita kovové chuti	Intenzita mýdlové chuti	Intenzita pachutí
1	prům.	55,6	65,1	57,9	52,7	30,2	42,2	18,0	15,0	13,3	20,0
	směr. od.	18,4	18,2	18,7	21,7	23,5	24,0	23,2	20,9	18,2	22,2
2	prům.	60,0	61,7	56,5	49,7	30,3	38,5	16,5	13,4	16,2	20,9
	směr. od.	18,8	17,2	17,5	19,9	21,1	20,6	18,4	19,1	21,1	22,8
3	prům.	56,5	55,1	53,9	41,5	31,6	26,7	16,2	12,8	14,4	21,5
	směr. od.	17,7	18,8	17,5	19,1	22,9	17,5	18,0	14,9	18,0	20,7
4	prům.	52,9	55,0	44,7	40,2	27,1	27,6	15,2	8,5	10,4	17,8
	směr. od.	20,5	22,3	17,6	19,2	21,4	16,9	17,4	10,1	14,6	16,7
5	prům.	54,6	59,7	52,9	46,0	26,4	31,1	22,4	16,8	14,0	22,6
	směr. od.	16,9	19,5	17,2	13,7	20,4	21,5	21,8	20,9	17,7	22,5
6	prům.	53,8	64,0	53,4	48,9	29,3	27,2	14,4	9,9	12,1	15,1
	směr. od.	17,3	16,1	18,0	17,0	22,9	18,8	16,5	12,9	15,1	18,0
7	prům.	54,7	56,2	46,7	42,8	28,2	30,9	20,2	16,0	15,2	23,7
	směr. od.	17,0	18,7	18,9	16,7	19,6	22,0	20,4	18,3	19,2	22,7
8	prům.	48,8	55,5	39,5	44,5	20,0	27,1	29,3	23,0	22,3	37,3
	směr. od.	20,1	19,9	21,9	20,1	18,7	20,0	26,9	23,8	25,9	31,5

5.1.1 Vzájemné porovnání jednotlivých vzorků

Po provedení analýzy rozptylu ANOVA a následných post-hoc analýz pro porovnání rozdílů mezi jednotlivými vzorky byly u několik parametrů zjištěny statisticky významné rozdíly. U parametru celková příjemnost chuti se jednalo o rozdíl mezi třemi vzorky.

Jak je patrné z tabulky 5-2 a Obrázku 5-1, existuje statisticky významný rozdíl mezi příjemností chuti vzorků 1 a 2 a vzorku 8. Vzorky 1 a 2 se jeví jako spotřebiteli nejpříjemnější, zatímco vzorek 8 jako nejméně přijatelný (Obrázek 5-1).

Hodnoty koeficientu p u ostatních interakcí jsou příliš vysoké, a rozdíly mezi jednotlivými vzorky byly považovány za neprůkazné.

Z Obrázku 5-1 lze vypožorovat trend, který naznačuje, že příjemnost chuti je nejvyšší u vzorku číslo 2 (snížený obsah soli o 20 % oproti původní receptuře), poté spolu s dalším snížením obsahu soli výrazně klesá. Vzorek číslo 5 je poté srovnatelný s původní recepturou. Žádná z těchto tendencí však nebyla statisticky průkazná.

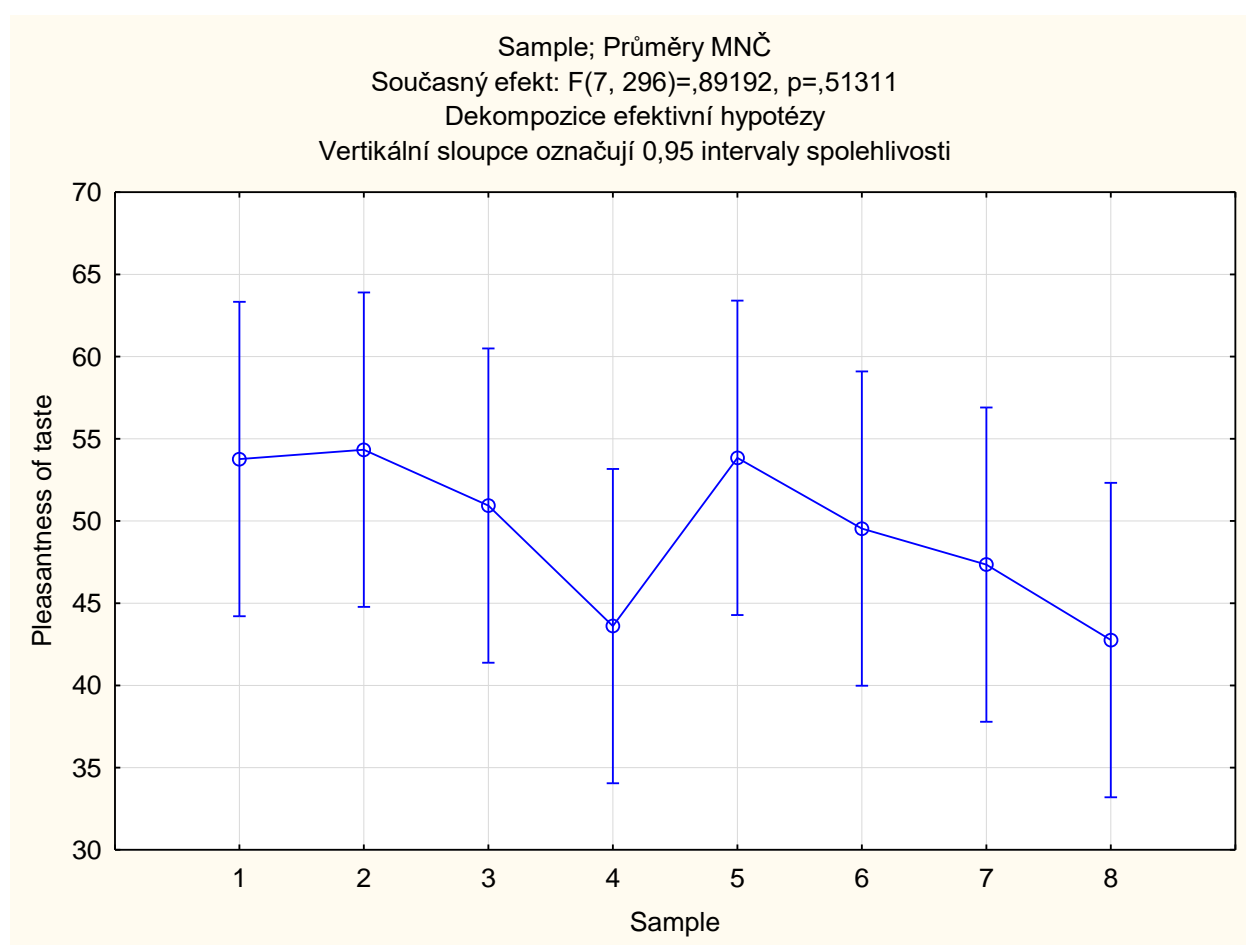
Tabulka 5-2: Přehled p -hodnot v parametru celková příjemnost chuti

vzorek	1	2	3	4	5	6	7	8
	57,884	56,535	53,907	44,744	52,884	53,442	46,651	39,465
1		1	0,9949	0,1526	0,9797	0,9899	0,3458	0,0043
2	1		0,9997	0,2795	0,9970	0,9990	0,5284	0,0128
3	0,9949	0,9997		0,6298	1	1	0,8558	0,0753
4	0,1526	0,2795	0,6298		0,7625	0,6926	0,9999	0,9723
5	0,9797	0,9970	1	0,7625		1	0,9316	0,1325
6	0,9899	0,9990	1	0,6926	1		0,8947	0,0983
7	0,3458	0,5284	0,8558	0,9999	0,9316	0,8947		0,8621
8	0,0043	0,0128	0,0753	0,9723	0,1325	0,0983	0,8621	

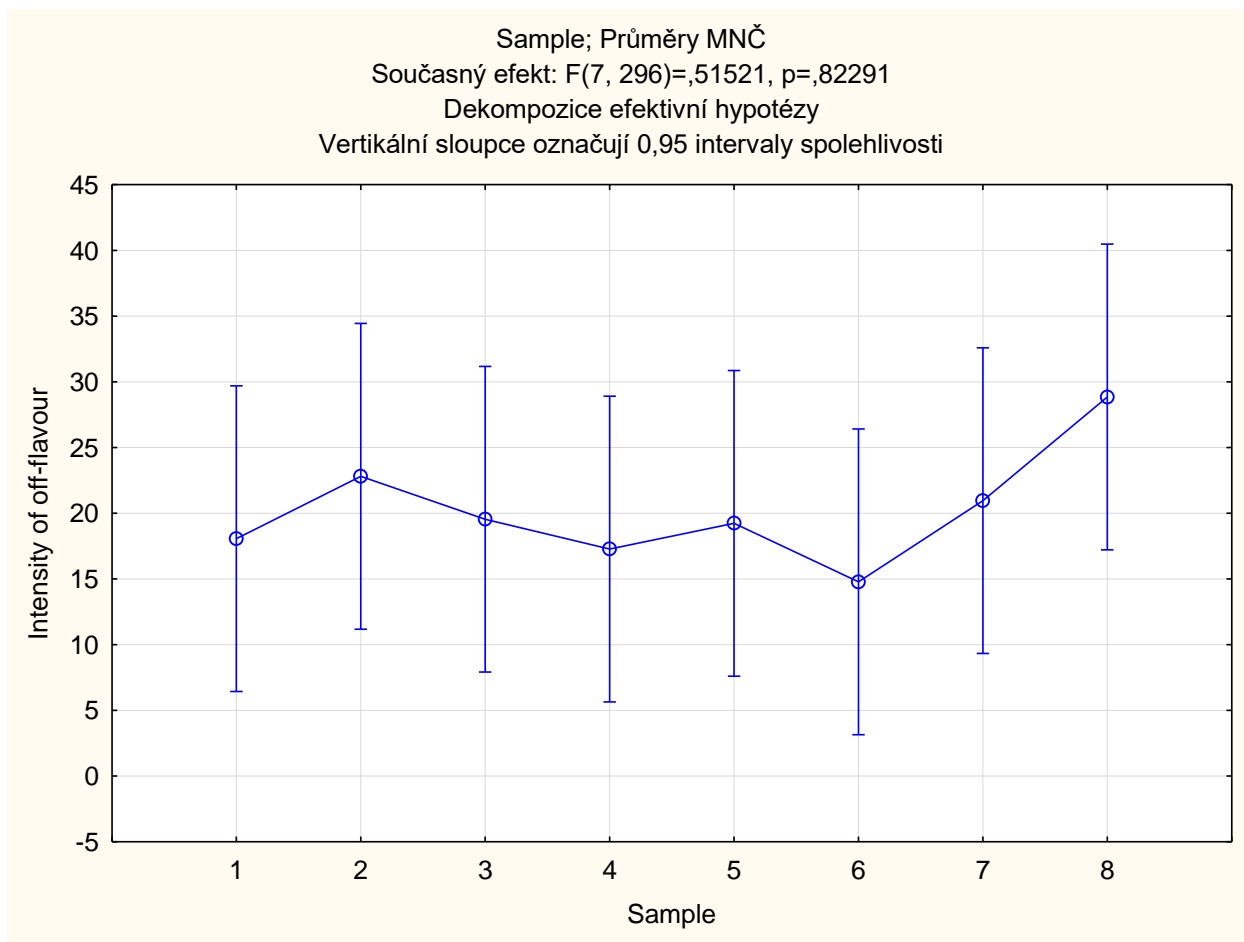
Druhý parametr, u kterého byly nalezeny statisticky významné rozdíly, je parametr intenzita pachutí; tyto rozdíly jsou patrné opět mezi třemi vzorky. Vzorky číslo 4 a 6 byly hodnoceny jako diametrálně odlišné od vzorku číslo 8, přičemž z obrázku 5.2 vyplývá, že vzorky číslo 4 a 6 měly nejméně znatelné pachuti, a vzorek 8 naopak nejintenzivnější.

Tabulka 5-3: přehled p-hodnot v parametru intenzita pachutí

vzorek	1 20,023	2 20,907	3 21,512	4 17,767	5 22,605	6 15,093	7 23,721	8 37,302
1		1	1	0,9999	0,9999	0,9943	0,9991	0,0865
2	1		1	0,9997	1	0,9844	0,9999	0,1285
3	1	1		0,9990	1	0,9724	0,9999	0,1650
4	0,9999	0,9997	0,9990		0,9949	0,9999	0,9821	0,0267
5	0,9999	1	1	0,9949		0,9348	1	0,2480
6	0,9943	0,9844	0,9724	0,9999	0,9348		0,8703	0,0049
7	0,9991	0,9999	0,9999	0,9821	1	0,8703		0,3544
8	0,0865	0,1285	0,1650	0,0267	0,2480	0,0049	0,3544	



Obrázek 5-1: Porovnání rozptýlů parametru celková příjemnost chuti



Obrázek 5-2: Porovnání rozptylů parametru intenzita pachutí

5.1.2 Korelace sensorických parametrů

Při sledování vzájemných vztahů jednotlivých parametrů bylo zjištěno, že existují vzájemné vztahy mezi některými sensorickými parametry. Celková příjemnost chuti úzce souvisela s celkovou příjemností textury; tato souvislost byla přímo úměrná (korelační koeficient $r = 0,6147$). Dále byla zjištěna určitá korelace mezi celkovou intenzitou chuti, a vnímanou intenzitou slané chuti ($r = 0,3990$).

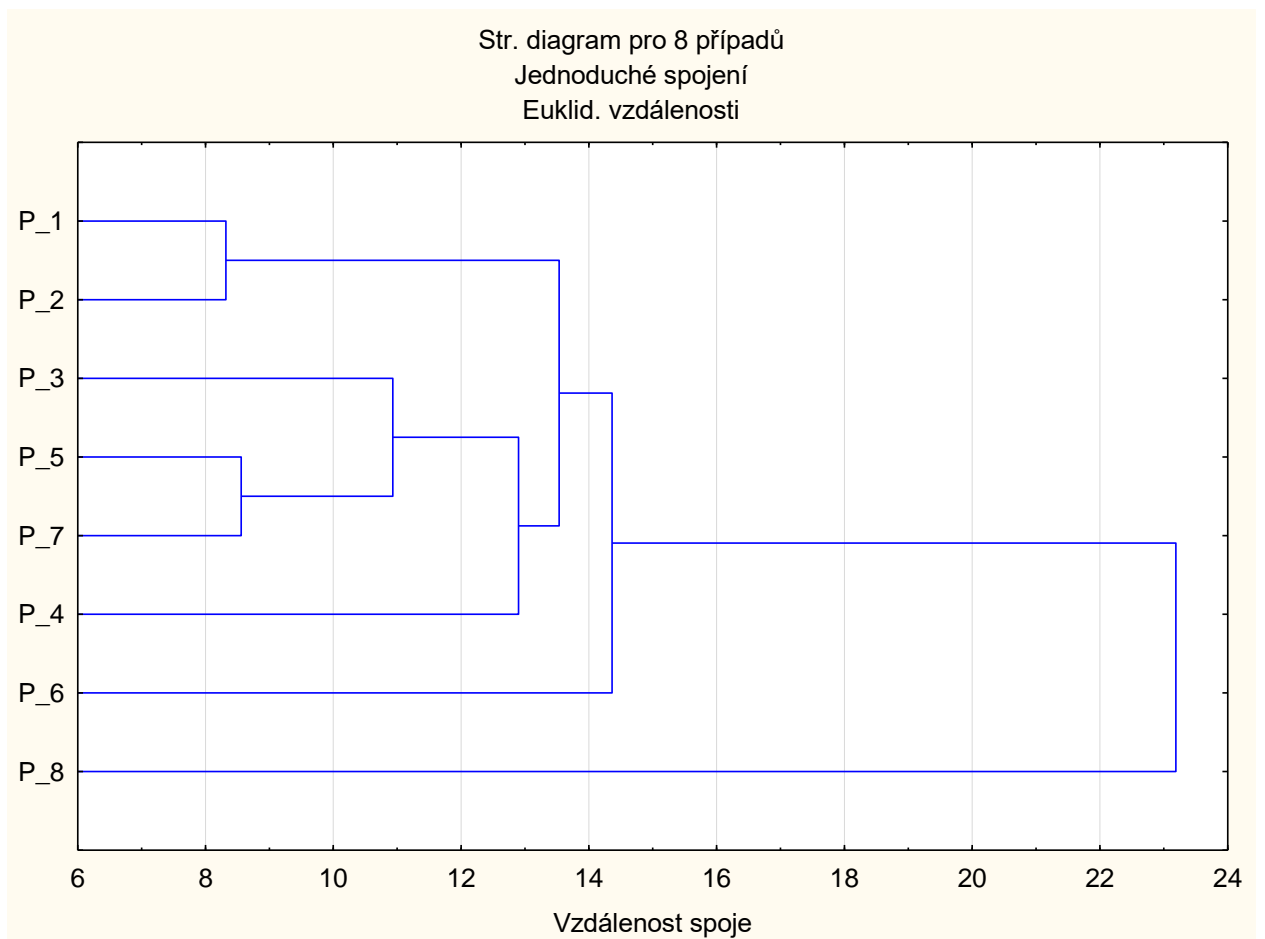
Za zmínku také stojí vzájemný vztah intenzity hořké, kovové a mýdlové chuti spolu s intenzitou pachutí. Všechny tyto kategorie mají mezi sebou jednoznačně přímo úměrný vztah, jak je patrné například ze vztahu intenzity pachutí s chutí hořkou ($r = 0,5671$), kovovou ($r = 0,5341$), a mýdlovou ($r = 0,5438$); ale také ze vztahu intenzity kovové a hořké chuti ($r = 0,6616$).

Tabulka 5-4: Přehled korelačních koeficientů mezi senzoryckými parametry

Proměnná	Prům. hodn.	Sm. odch.	Příjemnost textury	Soudržnost	Příjemnost chuti	Intenzita chuti	Intenzita sladké chuti	Intenzita slané chuti	Intenzita hořké chuti	Intenzita kovové chuti	Intenzita mýdlové chuti	Intenzita pachutí
Příjemnost textury	54,6017	18,6576	1	0,3963	0,6147	0,3613	0,0325	0,0165	-0,0923	-0,1276	-0,0721	-0,1561
Soudržnost	59,0465	19,3344	0,3963	1	0,3836	0,2260	0,0459	0,0890	-0,0149	-0,0565	-0,0861	-0,0980
Příjemnost chuti	50,6890	19,4319	0,6147	0,3836	1	0,3843	0,1464	0,1577	-0,2559	-0,2362	-0,2026	-0,3530
Intenzita chuti	45,7762	19,0453	0,3613	0,2260	0,3843	1	0,2730	0,3990	0,1309	0,0782	0,0711	0,1016
Intenzita sladké chuti	27,9012	21,6872	0,0325	0,0459	0,1464	0,2730	1	0,3305	0,1355	0,1953	0,0702	0,1313
Intenzita slané chuti	31,3924	21,0454	0,0165	0,0890	0,1577	0,3990	0,3305	1	0,1976	0,1561	0,1127	0,0785
Intenzita hořké chuti	19,0407	21,1076	-0,0923	-0,0149	-0,2559	0,1309	0,1355	0,1976	1	0,6615	0,5966	0,5671
Intenzita kovové chuti	14,4157	18,6064	-0,1276	-0,0565	-0,2362	0,0782	0,1953	0,1561	0,6615	1	0,6070	0,5341
Intenzita mýdlové chuti	14,7413	19,3373	-0,0721	-0,0861	-0,2026	0,0711	0,0702	0,1127	0,5966	0,6070	1	0,5438
Intenzita pachutí	22,3663	23,3882	-0,1561	-0,0980	-0,3530	0,1016	0,1313	0,0785	0,5671	0,5341	0,5438	1

5.1.3 Shlukování

Provedení shlukové analýzy 8 vzorků na základě sensorických parametrů odhalilo, že mezi vzorky č. 6 a 8 existuje poměrně vysoká vzájemná podobnost, a že vzorek 4 je těmito dvěma podobný, byť o něco méně, jak dokládá obrázek 5-3.



Obrázek 5-3: Shluková analýza vzorků podle sensorických vlastností.

5.2 Výsledky reologického a fyzikálního hodnocení

Přehled získaných dat z reologického hodnocení je zpracován v Tabulce 5-5. Z této tabulky lze vyzorovat určité tendence v parametrech objem rohlíků, stabilita těsta a pokles konzistence. Tyto tendence však nebyly pozdější post-hoc analýzou vyhodnoceny jako statisticky průkazné.

Tabulka 5-5: přehled naměřených hodnot reologického a fyzikálního hodnocení

Vzorek	Složení vzorku	Klonky - objem	Klonky - výška:šířka	Rohlík - objem	vaznost mouky [%]	vývin těsta [min]	stabilita těsta [min]	pokles konzistence [F. j.]
1	300 g T530 + 6 g NaCl	700	0,6395	1030	61,7	7,75	19,25	30
2	300 g T530 + 5,4 g NaCl	670	0,6279	1070	61,8	6	13,25	30
3	300 g T530 + 4,32 g NaCl	720	0,6	1220	61,5	8	12,25	40
4	300 g T530 + 3,78 g NaCl	730	0,5761	1250	61,4	6,25	13,5	40
5	300 g T530 + 4,32 g NaCl + 1,08 g KCl	650	0,5682	1080	61,6	8,5	14,75	30
6	300 g T530 + 3,78 g NaCl + 1,62 g KCl	590	0,5604	1170	61,4	7,75	13,75	40
7	300 g T530 + 4,32 g NaCl + 1,08 g CaCl ₂	740	0,5435	1245	61,4	7,5	10,5	40
8	300 g T530 + 3,78 g NaCl + 1,62 g CaCl ₂	790	0,5870	1330	61,4	7	11,75	40

5.2.1 Porovnání korelací s různými parametry

Spolu se sensorickými vlastnostmi byly u pečiva posuzovány i vlastnosti reologické a fyzikální. Mezi deskriptory fyzikálními a reologickými, ale i mezi oběma předchozími a sensorickými, byly vypořizovány statisticky průkazné korelace, které jsou zvýrazněny v tabulce 5-5.

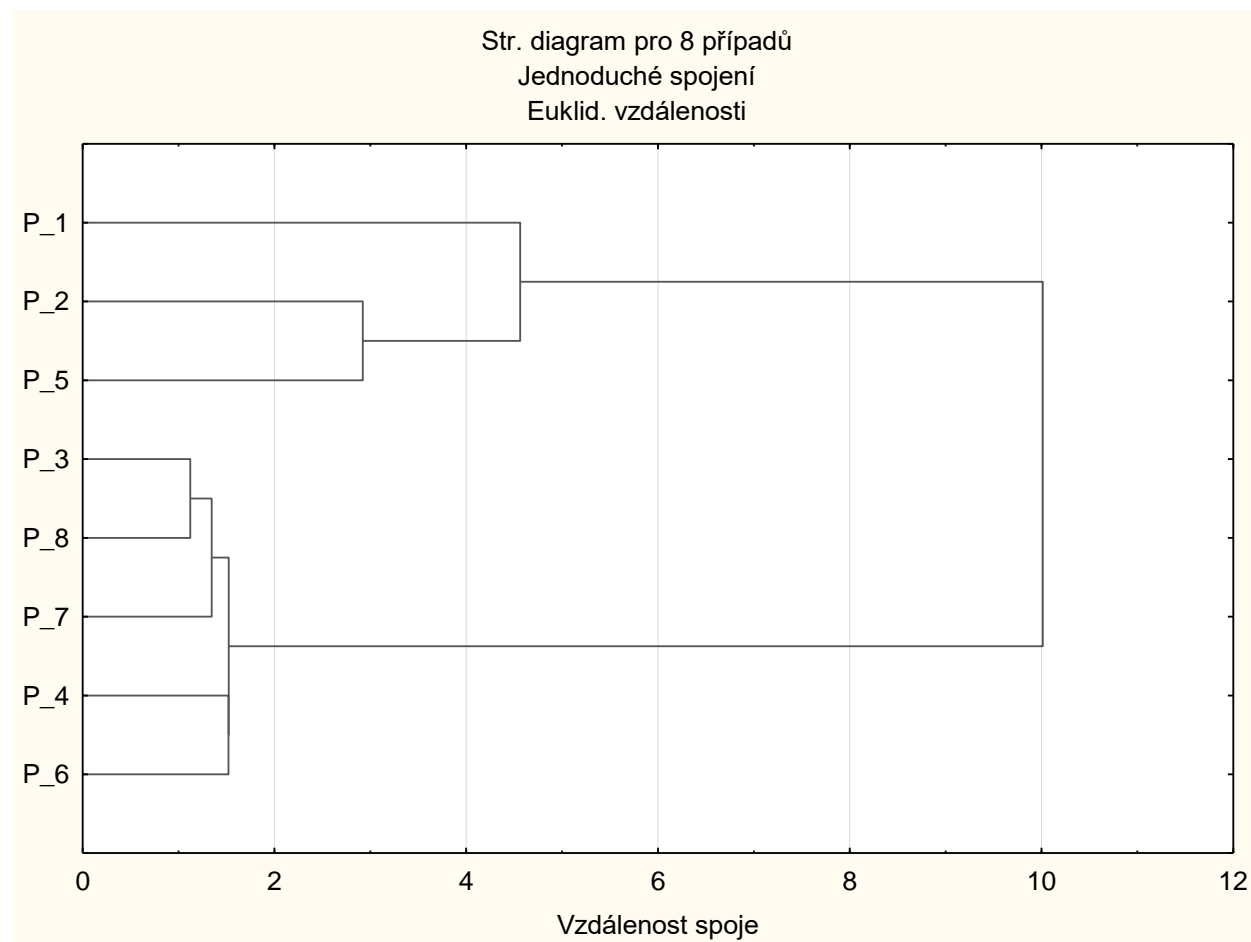
Za zmínku zde stojí například spojitost intenzity slané chuti a poměru výšky a šířky klonků ($r = 0,7189$), intenzity slané chuti a vaznosti těsta ($r = 0,8543$) a intenzita slané chuti s poklesem konzistence ($r = -0,8283$).

Tabulka 5-6: Korelační koeficienty reologických vlastností.

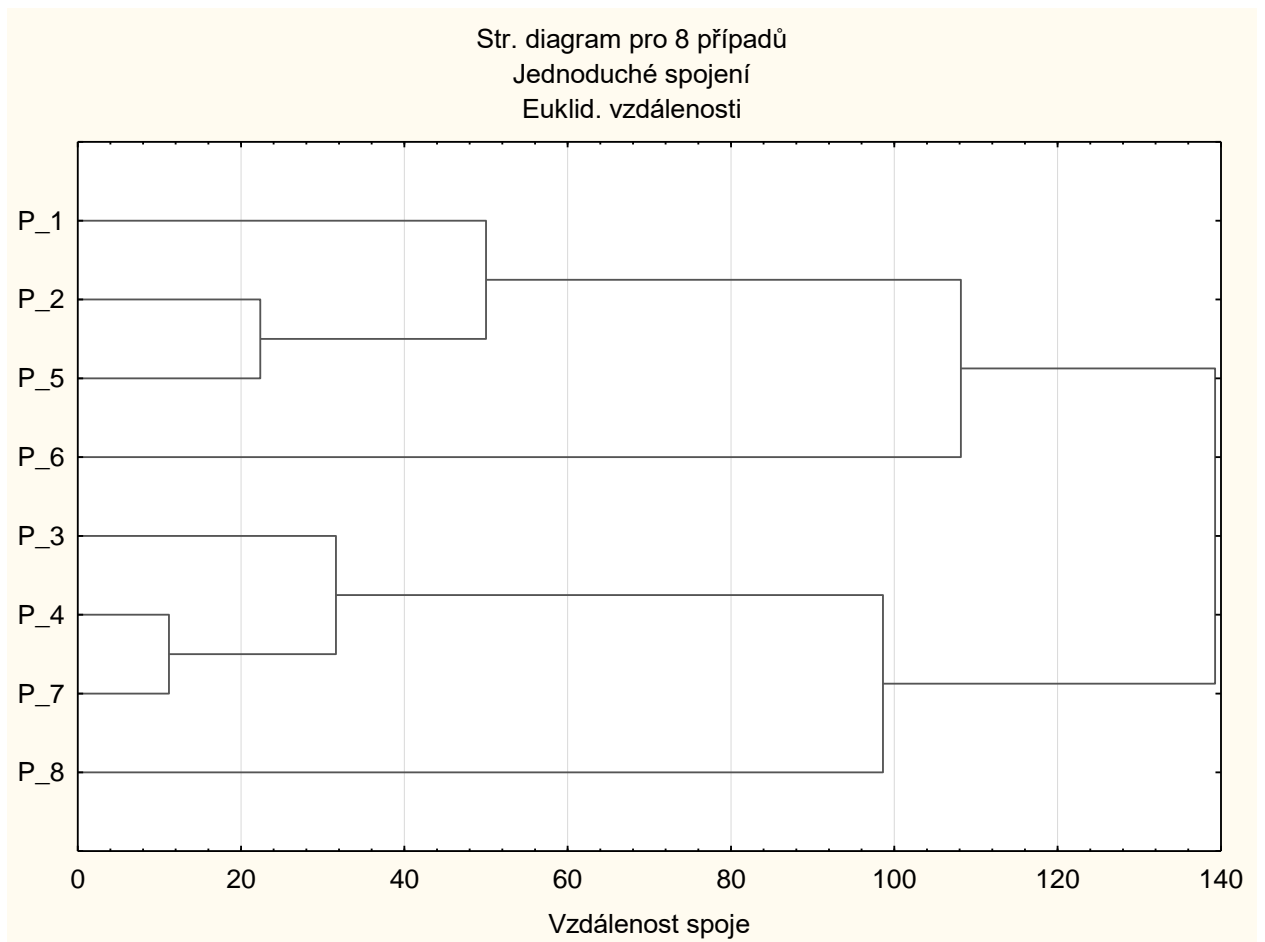
Proměnná	Klonky - objem	Klonky - výška:šířka	Rohlíky - objem	vaznost mouky [%]	vývin těsta [min]	stabilita těsta [min]	pokles konzistence [F. j.]
Příjemnost textury	-0,4399	0,4560	-0,7002	0,7500	-0,1035	0,2019	-0,5528
Soudržnost	-0,7190	0,4150	-0,8040	0,5683	0,1701	0,7288	-0,6201
Příjemnost chuti	-0,6804	0,5302	-0,8912	0,7428	0,2727	0,6047	-0,6576
Intenzita chuti	-0,5132	0,5646	-0,7677	0,6717	0,0930	0,7045	-0,6970
Intenzita sladké chuti	-0,5150	0,2986	-0,5780	0,4284	0,1209	0,2915	-0,2444
Intenzita slané chuti	-0,1414	0,7189	-0,8021	0,8543	-0,1337	0,6855	-0,8283
Intenzita hořké chuti	0,5713	-0,1230	0,3753	-0,1659	0,1342	-0,2187	0,0056
Intenzita kovové chuti	0,5380	0,0377	0,2259	0,0156	0,1881	-0,1509	-0,118
Intenzita mýdlové chuti	0,5547	0,1091	0,3855	-0,0094	-0,1135	-0,3773	0,0592
Intenzita pachutí	0,7273	-0,0095	0,5185	-0,1806	-0,0529	-0,3593	0,1485
Klonky - objem	1	0,0583	0,6249	-0,2754	-0,2860	-0,3395	0,3422
Klonky - výška:šířka	0,0583	1	-0,5439	0,7871	-0,2618	0,6169	-0,6017
Rohlíky - objem	0,6249	-0,5439	1	-0,8524	-0,1952	-0,7564	0,8991
vaznost mouky [%]	-0,2754	0,7871	-0,8524	1	-0,1240	0,5592	-0,9165
vývin těsta [min]	-0,2860	-0,2618	-0,1952	-0,1240	1	0,2220	-0,0698
stabilita těsta [min]	-0,3395	0,6169	-0,7564	0,5592	0,2220	1	-0,6702
pokles konzistence [F. j.]	0,3422	-0,6017	0,8991	-0,9165	-0,0698	-0,6702	1

5.2.2 Shlukování reologických a fyzikálních parametrů

Shluková analýza vzorků podle reologických vlastností, podle objemů, a také celkové podobnosti na základě všech sledovaných faktorů, ukázala na vysokou podobnost tří vzorků, a to vzorků s původním obsahem soli (1), vzorku s obsahem soli o 20 % nižším (2) a vzorku o 20 % nižším s následnou náhradou 10 % soli chloridem draselným (5), jak je patrné z obrázků 5.4, 5.5 a 5.6. Z obrázku 5.4 také vyplývá, že vzorky s výrazně sníženým obsahem soli (3, 4), vzorky s obsahem vápenatých solí (7, 8) a vzorek s větší náhradou solí draselnou (6) jsou si z hlediska reologického velice podobné, a od předchozích tří se významným způsobem liší.

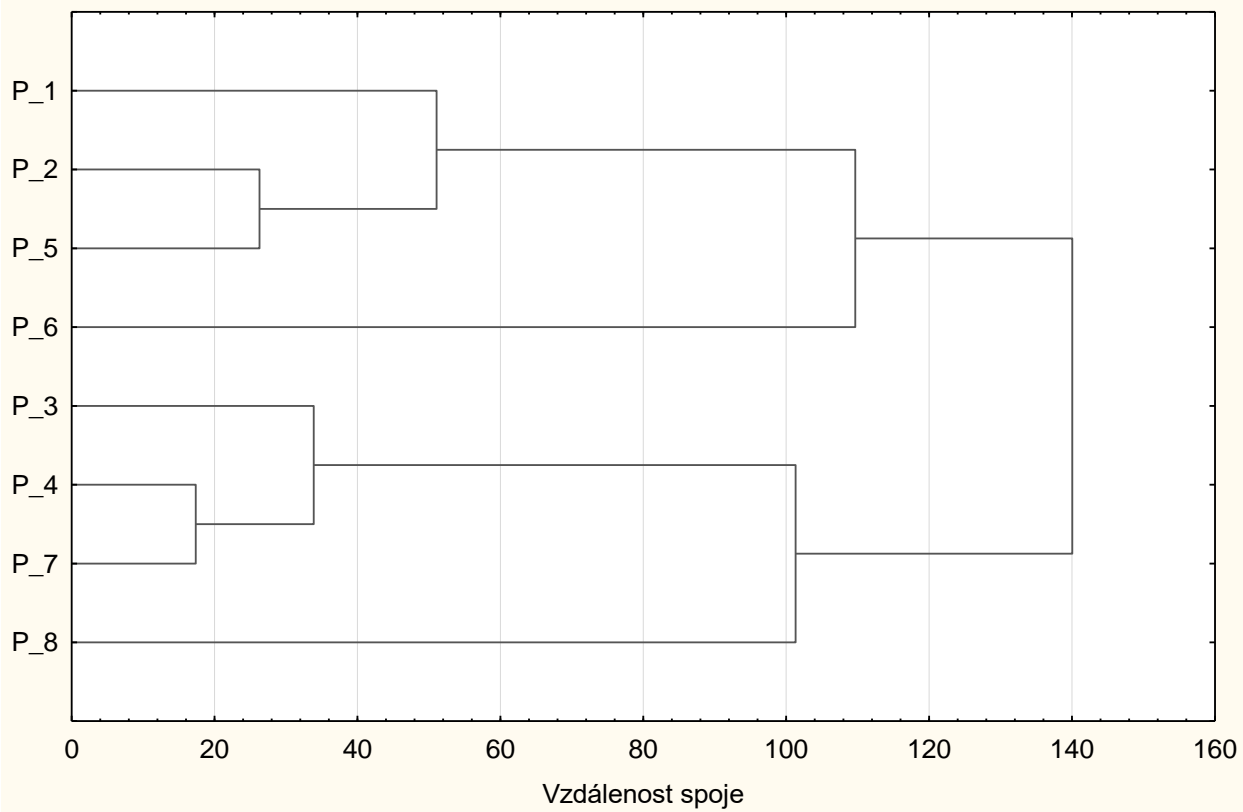


Obrázek 5-4: Shluková analýza podle reologických vlastností.



Obrázek 5-5: Shluková analýza podle fyzikálních vlastností.

Str. diagram pro 8 případů
Jednoduché spojení
Euklid. vzdálenosti



Obrázek 5-6: Shluková analýza souhrnná.

6 Diskuze

6.1 Výsledky sensorického hodnocení

Při vyhodnocování výsledků sensorické analýzy nebylo pomocí analýzy rozptylu ANOVA zjištěno mnoho statisticky průkazných rozdílů. Tento jev může být způsoben tím, že hodnotitelé byli jen částečně zaškoleni, a neměli žádný speciální výcvik pro hodnocení pekařských výrobků.

Z obrázku 5.1 vyplývá, že hodnotitelé preferovali vzorky s původním obsahem soli nebo jen částečným snížením. Vzhledem k obvyklému průměrnému evropskému a obsahu soli v pečivu (Quilez et Salas-Salvado, 2012) je takový výsledek nepřekvapivý. Vzorek č. 8 se naopak jevil jako nejméně přijatelný. Tento fakt lze připisovat substituci pouze chloridem vápenatým, nikoli o něco obvyklejší směsí s uhličitanem, jakou využívají například Bassett et al. (2014), a tedy vyšší intenzitě obvyklých pachutí tohoto chloridu. Tato hypotéza je v souladu i s obrázkem 5-2, který poukazuje na vysokou intenzitu pachutí ve vzorku č. 8. Stejný obrázek však také naznačuje, že u vzorku č. 6 intenzita pachutí byla velmi nízká. Vzhledem k tomu, že oba tyto vzorky obsahují stejné množství chloridu sodného i substituovaných solí, je tento výsledek poněkud překvapivý, a zdánlivě se odklání od názoru Salovaary (2009) ohledně vlivu soli na celkovou intenzitu všech chutí. Chlorid vápenatý může vykazovat hořké pachuti, ale stejně tak tomu je i u chloridu draselného. Z tohoto obrázku lze také vyčíst, že kromě vzorku č. 6 i vzorek č. 4 vykazoval nízkou intenzitu přítomných pachutí. U tohoto vzorku je velmi pravděpodobné, že velmi nízký celkový obsah soli má vliv na nízkou intenzitu všech chutí jako takových, a tedy i pachutí.

U vzájemných vztahů jednotlivých parametrů a jejich vzájemných korelací bylo pozorováno několik zajímavých tendencí. Jak vyplývá z korelačních koeficientů, existuje poměrně silná vzájemná souvislost mezi příjemností chuti a textury. Vysvětlením pro tento jev může být opět nedostatečné proškolení hodnotitelů, a tedy nerozlišení rozdílů mezi těmito deskriptory, a také změna v dostupnosti slaných částic při změnách v reologických vlastnostech, které následně ovlivňuje vnímání hodnotitelů; tohoto jevu využívá například výše zmíněný přídatek Soda-Lo (Sluková et Skřivan, 2019).

Vysoká korelace mezi celkovou intenzitou chuti a intenzitou slané chuti se shoduje se závěry Salovaary (2009), že sůl má vliv na intenzitu ostatních chutí. Korelace mezi chutí hořkou, mýdlovou a kovovou může být opět zapříčiněna školením hodnotitelů, a tedy nedostatečnou citlivostí pro rozdíly, ale spíše je vysvětlena tvrzením, že chlorid draselný a vápenatý vykazují všechny tyto typy pachutí (Sinopoli et Lawless, 2012).

Shluková analýza podle sensorických vlastností ukázala na celkovou podobost mezi vzorky 6 a 8, které oba obsahují stejné množství NaCl a shodná množství KCl a CaCl₂. Tato podobnost je jevem spíše negativním, vzhledem k tomu, že v porovnání s ostatními vzorky, lze vyzorovat určitou statisticky neprůkaznou tendenci spíše k horším celkovým výsledkům. V případě vápenaté soli je tento výsledek v rozporu s výzkumem Bassettové (2014), jehož závěrem je, že i relativně vysoká náhrada sodné soli za vápenatou na sensorické vlastnosti nebude mít vliv.

6.2 Výsledky reologického a fyzikálního hodnocení

Při hodnocení reologických dat bylo vypořádkováno z tabulky 5-5 několik tendencí, avšak ani jedna nebyla statisticky významná a průkazná.

V parametru objem rohlíků lze vyčíst rostoucí trend objemu oproti klesajícímu obsahu soli. Tato tendence je v souladu s tvrzením Salovaary (2009), že nižší obsah soli může stimulovat aktivitu kvasinek. U parametru stabilita těsta můžeme vyčíst určitý rozdíl mezi vlastnostmi soli draselné a vápenaté v neprospěch vápenaté. Tento výsledek je v mírné shodě s Basettovou et al. (2014). U parametru pokles konzistence můžeme najít tři vzorky, které se shodují v hodnotě poklesu konzistence – vzorky č. 1, 2, a 5. Tyto tři vzorky dále vycházely jako blízce příbuzné i při provedení shlukových analýz na základě reologických a fyzikálních vlastností, jak je patrné z obrázků 5-4, 5-5 a 5-6.

7 Závěr

- Bylo zjištěno, že podle poznatků této práce má reformulace ve smyslu snížení obsahu soli vliv na vlastnosti sensorické, reologické i technologické, a to na základě průkazných rozdílů, ale i v rámci neprůkazných tendencí, v jednotlivých kategoriích. Snížení podílu soli o 20 % bylo celkově vyhodnoceno pozitivně, dokonce z hlediska sensorického jako lepší, avšak výraznější snížení se projevila negativně.
- Změna obsahu soli měla také vliv na všechny sledované kategorie. Vzorek s obsahem soli sníženým o 20 %, a následnou záměnou 10 % chloridem sodným, se ukázal jako obdobně přijatelný jako původní receptura. Záměna za chlorid vápenatý se v celkovém hodnocení ukázala jako nepřijatelná.
- S přihlédnutím k závěrům této práce bylo vypracováno doporučení na snížení obsahu soli ve výrobcích společnosti Backaldrin s. r. o. na úroveň vzorku č. 2. Za akceptovatelnou byla dále považována alternativa podle vzorku č. 5.

8 Literatura

- Ambrosewicz-Walacik, M., Tańska, M., Rotkiewicz, D., Piętak, A. 2016. Effect of Various Sodium Chloride Mass Fractions on Wheat and Rye Bread Using Different Dough Preparation Technologies. *Food Technology and Biotechnology*. 54 (2). 172–179. doi: 10.17113/ftb.54.02.16.3994.
- Bassett, M. N., Pérez-Palacios, T., Cipriano, I., Cardoso, P., Ferreira, I. M. P. L. V. O., Samman, N., Pinho, O. 2014. Development of Bread with NaCl Reduction and Calcium Fortification: Study of Its Quality Characteristics. *Journal of Food Quality*. 37 (2). 107–116. doi: 10.1111/jfq.12079.
- Brát, J., Skřivan, P., Dostálová, J. 2015. Chléb a pečivo jako součást pestré a vyvážené stravy. In: *Symposium o nových směrech výroby a hodnocení potravin*. p. 34–37. Retrieved from http://www.czechfoodchem.cz/2015/Sbornik_2015.pdf
- Brown, I. J., Tzoulaki, I., Candeias, V., Elliott, P. 2009. Salt intakes around the world: implications for public health. *International Journal of Epidemiology*. 38 (3). 791–813. doi: 10.1093/ije/dyp139.
- Cepanec, K., Vugrinec, S., Cvetković, T., Ranilović, J. 2017. Potassium Chloride-Based Salt Substitutes: A Critical Review with a Focus on the Patent Literature. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 16 (5). 881–894. doi: 10.1111/1541-4337.12291.
- Dostálová, J. 2010. Tuky. In: P. Kohout (Ed.). *Potraviný - součást zdravého životního stylu*. p. 17–25. Olomouc. Solen, s. r. o. ISBN: 978-80-87327-39-5.
- Dostálová, J., Brát, J. 2015. Sůl ve výživě člověka a její obsah v potravinách. In: *Symposium o nových směrech výroby a hodnocení potravin*. p. 30–33. Retrieved from http://www.czechfoodchem.cz/2015/Sbornik_2015.pdf
- European Commission 2012. *Implementation of the EU Salt Reduction Framework - Results of Member States survey*. Luxembourg. Publications Office of the European Union. ISBN: 978-92-79-23821-5.
- ISO 2008. *ISO 5492:2008 Sensory analysis - vocabulary*. Geneva, Switzerland. ISO.
- Kohout, P. 2010. Sacharidy a vláknina. In: P. Kohout (Ed.). *Potraviný - součást zdravého životního stylu*. p. 6–16. Olomouc. Solen, s. r. o. ISBN: 978-80-87327-39-5.
- Luo, X., Arcot, J., Gill, T., Louie, J. C. Y., Rangan, A. 2019. A review of food reformulation of baked products to reduce added sugar intake. *Trends in Food Science & Technology*. 86. 412–425. doi: 10.1016/j.tifs.2019.02.051.
- Miller, R. A., Hoseney, R. C. 2008. Role of Salt in Baking. *Cereal Foods World*. 53 (1). doi: 10.1094/CFW-53-1-0004.
- Ministerstvo zdravotnictví 2013. *Nadměrná spotřeba soli přispívá k závažným onemocněním*. Retrieved July 5, 2020, from http://www.mzcr.cz/dokumenty/nadmerna-spotreba-soli-prispiva-k-zavaznym-onemocnenim_8476_2778_1.html
- Ministerstvo zemědělství *Vyhláška ze dne 20. ledna 2020 o požadavcích na mlýnské obilné výrobky, těstoviny, pekařské výrobky a cukrářské výrobky a těsta*. (2020).
- Noort, M. W. J., Bult, J. H. F., Stieger, M., Hamer, R. J. 2010. Saltiness enhancement in bread by inhomogeneous spatial distribution of sodium chloride. *Journal of Cereal Science*. 52 (3). 378–386. doi: 10.1016/j.jcs.2010.06.018.
- Příhoda, J., Sluková, M., Dřízal, J. 2013. *Chléb a pečivo, edice Jak poznáme kvalitu? Sdružení českých spotřebitelů, o. s.* ISBN: 978–80–87719–11–4. Retrieved from https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjg5_fizdHqAhUMCewKHfM3CfcQFjAAegQIAxAB&url=https%3A%2F%2Fwww.bezpecnostpotravin.cz%2FUserFiles%2Fpublikace%2FWEB_SCS_Chleba.pdf&usg=AOvVaw0dnW4XQwoPSSoiW6RVPwhx

- Quilez, J., Salas-Salvado, J. 2012. Salt in bread in Europe: potential benefits of reduction. *Nutrition Reviews*. 70 (11). 666–678. doi: 10.1111/j.1753-4887.2012.00540.x.
- Rodríguez-García, J., Laguna, L., Puig, A., Salvador, A., Hernando, I. 2013. Effect of Fat Replacement by Inulin on Textural and Structural Properties of Short Dough Biscuits. *Food and Bioprocess Technology*. 6 (10). 2739–2750. doi: 10.1007/s11947-012-0919-1.
- Salovaara, H. 2009. Technologies of salt reduction in bread: issues, problems and solutions. . Brussels. Cereal Technology Group.
- Silow, C., Axel, C., Zannini, E., Arendt, E. K. 2016. Current status of salt reduction in bread and bakery products – A review. *Journal of Cereal Science*. 72 . 135–145. doi: 10.1016/j.jcs.2016.10.010.
- Sinopoli, D. A., Lawless, H. T. 2012. Taste Properties of Potassium Chloride Alone and in Mixtures with Sodium Chloride Using a Check-All-That-Apply Method. *Journal of Food Science*. 77 (9). S319–S322. doi: 10.1111/j.1750-3841.2012.02862.x.
- Skřivan, P., Sluková, M. 2015. Pšenice v lidské výživě. *Potravinářská Revue*. 5 . 13–15. Retrieved from <http://www.agral.cz/LinkClick.aspx?fileticket=9P95dOmDMdU%3D&tabid=730&language=cs-CZ>
- Sluková, M., Skřivan, P. 2016. Pšeničné pečivo v lidské výživě. *Potravinářská Revue*. 4 . 26–30. Retrieved from <http://www.agral.cz/LinkClick.aspx?fileticket=e4ceHXPb9bI%3D&tabid=730&language=cs-CZ>
- Sluková, M., Skřivan, P. 2019. Reformulace potravin a pekařské výrobky. In: A. Rajchl (Ed.). *Reformulace potravin*. p. 17–36. Praha. Potravinářská komora České republiky. ISBN: 978-80-88019-36-7. Retrieved from <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjzKNaxzNDqAhWOyKQKHbe8CV4QFjAAegQIAhAB&url=http%3A%2F%2Fwww.ctpp.cz%2Fdata%2Ffiles%2Fbroz%2520reformulace%2520web.pdf&usq=AOvVaw0IU A3yITirRCuoUn4Dhx->
- Společnost pro výživu 2012. Výživová doporučení pro obyvatelstvo České republiky. . Retrieved July 5, 2020, from <http://www.vyzivapol.cz/vyzivova-doporuceni-pro-obyvatelstvo--ceske-republiky/>
- Struck, S., Jaros, D., Brennan, C. S., Rohm, H. 2014. Sugar replacement in sweetened bakery goods. *International Journal of Food Science & Technology*. 49 (9). 1963–1976. doi: 10.1111/ijfs.12617.
- Toldrá, F., Barat, J. M. 2009. Recent Patents for Sodium Reduction in Foods. *Nutrition & Agriculture*. 1 . 80–86.
- Tuhumury, H. C. D., Small, D. M., Day, L. 2014. The effect of sodium chloride on gluten network formation and rheology. *Journal of Cereal Science*. 60 (1). 229–237. doi: 10.1016/j.jcs.2014.03.004.
- van der Sman, R. G. M., Renzetti, S. 2019. Understanding functionality of sucrose in biscuits for reformulation purposes. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 59 (14). 2225–2239. doi: 10.1080/10408398.2018.1442315.
- van Mierlo, L. A. J., Greyling, A., Zock, P. L., Kok, F. J., Geleijnse, J. M. 2010. Suboptimal Potassium Intake and Potential Impact on Population Blood Pressure. *JAMA Internal Medicine*. 170 (16).
- WHO 2015. a Healthy diet. . Retrieved July 1, 2020, from www.who.int/nutrition/publications/nutrientrequirements/healthydiet_factsheet394.pdf
- WHO 2015. bGuideline: Sugars intake for adults and children. Geneva, Switzerland. Department of Nutrition for Health and Development. ISBN: 978-92-4-154902-8.
- WHO 2020. a Obesity and overweight. . Retrieved July 10, 2020, from

<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
WHO 2020. b Salt reduction. . Retrieved July 5, 2020, from <https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/salt-reduction>

9 Samostatné přílohy

Příloha 1: vzor senzorického formuláře

HODNOCENÍ PEKAŘSKÝCH VÝROBKŮ

Příjmení:..... Jméno:.....

Datum:..... Pohlaví:.....

Úkol: Ochutnejte prosím předloženou sérii pečiva a na grafické stupnici ohodnoťte jejich jednotlivé deskriptory. Poté seřaďte ohodnocené vzorky podle jejich příjemnosti/přijatelnosti v pořadí od nejhoršího k nejlepšímu.

Vzorek č.....

PŘÍJEMNOST TEXTURY	_____	_____
	odporná	velmi příjemná
SOUDRŽNOST	_____	_____
	velmi rozpadavý	velmi soudržný
CELKOVÁ PŘÍJEMNOST CHUTI	_____	_____
	odporná	velmi příjemná
CELKOVÁ INTENZITA CHUTI	_____	_____
	neznatelná	velmi silná
INTENZITA SLADKÉ CHUTI	_____	_____
	neznatelná	velmi silná
INTENZITA SLANÉ CHUTI	_____	_____
	neznatelná	velmi silná
INTENZITA HOŘKÉ CHUTI	_____	_____
	neznatelná	velmi silná
INTENZITA KOVOVÉ CHUTI	_____	_____
	neznatelná	velmi silná
INTENZITA MÝDLOVÉ CHUTI	_____	_____
	neznatelná	velmi silná
INTENZITA PACHUTÍ	_____	_____
	neznatelná	velmi silná

Příloha 2: přehled výsledků hodnocení sensorické analýzy v % stupnici

číslo formuláře	pohlaví	věk	věková kategorie	vzorek	příjemnost textury	soudržnost	příjemnost chuti	intenzita chuti	sladká	slaná	hořká	kovová	mýdlová	pachuti
1	M	50	C	1	60	58	51	56	28	40	13	14	11	12
1	M	50	C	2	65	61	65	66	65	38	35	14	13	15
1	M	50	C	3	62	53	51	52	54	47	46	24	21	20
1	M	50	C	4	50	49	48	49	34	29	30	7	6	9
1	M	50	C	5	44	53	50	48	54	31	24	13	11	9
1	M	50	C	6	45	44	43	43	55	31	27	21	16	18
1	M	50	C	7	54	49	46	46	37	20	12	10	7	8
1	M	50	C	8	53	56	57	52	45	30	30	17	19	2
2	F	23	A	1	85	89	75	63	17	67	3	2	1	4
2	F	23	A	2	82	85	84	45	6	57	25	5	24	2
2	F	23	A	3	94	94	85	36	1	11	0	0	8	19
2	F	23	A	4	95	95	70	40	15	27	0	0	20	27
2	F	23	A	5	65	63	28	67	0	1	44	7	50	58
2	F	23	A	6	82	78	29	56	17	15	60	2	16	28
2	F	23	A	7	90	92	70	26	5	28	34	0	57	40
2	F	23	A	8	68	77	37	62	3	7	62	15	75	69
3	M	32	A	1	31	54	35	42	1	7	0	0	0	0
3	M	32	A	2	28	86	39	25	4	8	0	0	0	0
3	M	32	A	3	30	70	41	30	4	24	0	0	0	0
3	M	32	A	4	34	50	24	20	0	4	0	0	0	0
3	M	32	A	5	41	57	44	31	0	8	0	0	0	0
3	M	32	A	6	48	54	41	42	1	9	0	0	0	0
3	M	32	A	7	26	64	29	15	0	5	0	0	0	2
3	M	32	A	8	53	77	44	40	0	7	0	0	0	4
4	M	34	A	1	45	76	67	70	76	35	14	82	4	3
4	M	34	A	2	81	86	91	91	83	49	21	5	0	0
4	M	34	A	3	72	57	56	30	38	9	64	45	42	10

4	M	34	A	4	70	68	42	43	75	39	28	32	6	6
4	M	34	A	5	34	43	45	22	28	7	27	25	32	21
4	M	34	A	6	73	75	69	72	70	66	5	4	4	3
4	M	34	A	7	49	17	31	21	48	13	51	64	68	19
4	M	34	A	8	29	50	9	59	5	2	78	59	73	69
5	M	74	E	1	41	81	37	0	0	0	0	0	0	0
5	M	74	E	2	50	68	47	0	0	0	0	0	0	0
5	M	74	E	3	48	68	39	0	0	0	0	0	0	0
5	M	74	E	4	49	81	51	0	0	0	0	0	0	0
5	M	74	E	5	68	67	63	54	0	0	0	0	0	0
5	M	74	E	6	48	66	49	48	0	0	0	0	0	0
5	M	74	E	7	47	69	48	24	0	0	0	0	0	0
5	M	74	E	8	48	82	51	0	0	0	0	0	0	0
6	F	22	A	1	57	40	55	53	36	60	3	11	1	18
6	F	22	A	2	35	59	52	35	35	61	33	24	5	22
6	F	22	A	3	52	49	53	34	55	47	7	8	7	19
6	F	22	A	4	36	48	41	40	53	35	2	6	4	5
6	F	22	A	5	50	52	44	38	44	52	28	2	3	8
6	F	22	A	6	56	70	59	52	56	36	24	3	2	6
6	F	22	A	7	31	46	47	35	65	35	9	11	4	12
6	F	22	A	8	39	74	52	60	35	57	33	38	32	30
7	F	74	E	1	48	60	48	36	47	48	28	29	28	30
7	F	74	E	2	50	52	52	34	28	52	46	47	59	55
7	F	74	E	3	54	61	51	49	50	44	30	28	21	29
7	F	74	E	4	37	40	33	25	27	29	28	28	30	29
7	F	74	E	5	21	61	47	43	32	29	46	26	27	26
7	F	74	E	6	28	64	33	42	40	28	26	26	25	26
7	F	74	E	7	27	64	52	50	30	28	46	25	25	32
7	F	74	E	8	28	60	43	42	31	29	29	29	33	25

8	M	53	C	1	72	71	60	57	3	12	3	17	18	19
8	M	53	C	2	84	51	83	72	14	38	13	4	6	7
8	M	53	C	3	78	63	70	61	13	11	4	4	3	11
8	M	53	C	4	74	64	67	58	7	8	3	3	4	4
8	M	53	C	5	76	49	71	40	30	7	4	7	5	5
8	M	53	C	6	76	57	73	67	3	5	6	8	8	7
8	M	53	C	7	77	65	74	62	7	6	2	3	4	5
8	M	53	C	8	74	68	51	61	6	5	6	22	14	23
9	F	24	A	1	60	85	55	47	14	20	6	5	3	3
9	F	24	A	2	93	84	70	57	20	28	5	2	3	3
9	F	24	A	3	93	20	40	45	17	18	22	24	3	7
9	F	24	A	4	45	92	82	33	5	17	19	11	2	6
9	F	24	A	5	83	46	93	34	4	13	7	4	7	5
9	F	24	A	6	66	84	80	32	6	7	3	2	2	2
9	F	24	A	7	79	66	68	32	8	6	34	9	4	15
9	F	24	A	8	81	78	41	12	7	17	26	8	2	22
10	M	23	A	1	36	66	39	68	37	64	21	0	0	8
10	M	23	A	2	41	72	53	70	38	54	22	4	0	0
10	M	23	A	3	65	80	85	70	60	29	10	1	0	1
10	M	23	A	4	45	62	54	68	62	15	2	1	1	1
10	M	23	A	5	76	80	50	57	36	48	29	20	1	2
10	M	23	A	6	76	74	83	77	64	40	17	0	1	1
10	M	23	A	7	84	68	81	71	54	70	15	1	0	1
10	M	23	A	8	68	83	64	37	55	61	3	0	0	0
11	F	52	C	1	66	69	70	76	74	73	18	16	20	8
11	F	52	C	2	63	47	54	56	61	63	39	39	29	33
11	F	52	C	3	56	57	59	63	72	63	54	46	33	65
11	F	52	C	4	23	26	28	28	19	22	22	20	22	33
11	F	52	C	5	41	52	48	40	30	31	56	55	55	42
11	F	52	C	6	30	52	46	18	63	38	30	30	42	42

11	F	52	C	7	65	66	43	46	40	40	52	34	33	24
11	F	52	C	8	34	46	21	23	10	10	67	61	47	17
12	F	45	C	1	25	50	42	31	21	35	20	18	17	23
12	F	45	C	2	47	70	31	29	27	10	2	1	11	4
12	F	45	C	3	19	27	7	5	4	2	2	2	3	4
12	F	45	C	4	0	26	0	0	0	0	0	0	0	0
12	F	45	C	5	33	44	57	36	16	11	8	6	6	8
12	F	45	C	6	16	41	20	7	3	2	2	2	2	2
12	F	45	C	7	16	14	13	13	9	20	3	2	0	1
12	F	45	C	8	14	21	12	20	1	13	12	13	4	12
13	F	22	A	1	55	70	32	41	4	11	5	5	4	22
13	F	22	A	2	27	56	42	15	16	45	10	7	9	46
13	F	22	A	3	26	5	45	7	8	16	9	11	11	15
13	F	22	A	4	45	80	28	68	23	6	10	11	11	24
13	F	22	A	5	25	36	21	60	6	30	46	46	44	53
13	F	22	A	6	34	38	18	22	2	7	5	7	8	21
13	F	22	A	7	60	47	62	53	53	10	24	21	21	38
13	F	22	A	8	22	14	18	35	11	31	9	11	34	86
14	M	19	A	1	47	49	53	58	30	60	10	11	41	57
14	M	19	A	2	66	51	46	57	61	6	2	4	4	48
14	M	19	A	3	62	57	65	42	47	13	3	3	2	30
14	M	19	A	4	68	47	48	32	27	20	8	3	3	7
14	M	19	A	5	51	36	49	49	6	5	4	2	58	56
14	M	19	A	6	64	38	67	76	66	39	9	6	29	61
14	M	19	A	7	37	29	23	26	20	6	6	5	14	68
14	M	19	A	8	22	22	30	19	16	14	39	12	4	11
15	F	52	C	1	44	44	47	52	32	15	7	7	25	48
15	F	52	C	2	46	48	49	45	30	10	9	7	48	11
15	F	52	C	3	57	60	45	38	11	20	8	7	5	7

15	F	52	C	4	38	29	46	49	59	38	12	12	11	11
15	F	52	C	5	47	74	51	56	38	41	8	63	10	49
15	F	52	C	6	52	43	27	27	13	5	5	6	25	15
15	F	52	C	7	48	43	36	25	32	29	6	6	6	8
15	F	52	C	8	47	40	41	41	7	11	8	10	66	10
16	M	31	A	1	50	56	56	52	40	59	0	0	0	0
16	M	31	A	2	41	52	51	42	55	46	0	0	0	0
16	M	31	A	3	51	56	46	42	53	32	0	0	0	0
16	M	31	A	4	50	49	39	41	43	33	0	0	0	0
16	M	31	A	5	43	37	32	29	42	36	0	0	0	0
16	M	31	A	6	39	46	44	33	45	39	0	0	0	0
16	M	31	A	7	52	40	33	31	44	31	0	0	0	0
16	M	31	A	8	41	49	37	33	38	29	0	0	0	0
17	F	32	A	1	75	80	80	82	23	83	4	4	3	6
17	F	32	A	2	60	55	53	53	65	40	8	9	32	27
17	F	32	A	3	46	78	62	55	67	41	9	8	58	55
17	F	32	A	4	89	90	75	49	60	50	11	5	5	21
17	F	32	A	5	60	90	39	55	63	67	6	30	3	65
17	F	32	A	6	44	85	64	62	41	63	6	7	30	12
17	F	32	A	7	50	55	61	57	70	45	9	15	12	18
17	F	32	A	8	41	70	49	51	45	49	4	5	34	57
18	M	56	C	1	68	80	76	66	23	21	19	17	16	17
18	M	56	C	2	79	76	64	55	7	6	6	1	8	13
18	M	56	C	3	86	72	67	64	35	15	13	12	16	14
18	M	56	C	4	84	71	35	41	13	11	13	15	15	19
18	M	56	C	5	67	69	63	65	39	9	7	6	8	9
18	M	56	C	6	70	68	61	56	29	18	15	15	16	14
18	M	56	C	7	70	94	42	31	11	3	33	28	24	27
18	M	56	C	8	67	61	75	62	21	12	12	13	18	24
19	M	26	A	1	58	50	58	59	16	67	33	10	20	10

19	M	26	A	2	60	28	54	50	9	50	18	21	21	16
19	M	26	A	3	73	19	70	60	15	45	9	9	8	7
19	M	26	A	4	73	36	86	54	8	45	10	5	9	10
19	M	26	A	5	69	35	50	55	10	59	21	3	9	8
19	M	26	A	6	60	39	61	50	9	49	11	9	20	20
19	M	26	A	7	69	65	65	55	29	73	13	9	1	9
19	M	26	A	8	75	23	65	65	10	29	9	9	10	9
20	F	33	A	1	53	67	25	29	46	37	61	61	41	48
20	F	33	A	2	55	62	12	60	50	50	62	65	72	73
20	F	33	A	3	54	46	44	20	34	12	16	11	22	22
20	F	33	A	4	56	61	25	23	17	18	21	28	19	26
20	F	33	A	5	54	50	52	29	55	47	35	25	54	47
20	F	33	A	6	67	73	27	52	59	17	63	50	58	59
20	F	33	A	7	66	69	39	41	59	76	24	4	4	24
20	F	33	A	8	49	53	44	31	54	40	35	25	22	48
21	M	22	A	1	57	74	62	80	11	61	11	0	0	0
21	M	22	A	2	65	69	64	49	30	57	1	2	2	2
21	M	22	A	3	63	55	60	64	17	61	0	0	0	0
21	M	22	A	4	54	44	52	54	26	62	0	0	0	0
21	M	22	A	5	67	92	63	79	4	81	0	0	0	0
21	M	22	A	6	36	98	33	20	9	43	0	0	0	0
21	M	22	A	7	55	56	19	17	3	29	0	0	0	23
21	M	22	A	8	76	84	33	33	22	39	7	0	0	0
22	F	51	C	1	45	45	54	34	3	46	1	1	1	30
22	F	51	C	2	58	50	45	45	2	37	1	1	1	22
22	F	51	C	3	45	42	45	47	2	20	2	1	2	36
22	F	51	C	4	42	42	40	40	3	40	2	2	1	2
22	F	51	C	5	44	45	45	45	5	49	3	2	3	2
22	F	51	C	6	46	56	46	46	5	45	3	3	3	5

22	F	51	C	7	46	46	45	45	4	4	3	3	2	2
22	F	51	C	8	44	44	45	45	7	26	5	6	2	2
23	F	53	C	1	51	75	49	12	1	0	0	0	0	0
23	F	53	C	2	54	75	53	47	0	4	0	1	1	0
23	F	53	C	3	43	44	40	11	2	2	1	0	0	0
23	F	53	C	4	26	42	27	5	4	1	1	1	1	1
23	F	53	C	5	39	39	28	20	0	3	0	1	1	0
23	F	53	C	6	48	51	51	29	1	7	1	1	1	1
23	F	53	C	7	49	47	50	8	13	8	12	12	9	9
23	F	53	C	8	50	48	29	12	1	12	11	1	0	1
24	F	50	C	1	81	80	92	91	7	73	6	1	1	2
24	F	50	C	2	35	8	56	36	18	12	8	39	8	70
24	F	50	C	3	85	67	88	85	5	28	10	35	44	34
24	F	50	C	4	70	71	30	8	7	8	87	4	86	72
24	F	50	C	5	78	74	68	12	11	11	12	88	12	77
24	F	50	C	6	73	59	46	39	20	5	11	5	23	27
24	F	50	C	7	74	73	24	52	20	31	75	58	63	63
24	F	50	C	8	74	74	52	37	5	6	77	94	95	95
25	F	31	A	1	70	90	80	70	60	40	50	0	0	50
25	F	31	A	2	50	90	60	40	40	60	40	0	0	40
25	F	31	A	3	50	70	70	60	70	20	20	0	0	40
25	F	31	A	4	50	100	40	50	40	40	40	0	0	30
25	F	31	A	5	50	100	60	60	40	60	30	0	0	40
25	F	31	A	6	60	100	70	60	50	40	30	0	0	70
25	F	31	A	7	60	100	70	70	40	40	30	0	0	60
25	F	31	A	8	30	50	40	40	30	60	60	30	0	50
26	F	23	A	1	67	79	47	41	56	6	0	19	0	16
26	F	23	A	2	30	59	43	16	24	11	0	0	0	9
26	F	23	A	3	44	69	28	50	15	22	56	13	72	61
26	F	23	A	4	66	80	21	23	8	30	41	0	0	18

26	F	23	A	5	66	84	69	49	28	12	11	0	0	19
26	F	23	A	6	67	85	75	68	51	16	0	13	0	11
26	F	23	A	7	61	79	30	42	32	16	10	23	0	13
26	F	23	A	8	45	54	27	42	7	71	51	24	0	35
27	M	23	A	1	56	50	49	65	70	26	26	54	40	66
27	M	23	A	2	74	55	87	86	46	33	29	6	4	4
27	M	23	A	3	65	65	31	19	31	34	32	40	51	41
27	M	23	A	4	46	54	60	68	28	43	44	7	26	38
27	M	23	A	5	72	38	68	61	30	31	27	34	7	24
27	M	23	A	6	57	58	60	52	35	34	24	6	5	3
27	M	23	A	7	58	51	46	58	32	32	25	48	15	25
27	M	23	A	8	51	77	8	60	18	29	51	64	31	66
28	M	25	A	1	67	69	64	54	21	46	12	12	13	15
28	M	25	A	2	83	68	69	69	12	53	11	11	11	10
28	M	25	A	3	71	72	65	52	11	55	11	10	11	9
28	M	25	A	4	71	66	60	57	16	51	9	9	12	10
28	M	25	A	5	67	59	58	59	14	50	16	15	10	14
28	M	25	A	6	68	62	58	56	15	53	17	25	23	23
28	M	25	A	7	69	69	59	50	12	50	9	9	27	42
28	M	25	A	8	71	67	61	59	11	54	28	29	31	35
29	F	41	C	1	37	30	74	73	5	72	63	4	5	6
29	F	41	C	2	75	77	84	86	20	60	8	6	4	2
29	F	41	C	3	76	47	47	35	68	10	10	6	5	4
29	F	41	C	4	35	36	36	35	8	13	2	5	6	23
29	F	41	C	5	47	29	51	30	4	25	1	3	5	5
29	F	41	C	6	74	74	53	53	5	5	5	5	5	5
29	F	41	C	7	70	68	38	31	17	16	2	7	7	85
29	F	41	C	8	38	31	14	66	66	3	4	5	5	88
30	M	32	A	1	52	72	72	68	43	67	59	65	62	65

30	M	32	A	2	72	71	71	63	41	46	31	39	55	58
30	M	32	A	3	75	75	74	57	46	50	40	36	34	42
30	M	32	A	4	71	74	62	50	35	56	34	38	23	31
30	M	32	A	5	74	84	74	45	43	52	44	39	31	27
30	M	32	A	6	60	85	72	53	33	58	32	41	48	33
30	M	32	A	7	49	72	65	36	33	35	47	40	37	28
30	M	32	A	8	39	54	42	52	40	55	58	58	57	30
31	M	22	A	1	90	19	16	83	3	6	95	19	26	72
31	M	22	A	2	93	26	86	68	48	28	3	0	0	23
31	M	22	A	3	56	67	64	45	17	0	38	0	12	32
31	M	22	A	4	92	52	49	59	36	26	26	5	7	21
31	M	22	A	5	78	62	87	42	5	5	74	0	32	61
31	M	22	A	6	74	60	92	66	32	8	33	0	5	11
31	M	22	A	7	72	40	51	32	46	15	0	0	7	3
31	M	22	A	8	94	21	88	33	42	26	3	0	3	0
32	F	9	A	1	59	49	54	1	66	1	0	2	2	33
32	F	9	A	2	55	67	25	65	1	66	1	1	67	21
32	F	9	A	3	52	41	29	26	57	43	1	1	1	65
32	F	9	A	4	55	1	26	69	89	26	1	1	0	56
32	F	9	A	5	45	37	33	45	24	77	75	12	0	26
32	F	9	A	6	52	82	52	47	3	1	0	3	0	0
32	F	9	A	7	45	45	33	50	18	13	12	38	10	2
32	F	9	A	8	40	38	29	20	2	24	75	2	1	56
33	M	54	C	1	50	82	85	77	23	11	16	3	12	3
33	M	54	C	2	93	49	56	34	6	8	13	10	29	9
33	M	54	C	3	65	84	75	64	71	5	9	30	11	8
33	M	54	C	4	73	60	73	73	22	24	2	1	5	23
33	M	54	C	5	67	65	70	31	12	5	5	7	18	10
33	M	54	C	6	69	73	85	78	27	17	7	11	7	8
33	M	54	C	7	63	66	45	56	27	35	24	6	29	18

33	M	54	C	8	53	60	62	62	28	27	31	31	31	30
34	F	23	A	1	83	70	63	53	10	66	0	0	0	14
34	F	23	A	2	54	65	47	47	14	42	0	9	35	10
34	F	23	A	3	51	41	47	30	16	16	6	30	14	6
34	F	23	A	4	68	61	56	56	22	14	9	9	9	9
34	F	23	A	5	49	63	34	34	11	25	25	25	0	9
34	F	23	A	6	63	57	38	43	12	11	12	13	3	3
34	F	23	A	7	63	54	41	41	24	25	32	20	20	10
34	F	23	A	8	43	57	36	44	13	45	73	47	73	62
35	M	55	C	1	49	47	47	53	56	56	30	27	23	23
35	M	55	C	2	43	42	40	41	40	50	41	27	26	25
35	M	55	C	3	25	24	36	40	38	36	35	24	22	23
35	M	55	C	4	39	48	46	46	61	41	24	24	23	23
35	M	55	C	5	48	66	52	50	52	43	25	15	25	24
35	M	55	C	6	37	67	54	51	49	43	26	25	23	23
35	M	55	C	7	40	43	41	40	40	40	23	24	24	21
35	M	55	C	8	40	39	40	39	30	51	24	24	26	46
36	F	53	C	1	28	31	50	37	50	52	52	51	51	45
36	F	53	C	2	50	54	52	27	48	49	5	6	32	65
36	F	53	C	3	30	25	38	43	52	53	52	52	50	64
36	F	53	C	4	26	26	26	26	27	28	28	28	9	48
36	F	53	C	5	34	33	34	39	49	51	51	52	50	39
36	F	53	C	6	15	49	39	39	49	50	49	49	49	45
36	F	53	C	7	40	50	48	36	39	38	38	39	42	53
36	F	53	C	8	16	26	19	62	44	52	52	62	64	63
37	M	18	A	1	100	100	100	49	31	49	0	0	0	0
37	M	18	A	2	50	50	70	32	11	30	0	0	0	0
37	M	18	A	3	49	62	79	18	37	18	0	0	0	0
37	M	18	A	4	52	51	50	26	26	0	0	0	28	0

37	M	18	A	5	89	100	100	49	0	33	1	0	0	0
37	M	18	A	6	48	51	72	50	0	36	0	0	0	0
37	M	18	A	7	49	64	100	61	0	17	0	0	0	0
37	M	18	A	8	100	77	100	52	23	24	1	0	0	0
38	F	17	A	1	45	54	69	25	14	36	4	11	4	6
38	F	17	A	2	46	60	66	41	23	24	24	6	6	5
38	F	17	A	3	44	44	45	15	5	5	4	5	5	33
38	F	17	A	4	42	23	25	67	11	39	40	9	20	32
38	F	17	A	5	66	61	64	46	25	18	12	7	7	8
38	F	17	A	6	65	41	60	53	64	4	5	6	4	5
38	F	17	A	7	62	39	59	55	5	64	9	6	7	8
38	F	17	A	8	41	28	29	45	5	5	6	5	5	93
39	F	17	A	1	21	58	19	75	22	74	74	62	75	75
39	F	17	A	2	66	66	43	59	35	82	53	68	67	63
39	F	17	A	3	43	40	38	21	41	51	24	12	11	63
39	F	17	A	4	57	45	44	3	15	20	16	13	12	40
39	F	17	A	5	26	94	32	62	75	22	68	22	2	72
39	F	17	A	6	32	85	42	60	52	52	44	16	13	35
39	F	17	A	7	32	34	10	76	56	92	64	32	67	39
39	F	17	A	8	34	82	12	81	1	57	74	53	38	73
40	M	18	A	1	77	70	64	25	44	46	6	1	1	1
40	M	18	A	2	50	66	40	30	35	37	11	0	0	1
40	M	18	A	3	33	59	43	51	33	37	4	0	7	25
40	M	18	A	4	57	57	55	44	31	40	4	1	0	0
40	M	18	A	5	49	48	54	47	29	31	21	0	4	4
40	M	18	A	6	30	61	38	33	31	36	4	1	1	0
40	M	18	A	7	48	48	65	64	45	52	6	1	0	1
40	M	18	A	8	19	61	7	3	4	7	2	7	3	59
41	M	18	A	1	16	84	66	24	1	63	1	0	0	0
41	M	18	A	2	99	68	75	83	21	70	0	13	0	8

41	M	18	A	3	71	68	77	48	1	23	0	0	0	0
41	M	18	A	4	68	99	50	35	15	59	0	0	0	0
41	M	18	A	5	30	44	30	61	32	58	1	0	0	31
41	M	18	A	6	73	68	69	82	0	33	0	0	0	0
41	M	18	A	7	20	21	12	70	0	69	1	1	0	68
41	M	18	A	8	32	72	0	99	0	0	22	22	0	99
42	M	18	A	1	42	82	58	58	46	45	0	0	0	0
42	M	18	A	2	46	73	32	41	58	53	72	70	0	68
42	M	18	A	3	49	48	49	42	38	32	34	9	3	1
42	M	18	A	4	13	34	34	33	32	53	21	20	0	31
42	M	18	A	5	50	69	45	46	42	39	60	56	8	6
42	M	18	A	6	28	75	36	32	25	31	0	0	1	1
42	M	18	A	7	50	58	37	35	37	37	70	66	2	72
42	M	18	A	8	59	72	14	59	3	3	80	73	0	87
43	M	17	A	1	72	96	94	80	88	57	2	3	3	3
43	M	17	A	2	85	97	75	73	55	32	3	3	4	9
43	M	17	A	3	68	69	69	59	47	26	2	3	3	3
43	M	17	A	4	40	33	40	39	57	26	4	3	11	18
43	M	17	A	5	65	86	58	58	68	24	3	3	3	3
43	M	17	A	6	63	68	63	60	52	28	3	3	3	3
43	M	17	A	7	78	72	55	54	50	26	2	8	3	24
43	M	17	A	8	56	67	69	63	59	35	3	4	6	16

