

**MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ
AGRONOMICKÁ FAKULTA**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

BRNO 2017

KRISTÝNA BAZALOVÁ

Mendelova univerzita v Brně
Agronomická fakulta
Ústav technologie potravin



Směsi pro výrobu bezlepkových muffin s přídavkem vlákniny
Diplomová práce

Vedoucí práce:
Ing. Viera Šottníková, Ph.D.

Vypracovala:
Kristýna Bazalová

Brno 2017

Zadání diplomové práce.

Experimenty byly provedeny za využití infrastruktury pavilonu M, v poloprovozu pekárenském: "Výstupy a výsledky DP byly zpracovány na přístrojovém vybavení financovaném z projektu OP VaVpI CZ.1.05/4.1.00/04.0135 Výukové a výzkumné kapacity pro biotechnologické obory a rozšíření infrastruktury".

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci: Směsi pro výrobu bezlepkových muffin s přídavkem vlákniny vypracoval/a samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a v souladu s platnou Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací.

Jsem si vědom/a, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne:.....

.....

podpis

Poděkování

Tímto způsobem bych ráda poděkovala paní Ing. Vieře Šottníkové, Ph.D. za odborné vedení, užitečné rady a návrhy, a především za trpělivost, ochotu a přátelské jednání při zpracovávání diplomové práce.

Ráda bych také poděkovala panu Ing. Honzíkovi, jako zástupci firmy J.Rettenmaier & Söhne, za zprostředkování vzorků vlákniny a za cenné praktické rady.

Také děkuji paní doc. Ing. Šárce Nedomové, Ph.D. a paní laborantce Jindřišce Jordánové, za velkou pomoc při laboratorním měření vzorků.

V neposlední řadě také děkuji rodině a přátelům za jejich trpělivost a maximální podporu projevenou během mého studia.

ABSTRAKT

Cílem diplomové práce „Směsi pro výrobu bezlepkových muffin s přidavkem vlákniny“ bylo navrhnout recepturu s přidavkem bambusové vlákniny (BAF 200), jablečné vlákniny (AF 401) a jablečné vlákniny (AF 12) v množství 3 %, 6 % a 9 % a následně posoudit vliv přidavku vlákniny na kvalitu bezlepkových muffinů.

Bylo upečeno dvacet vzorků, u poloviny byla základem bezlepková směs Jizerka, pro zbytek byla použita pohanková a rýžová mouka.

Pekařským pokusem bylo zjištěno, že nejmenší ztráty pečením měly muffiny s Jizerkou a přidavkem bambusové vlákniny v množství 3 % a 6 %. Receptura na základě Jizerky měla lepší vliv i na objem muffinů. Celkově nejpříjemnější byl vzorek s 3 % jablečné vlákniny AF 12 a Jizerkou, u muffin s pohankovou a rýžovou moukou vzorek s 3 % bambusové vlákniny. Muffiny s bambusovou vlákninou a s Jizerkou měly i nejnižší energetickou hodnotu.

Klíčová slova: bezlepková dieta, vláknina, bezlepkové muffiny, pekařský pokus, senzorické hodnocení, nutriční hodnota

ABSTRACT

The aim of the thesis „Mixture for the production of gluten-free muffins with added fiber“ was to suggest a recipe with addition of bamboo fiber (BAF 200), apple fibre (AF 401) and apple fiber (AF 12) in amounts of 3 %, 6 % and 9 % and further to assess the effect of added fibre on the quality of muffins.

Twenty samples were baked. The base for half of them was gluten free mixture Jizerka, the buckwheat and rice flour were used for the rest.

By bakery experiment it was found that the smallest baking losses had muffins with Jizerka and the addition of bamboo fiber in the amount of 3 % and 6 %. The Jizerka based recipe had a better effect on the volume of muffins. The most acceptable was sample with 3 % apple fiber AF 12 and Jizerka. Regarding the Muffins with buckwheat and rice flour, sample with the addition of 3 % bamboo fiber was the best. Muffins with the bamboo fiber and Jizerka also had the lowest energy value.

Keywords: gluten-free diet, dietary fiber, gluten-free muffins, baking experiment, sensory evaluation, nutritive value

OBSAH

1 ÚVOD	9
2 CÍL PRÁCE	10
3 LITERÁRNÍ PŘEHLED	11
3.1 Lepek.....	11
3.1.1 Vlastnosti lepku.....	11
3.2 Celiakie, celiakální sprue	12
3.2.1. Formy celiakie.....	13
3.2.2 Projevy celiakie	13
3.2.3 Neceliakální glutenová senzitivita	14
3.2.4 Alergie na lepek, či jiné složky pšeničné a další mouk.....	14
3.2.5 Duhringova herpetiformní dermatitida	14
3.3 Bezlepková dieta	15
3.3.1 Pravidla bezlepkové diety	15
3.3.2 Bezlepkové potraviny.....	16
3.3.3 Nové postupy	19
3.4 Legislativa	19
3.4.1 Bezlepkový symbol.....	20
3.4.2 Finanční dotace	21
3.2 Vlákna	22
3.2.1 Význam vlákniny	22
3.2.2 Rozdělení vlákniny.....	23
3.2.3 Složky potravní vlákniny	24
3.2.4 Bezlepková dieta a vlákna.....	27
3.2.5 Vliv přidávání vlákniny do pekařských výrobků	27
3.2.6 Muffiny	29
4 MATERIÁL A METODY	30

4.1 Materiál	30
4.2 Použité suroviny.....	30
4.3 Metody	32
4.3.1 Postup výroby.....	32
4.3.2 Navržené směsi pro výrobu muffin.....	32
4.3.3 Senzorická analýza.....	34
4.3.4 Hmotnost a objem muffinů	35
4.3.5 Ztráty pečením	35
4.3.6 Poměrové číslo	36
4.3.7 Měření pevnosti.....	36
4.3.8 Stanovení nutriční hodnoty	36
4.3.9 Statistické zpracování.....	36
5 VÝSLEDKY A DISKUZE.....	38
5.1 Hmotnost a ztráta pečením.....	38
Ztráta pečením.....	39
5.2 Objem.....	41
5.5 Poměrové číslo	42
5.3 Pevnost muffinů	45
5.7 Projekce proměnných do faktorové roviny	46
5.4 Senzorická analýza.....	47
5.4.1 Projekce proměnných do faktorové roviny	58
5.5 Kalorická hodnota muffinů	59
6 ZÁVĚR.....	61
7 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	63
8 SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK.....	72
9 SEZNAM TABULEK	74
10 PŘÍLOHY	75

1 ÚVOD

Zájem o bezlepkové výrobky se v současné době zvyšuje, stejně tak roste i poptávka po produktech s vyšším obsahem vlákniny, protože její příjem je v běžné stravě nedostatečný. Vláknina velice pozitivně ovlivňuje zdravotní stav, konkrétně zlepšuje peristaltiku střev, napomáhá snižovat glykémii, navozuje pocit sytosti a pravidelný příjem může být důležitý z hlediska prevence rakoviny tlustého střeva, obezity, srdečně-cévních onemocnění a dalších civilizačních chorob. Doporučené denní množství pro dospělého člověka je 30 g vlákniny.

Bezlepková dieta je jedinou účinnou léčbou celiakie, která je definovaná jako celoživotní geneticky podmíněné autoimunitní onemocnění. Dodržování bezlepkové diety a vyřazení některých druhů obilovin vede k nedostatku některých vitamínů a minerálů, ale především k nedostatku vlákniny, protože bezlepkové suroviny obsahují obecně menší množství vlákniny. Bezlepkové pečivo bývá vyrobeno na bázi škrobu s nižším obsahem minerálních látek, vitamínů a vlákniny, proto se zvyšuje zájem o obohacované výrobky.

Vláknina se přidává do výrobků jako jsou těstoviny, cukrářské výrobky, masné výrobky, extrudované výrobky apod. V současné době roste poptávka po bezlepkových pekařských výrobcích, proto se předmětem obohacování stává i sladké pečivo. Stále více oblíbené jsou muffiny, které svým tvarem připomínají malý dortík, který může být navíc obohacován dalšími přísadami a příprava není náročná. Díky rostoucí poptávce se muffiny rozšířily i na bezlepkový trh.

Přidávání různých druhů vláknin do muffinů nejenom zvyšuje nutriční hodnotu výrobku, ale může mít pozitivní vliv na texturní vlastnosti. Vláknina má významné funkční vlastnosti, mezi které patří vysoká schopnost vázat vodu, také působí jako náhražka tuku nebo k zahuštění těsta. Vláknina není negativně ovlivněna teplotou, tlakem nebo pH. Výhodou je i mikrobiologická bezpečnost a možnost dlouhodobějšího skladování. U obohacených výrobků navíc zvyšuje přijatelnost, sensorické hodnocení, a hlavně je nutričním přínosem nejenom u bezlepkových výrobků.

2 CÍL PRÁCE

Cílem diplomové práce bylo navrhnout konkrétní směsi pro výrobu bezlepkových muffinů s přídavkem tří druhů vláknin (bambusové BAF 200, jablečné AF 401 a jablečné AF 12) a porovnat vliv přídavku 3 %, 6 % a 9 % vlákniny na bezlepkové výrobky pomocí pekařského pokusu a sensorického hodnocení. Dílčí cíle byly:

- prostudovat dostupnou literaturu a vypracovat literární rešerši,
- upéct bezlepkové muffiny s přídavkem vlákniny v různém procentuálním zastoupení,
- u hotových výrobků provést sensorické hodnocení,
- provést fyzikální měření a stanovení tvrdosti výrobků,
- stanovit nutriční hodnotu výrobků,
- naměřené výsledky zpracovat graficky i statisticky a porovnat.

3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

3.1 Lepek

Definicí podle nařízení Evropské komise č. 4/2009 pro bezpečkové potraviny je lepek definován jako bílkovinná frakce z pšenice, žita, ječmene, ovsa nebo jejich kříženců a derivátů, která je nerozpustná ve vodě a v roztoku 0,5 molárního chloridu sodného (Matos, Rosell, 2015).

Lepek bývá často označován také jako gluten a jedná se o obecný název pro prolaminovou (glutelínovou) a gliadinovou frakci pšeničných bílkovin (Rujner, Cichańska, 2006). Tento komplex bílkovin se nachází v povrchových částech obilných zrn. Nejvíce prolaminů obsahuje pšenice, u které jsou nazývány gliadiny, naopak nejméně se jich vyskytuje v ovsu, kde se jedná o avenin. Prolamin žita se nazývá sekalin a u ječmene je to hordein (Gabrovská et al, 2015). Toxicita záleží na složení aminokyselin v základní struktuře, kdy bílkoviny nejsou ovlivněny technologickými procesy, jako je denaturace nebo částečná hydrolýza. Z toho důvodu je pro celiaky toxické nejen zrn, ale i veškeré výrobky z obilovin (Rujner, Cichańska, 2006).

Pšeničný lepek je pružný gel, který lze z těsta jednoduše izolovat vypíráním pod proudem vody. Z těsta se odplavují látky rozpustné ve vodě a škrob a zůstane pouze „mokrý lepek“. Z ostatních obilovin podobný gel vyprat nelze (Příhoda a Hrušková, 2007).

Základem vytvoření pšeničného těsta je bílkovinná prostorově propojená trojrozměrná struktura lepku, která je nositelem pružnosti těsta a zároveň zajišťuje jeho odolnost proti roztékání (Příhoda a kol., 2003). Obecně se dá říct, že lepek určuje kvalitu mouky. Čím vyšší je obsah lepku, tím je mouka kvalitnější. Proteolytické enzymy dokáží lepek rozštěpit na tři frakce, jsou to albuminy a globuliny (rozpustné v solném roztoku), gluteliny (rozpustné v kyselině octové) a prolamininy rozpustné v 70 % etanolu (k těm patří i gluten (Kučerová, 2004).

3.1.1 Vlastnosti lepku

Významné jsou pšeničné bílkoviny, které se od ostatních rostlinných bílkovin odlišují schopností vytvářet lepek. Hlavní funkce lepku je při tvorbě těsta, kdy obsah a vlastnosti lepku jsou hlavní ukazatele pekařské kvality (Kučerová, 2004).

K nejvýznamnějším vlastnostem lepku patří pružnost, tedy schopnost vrátit se po natažení do původní polohy, dále tažnost, schopnost zadržovat plyn i schopnost zvětšovat svůj objem, tedy bobtnavost (Maňasková, 2013).

Jedinečné vlastnosti pšeničného těsta jsou dány především vzájemnou interakcí mezi jednotlivými frakcemi lepku, které vytváří lepkovou viskoelastickou síť. Lepek určuje texturu a strukturu pekárenských výrobků, proto se po jeho odstranění zhoršují technologické schopnosti těsta. Výměna lepku v bezlepkových výrobcích představuje velkou technologickou výzvu (Mariotti et al., 2013).

3.2 Celiakie, celiakální sprue

Celiakální sprue nebo také glutenová enteropatie, je autoimunitní onemocnění, pro které je typické, že si tělo vytváří protilátky proti vlastním buňkám sliznice tenkého střeva, které tím poškozuje. Celiakie je geneticky podmíněná nesnášenlivost lepku a jedná se o celoživotní onemocnění. U pacientů dochází k trvalé tvorbě protilátek proti štěpným produktům lepku a i když dosud není objasněn přesný mechanismus toxického působení, je jisté, že se nejedná o alergii navozenou alergickými IgE protilátkami (Frič a Mengerová, 2008).

Působením lepku dochází k rozsáhlé destrukci epitelových buněk a tím se mění i povrch sliznice střeva – dochází ke snížení počtu nebo úplnému vyhlazení klků a mikrokĺků, čímž se zmenší povrch sliznice a živiny nemohou být vstřebávány a objevují se trávicí potíže (Frič a Mengerová, 2008). Mezi nejčastější příznaky patří průjem nebo světlá stolice, silné bolesti břicha, zvracení, nadýmání atd. Pro děti je charakteristický opožděný vývoj či anémie (Dupin, 2014).

Diagnostika je založená na krevních testech a na zjišťování specifických protilátek proti tkáňové transglutamináze (tTG), endomysiu (EmA) a deaminovaným gliadinovým peptidům (AGA). V případě pozitivních testů, což je vysoká hladina imunoglobulinů (slizniční imunita – IgA, IgG, IgM), se provádí střevní biopsie (Dupin, 2014).

Jako průkaz celiakie se považuje histologický nález na sliznici tenkého střeva a v případě pozitivního nálezu je nařízena bezlepková dieta, která vede k úpravě zdravotního stavu a k poklesu protilátek (Frühauf, 2009).

V současnosti je dostupný i tzv. domácí test ke zjištění onemocnění. Test je založený na průkazu přítomnosti protilátek proti lepku, provádí se z kapky krve odebrané z prstu.

Může sloužit jako pomocný test při diagnostikování celiakie, ale definitivní diagnóza musí být potvrzena lékařem.

Jedinou léčbou je striktní vyloučení lepku ze stravy. Neexistují žádné léky, které by dokázaly zabránit autoimunitní reakci těla na přítomnost lepku. I při léčbě – dodržování diety se provádí pravidelné vyšetření protilátek proti transglutaminase. Tento enzym reaguje na stav pacienta v nejkratší době (Dupin, 2014).

3.2.1. Formy celiakie

Existuje mnoho forem, které se navzájem liší anamnézou, projevy i nálezem.

Klasická forma (typická) – přítomné typické příznaky (průjemy, ztráta hmotnosti, nevolnost) a zřetelný histologický nález na sliznici tenkého střeva, který je doprovázen maloabsorbci živin.

Silentní (tichá) – probíhá bez příznaků, dochází k histologickým změnám, které se mohou postupně zvětšovat a příznaky se projeví až v akutní fázi (Fasano, 2014).

Mimostřevní (atypická) forma – nález ve střevní biopsii je pozitivní, ale je doprovázena mimostřevními příznaky (osteoporóza, anémie, zpomalený růst), což komplikuje včasnou diagnózu.

Latentní forma – histologický obraz střeva je v normálu, ale krevní testy vykazují přítomnost protilátek. Jedná se o pacienty, u kterých se celiakie může rozvinout (Bušinová, 2013).

Potenciální – je většinou bezpříznaková, normální histologický nález, v některých případech se objevuje přítomnost autoprotiátek (Frühauf, 2009).

3.2.2 Projevy celiakie

Projevy jsou málokdy charakteristické, často se vyskytují bezpříznakové formy, anebo mohou být projevy mimostřevní, které jsou sotva postřehnutelné.

Mezi typické příznaky patří nevolnosti, hubnutí, průjemy, únava, objemná stolice, nadýmání, mohou se objevit i příznaky chudokrevnosti apod. U dětí se objevují problémy hned při zavedení lepku do stravy, projevy jsou klasicky střevní. Celiakie se ale může projevit v každém věku, do určení konečné diagnózy může jedinec trpět nevysvětlitelnou chudokrevností, bolestí svalů, osteoporózou, neplodností, záněty ústní dutiny atd. (Kovářů a Knapková, 2013). Charakteristický je i váhový úbytek, porucha růstu (zejména u dětí), hypovitaminóza vitamínů skupiny B a A.

Komplikace celiakie vyplývají buď z malabsorpce důležitých látek nebo dochází k porušení střevní bariéry, proto je nepoznaná a neléčená celiakie velmi nebezpečná. Důležitá je včasná diagnóza a celoživotní dodržování bezlepkové diety (Gabrovská et al., 2015).

Při jednorázovém porušení nemusí nastat komplikace ihned, ale střevní sliznice je poškozena. Časté porušování striktní bezlepkové diety může vést k celiakální krizi, rozvratem metabolismu minerálů, až do úplného vyčerpání pacienta. U dětí je nejtypičtější pomalý růst a vývoj (Kohout, Pavlíčková, 2010).

3.2.3 Neceliakální glutenová senzitivita

Mohou se vyskytovat symptomy podobné celiakii, ale často nesouvisí primárně se zažíváním. Časté jsou například bolesti kloubů, únava, úbytek hmotnosti (Dupin, 2014).

Při konzumaci lepku nedochází k poškození sliznice a vzniku komplikací. Není nutná striktní bezlepková dieta jako u celiakie, většinou stačí omezení lepku (Gabrovská, 2015).

3.2.4 Alergie na lepek, či jiné složky pšeničné a další mouk

Při alergii nedochází k autoimunitní reakci, ale organismus reaguje na některou ze složek obsažených v konzumované potravě. Typické příznaky jsou bolesti břicha, nadýmání, dušnost, kopřivka apod. K alergické reakci dochází většinou okamžitě, někdy se dostaví až za několik dní. Součástí diagnózy je odběr protilátek specifických pro různé alergeny, případně kožní test. Léčba bezlepkovou dietou může být pouze přechodná, nikoli celoživotní (Gabrovská et al., 2015).

3.2.5 Duhringova herpetiformní dermatitida

Tato kožní forma celiakie se projevuje vznikem typických puchýřků na kůži (nejčastěji v oblasti kolen a loktů), které jsou velmi svědivé. Sliznice tenkého střeva není postižena plošně, ale ostrůvkovitě, proto nemusí být patrné žádné gastrointestinální příznaky (Gabrovská et al., 2015).

Diagnostika spočívá v nález protilátek v poškozené kůži. Základem je bezlepková dieta, která může být v některých případech doplněna sulfony (Kohout a Pavlíčková, 2006).

Salmi et al. (2015) popsal studii, zaměřenou na spojitost mezi celiakií a dermatitidou herpetiformis. Výsledky ukázaly, že u 20 pacientů s dermatitidou (4 %) byla celiakie diagnostikována již dříve. Medián (hodnota nacházející se přesně uprostřed všech ostatních hodnot) časového intervalu mezi celiakií a detekcí dermatitidy herpetiformis je 9,5 let. Závěrem studie dokázal, že dermatitida se může časem vyvinout u pacientů s celiakií, což je nejčastěji následkem nedodržování bezlepkové diety, kdy je přísnost nezbytná.

3.3 Bezlepková dieta

V současnosti je jediným způsobem léčby celiakie vyřazení lepku z jídelníčku. Jedná se o celoživotní omezení, díky kterému však dochází ke zlepšení příznaků a prevenci následných komplikací. Ústup histologických změn sliznice je poměrně rychlý, komplikace mohou nastat při určení diagnózy v pozdějším věku. Doporučuje se kontrolní stanovení autoprotilátek každý rok, což slouží jako ukazatel porušování dietního režimu, ať vědomého nebo nevědomého (Frič, Mengerová, 2008).

3.3.1 Pravidla bezlepkové diety

Základem je celoživotní vyloučení lepku ze stravy. Denní příjem lepku u celiaka by neměl překročit 50 mg/den. Bezlepkové stravování může vést k nedostatečnému příjmu některých prvků, konkrétně jsou to vitamíny skupiny B, vitamin D, železo, hořčík a neposlední řadě vlákniny (Slimáková, 2012).

Rybicka et al. (2013) se zaměřil na nedostatek selenu, který se často vyskytuje u celiaků a porovnával obsah v bezlepkových obilninách. Vyšší obsah byl zjištěn například v quinoi, amarantu, teffu a právě výrobky na bázi těchto surovin by měly být častěji zařazovány jako zdroje selenu.

Kritickým bodem je i příprava jídla, kdy může docházet ke kontaminaci. Je důležité dbát na oddělené uskladnění potravin, samostatnou přípravu, důkladné očištění kuchyňských pomůcek apod.

Při porušení diety nemusí ihned nastat komplikace, ale dochází k poškození střevní sliznice lepkem. Pokud je dietní režim porušován často, může to vést až k celiakální krizi, velkým průjmům až k úplnému vyčerpání. Organismus totiž musí čelit neustálému antigennímu stresu, který postupně vede ke vzniku či rozvoji dalších autoimunitních chorob (Vránová, 2013).

3.3.2 Bezlepkové potraviny

Nabídka bezlepkových výrobků na trhu se v posledních letech velice rozšířila. Suroviny a potraviny bez lepku se pohybují v různé ceně i kvalitě a obecně lze říct, že bezlepkové produkty patří mezi finančně nákladné, a ne vždy odpovídá cena kvalitě. Na základě výzkumu se zjistilo, že až 70 % celiaků si připravuje bezlepkové pečivo v domácích podmínkách z předem připravených směsí. V obchodech jsou běžně k dostání i směsi od českých firem, jako je například Bezgluten, Paleta, Labeta atd. (Kučerová a Pelikán, 2008).

Sortiment zahrnuje širokou nabídku směsí na pečení chleba, moučníků, sladkého pečiva, těstovin atd., ale poměrně omezená je nabídka čerstvého pečiva, což může být způsobeno technologickou náročností výroby.

Největším přínosem obilovin je jejich univerzálnost a dobrá dostupnost, ale oblíbené a rozšířené jsou i suroviny, které jsou označovány jako přirozeně bezlepkové, patří sem například rýže, kukuřice, masné a mléčné výrobky, vejce, luštěniny, ovoce a zelenina apod. (Muchová, 1999). I když se jedná o potraviny přirozeně bezlepkové, mohou některé finální výrobky lepek obsahovat. Nejčastěji se jedná o zahuštění pšeničným škrobem. Přirozeně bezlepkové suroviny slouží jako základ, který se využívá při výrobě bezlepkových směsí (Dostálová, 2011).

Jednou z bezlepkových surovin je i naditec z rodu *Prosopis* z čeledi bobovité (obrázek 1). Naditec a jeho druhy byly pro domorodé obyvatele v Severní a Jižní Americe hlavní zdroj potravy, před příjezdem Evropanů.



Obr. 1 *Prosopis pallida* – naditec (Svobodová, 2013)

Mouka vyrobená z naditce jehnědokvětého neobsahuje cukry (rafinóza, stafylóza), které způsobující nadýmání po konzumaci většiny luštěnin. Také neobsahuje alergeny jako gliadin, sóju nebo ořechy a je významným zdrojem vlákniny, proto je mouka vhodná pro výrobu bezlepkových potravin, u kterých navíc příznivě ovlivňuje aroma, barvu a chuť. Přidáním 5 % mouky z naditce do sušenek, 10 % do chleba a 15 % do palačinek a muffinů, se dosáhne značného zhnědnutí, které je žádoucí.

Pro ilustraci vlivu na tmavost a objem pečiva upekli (Felker et al., 2013) čtyři vzorky bezlepkového chleba s přidavkem 0, 5, 10 a 15 % mouky z naditce do komerční bezlepkové směsi (rýžová mouka, bramborový škrob, tapiokový škrob, guarová guma a sůl).



Obr. 2 Bezlepkový chléb s přidavkem 0, 5, 10 a 15 % mouky z naditce (zleva doprava) pečený při 190 °C po dobu 23 minut.

Z obrázku 2 je patrné, že již nejnižší koncentrace mouky z naditce má znatelný vliv na tmavost pečiva, při koncentraci 15 % byla tmavost téměř na limitu přijatelnosti. Přestože objemy nebyly měřeny, není viditelný rozdíl mezi vzorkem s přidavkem 15 % mouky z naditce a kontrolním vzorkem.

3.3.2.1 Sporné suroviny

Oves

Konzumace ovsa při bezlepkové dietě je velice diskutovaným tématem. Oves obsahuje lepku podobný protein (avenin), proto se doporučuje, že by denní konzumace bezlepkového ovsa a výrobků z něj, neměla přesáhnout 50 g (Bass, 2013).

Gabrovská et al. (2015) uvádí, že konzumace ovesných výrobků celiakům nevádí, ale oves nesmí být kontaminován pšenicí, ječmenem, nebo žitem.

V letech 2012–2013 byly publikovány klinické studie týkající se konzumace ovsa.

V první bylo vybráno 54 pacientů a byla naplánovaná konzumace 50 g ovsa denně po dobu jednoho roku. Studii dokončilo 46 pacientů, kteří průměrně konzumovali 286 g ovsa týdně. Bezpečnost byla prokázána sérologickými a histologickými testy a nepřítomností klinických příznaků.

Ve Finsku se podobné studie účastnilo 110 celiaků. Během osmi let konzumovali pacienti běžně dostupné ovesné výrobky na trhu. U pacientů nebyla poškozená sliznice střeva, nebyly pozorovány klinické příznaky nebo zvýšení protilátek proti tkáňové transglutaminase (Kaukiken et al., 2013).

Možnost bezpečně zařadit oves do stravy a potravin pro celiaky by byla jistě přínosná. Nejenom by se rozšířil sortiment, ale i by se zlepšila nutriční hodnota a zvýšil by se příjem vlákniny. Codex Alimentarius se k této otázce staví nejednoznačně a nechává rozhodnutí o povolení přidávání ovsa do bezpečných potravin na jednotlivých zemích. Obsah ovsa je povolen například ve Velké Británii a USA. V České republice je oves uváděn jako alergen v příloze vyhlášky 113/2005 Sb. Výrobci se musí řídit především vyhláškou 157/2008 Sb., aby při přidávání ovsa do bezpečných potravin byl dodržen limit gliadinů maximálně 10 mg/100 g sušiny (Gabrovská, 2007).

Alkohol

Určité riziko mohou představovat například koktejly či ochucené alkoholické nápoje, kde mohou být zdrojem lepku použité přísady.

Nejdiskutovanější je konzumace piva, které obsahuje 1–2 mg hordeinu na 100 ml. Mírná konzumace tedy riziko nepředstavuje, ale je nutné množství přijatého lepku započítat do celkové denní dávky zkonsumovaného lepku (Čepilová, 2016).

Přídavné látky

Většina potravinářských aditiv je bez lepku, ale u některých je možná kontaminace. Příkladem je karamel (E 150), který může být vyráběn z pšeničného škrobu. Zdrojem lepku mohou být také modifikované škroby.

Kohout (2010) však také uvádí, že ěčka nejsou významným zdrojem skrytého lepku, a tak není třeba se nimi tolik zabývat.

3.3.3 Nové postupy

Přestože je diagnóza celiakie celoživotní a následná dieta omezující a nákladná, neustále se vědci snaží vymyslet jiné možnosti. Některé možnosti terapie jsou již dokonce v první nebo ve druhé fázi klinických studií.

Mezi současně zkoumané „nedietní“ terapie patří orální enzymoterapie, která je založená na perorálním podáváním endopeptidáz, pro lepší stravitelnost lepku. Příslušné enzymy (glutenasy), které jsou schopny proteolýzy lepku, jsou zaváděny do trávicího ústrojí, kde jsou schopny detoxikovat přijatý lepek. V dosavadních testech bylo zjištěno, že příslušné glutenasy tráví lepek účinně, ale je nutný další výzkum pro efektivnější kombinace s dalšími enzymy (Kaukinen et al., 2014).

Mezi způsoby léčby patří i tobolka s prodlouženým uvolňováním nebo podání probiotik, které by ve střevě samy produkovaly příslušné proteázy. Perorální podání bude pravděpodobně v obou případech nutné při každém jídle obsahujícím lepek.

K rozložení toxických sekvencí v prolaminech se využívají bakterie mléčného kvašení. Tímto způsobem se úspěšně daří odstranit z bezpečkových potravin stopová množství lepku.

Možností je i genově modifikovaná pšenice bez toxických sekvencí lepku, ale problémem je, že geny, kódující imunogenní peptidy, jsou umístěny v mnoha lokusech genomu pšenice a dále by také pravděpodobně tato absence komplikovala vlastnosti těsta při pečení (Makharia, 2014).

3.4 Legislativa

Problematika je přesně vymezena právními předpisy týkající se bezpečkových potravin. Nařízení komise (ES) č. 41/2009 o složení a označování potravin vhodných pro osoby s nesnášenlivostí lepku, které stanovuje jednotná evropská pravidla o složení a označování potravin z hlediska obsahu lepku. Vymezuje dvě základní kategorie.

První kategorií jsou potraviny označované „bez lepku“ musí obsahovat maximálně 20 mg/kg lepku v potravine v konečném stavu, kdy je prodávána spotřebiteli. Většinou se jedná o potraviny, které jsou přirozeně bezpečkové a podle vyhlášky č. 157/2008 Sb. se mohou označovat také jako „přirozeně bezpečkové potraviny“.

Druhou kategorií jsou potraviny pod názvem „velmi nízký obsah lepku“. Maximální obsah je 100 mg/kg lepku v konečné potravíně. Takto označené jsou většinou potraviny, u kterých byl obsah lepku snížen nějakou technologickou úpravou (www.szpi.cz).

Je důležité, aby potraviny byly řádně označovány. Konkrétní údaj o obsahu lepku by měl být uveden v blízkosti názvu, pod kterým se potraviny prodávají a nemohou být nahrazeny jiným významově rovnocenným výrazem (například bezlepkový výrobek).

Nařízení č. 41/2009 také stanovuje požadavky na oves. Obsah lepku nesmí překročit hranici 20 mg/kg a nesmí dojít ke kontaminaci pšenicí, ječmenem, žitem nebo jejich kříženci (Pavelková, Kubík, 2016).

Začátkem roku 2015 došlo k rozšíření desetiprocentní sazby daně z přidané hodnoty na suroviny určené k výrobě potravin pro pacienty s celiakií a fenylketonurií. Jedná se například o mouky a směsi na výrobu pečiva. Tyto suroviny navíc musí splňovat požadavky příslušné směrnice Evropské komise (www.aktualne.cz, 2017).

3.4.1 Bezlepkový symbol

Podle legislativy stačí slovní označení „bez lepku“ nebo „velmi nízký obsah lepku“, ale mnoho potravin je navíc označeno pomocí symbolu přeškrtnutého klasu, znázorněného na obrázku 3, který celosvětově usnadňuje orientaci při nákupu. V České republice si tento symbol zaregistrovalo jako ochrannou známku (s písmeny CZ) Sdružení celiaků ČR.



Obr. 3 Bezlepkový symbol (<http://celiac.cz/default.aspx?article=236>)

Limity a jejich dodržování kontroluje Státní zemědělská a potravinářská inspekce v akreditované laboratoři podle přesných metod, protože chybné údaje a označení by mohlo ohrozit či poškodit zdravotní stav spotřebitele. Zákonné předpisy stanovují povinný rozbor jednou ročně.

3.4.2 Finanční dotace

Striktní dodržování bezpečkové diety není jednoduché, jednak z hlediska dostupnosti potravin, a také z finančního hlediska. Česká republika se snaží pacienty podporovat jednak již zmíněným snížením daně z přidané hodnoty na konkrétní suroviny, a navíc řada pojišťoven poskytuje finanční příspěvky na nákup bezpečkových potravin.

Již několik let nejvíce přispívá na nákup bezpečkových potravin Všeobecná zdravotní pojišťovna. Příspěvek ve výši až 6000 Kč na rok je určen „nezaopatřeným dětem“ do věku 26let. Zaměstnanecká pojišťovna Škoda poskytuje roční příspěvek až 4000 Kč, a to bez omezení věku. Ostatní pojišťovny přispívají v menších částkách a většinou pouze dětem (www.prispevky.cz, 2017).

3.2 Vláknina

Legislativou je vláknina definována jako sacharidové polymery nestrávené ani neabsorbované v tenkém střevě člověka a obsahující deset a více monomerních jednotek.

Rozdělujeme (Směrnice komise 2008/100/ES):

- a) jedlé sacharidy vyskytující se přirozeně v přijímané stravě
- b) sacharidy, které byly ze složek potravin získány chemickými, fyzikálními nebo enzymatickými metodami
- c) syntetické sacharidové polymery

Podle chemického složení patří k vláknině také:

- Neškrobové polysacharidy: celulóza, hemicelulóza, chitin, gummy a slizy, pektiny a β -glukany
- Nestravitelné oligosacharidy: inulin
- Složky podobné sacharidům: rezistentní škroby, syntetické deriváty sacharidů, modifikované celulózy
- Lignin a doprovodné látky (kutin, třísloviny), (Vránová, 2012).

3.2.1 Význam vlákniny

Lidský organismus nedisponuje příslušnými enzymy, který by dokázaly polysacharidy vlákniny štěpit. Některé druhy vlákniny pohlcují vodu, bobtnají ve střevě a způsobují tak pocit nasycení. Dále některé druhy podléhají částečné fermentaci v tlustém střevě prostřednictvím bakterií, které polysacharidy vlákniny přeměňují na jednodušší látky. Tyto jednodušší látky se dostávají krví do organismu, kde mohou poskytovat malé množství energie. Energetická hodnota 1 gramu vlákniny je 8,4kJ (2kcal), (Stránský, Ryšavá, 2014).

Hrubá vláknina ve střevě působí spíše jako čistič, nedovolí zahnívat zbytkům potravy a zrychlením střevní peristaltiky zabraňuje vstřebávání škodlivých látek (Chrpová, 2010).

Vláknina může působit preventivně před řadou civilizačních onemocnění, je odolná vůči hydrolýze lidskými trávicími enzymy a je nezbytná pro správné trávení. Hraje důležitou roli v léčbě a prevenci obezity, diabetu, kardiovaskulárních onemocnění, hemeroidů, rakoviny zažívacího ústrojí, aterosklerózy.

Zvýšená konzumace snižuje krevní tlak, snižuje koncentraci glukózy, zlepšuje vylučování žlučových kyselin a cholesterolu, zvyšuje koncentraci sérových lipidů, pomáhá při hubnutí tím, že dobře váže vodu, díky čemuž zvětší svůj objem a vyvolává pocit sytosti apod.

Aby se mohly projevit pozitivní účinky dietní vlákniny na lidský organismus, měl by se denní příjem pohybovat kolem 30 gramů. Hlavním zdrojem vlákniny je ovoce a zelenina, celozrnné obiloviny, luštěniny, brambory, ořechy apod. (Komprda, 2009).

Nadměrný příjem vlákniny může mít negativní účinky. Nadbytek se může projevit nadýmáním a bolestmi břicha. Při nedostatku tekutin může dojít k zácpě a snížení vstřebávání některých látek z potravin. Omezit příjem vlákniny se doporučuje pacientům v pooperačním období nebo osobám, které trpí zánětlivým onemocněním střev (Sekotová, 2014).

3.2.2 Rozdělení vlákniny

Hlavní složky vlákniny jsou celulóza, hemicelulóza, lignin, pektin, rostlinné gumy a slizy. Nejčastěji se rozděluje podle rozpustnosti ve vodě na rozpustnou a nerozpustnou. Rozpustná má tendenci ve vodě bobtnat nebo se rozpouštět a vytvářet viskózní roztok, který prodlužuje pocit nasycení a zpomaluje vyprazdňování žaludku. Tvoří živnou půdu pro kvasné bakterie v tlustém střevě, které podporují vznik mastných kyselin. Rozpustná vláknina ovlivňuje také hladinu cukru v krvi a některé druhy (ovesné β -glukany) dokonce hladinu krevního cholesterolu (Kunová, 2011).

Zatímco nerozpustná zůstává v relativně nezměněném stavu, a tak urychluje průchod tráveniny, čímž podporuje střevní peristaltiku, brání vzniku zácpy a snižuje vstřebávání škodlivých látek. Nejvíce nerozpustné vlákniny obsahují celá zrna obilovin, otruby, ořechy a semena, slupky ovoce a zeleniny atd.

Od roku 1998 WHO doporučuje vlákninu nečlenit na rozpustnou a nerozpustnou, jelikož rozdělení platí jen pro některé složky (některé „nerozpustné“ jsou v tlustém střevě fermentovány apod.), navíc rozpustnost ve vodě neurčuje fyziologický efekt, proto je toto rozdělení zavádějící (Komprda, 2017).

Přirozeným zdrojem jsou jablka, hrušky, kukuřice, jitrocel indický, luštěniny, brambory apod., další zdroje a obsah vlákniny zobrazuje tabulka 1.

Tab. 1 *Obsah vlákniny v potravinách (Hlavatá, 2014)*

Druh potraviny (100 g)	Obsah vlákniny (g)
Ovesné vločky	15,4
Fazole červené (v sušeném stavu)	15,2
Müsli ovocné (Emco)	10,4
Chléb celozrnný	10,1
Čočka vařená	7,9
Sušené meruňky	7,3
Maliny	6,5
Ovesná kaše instantní (Emco)	6,4
Hrách zelený vařený	5,5
Pomeranče	2,4
Jablka	2,4
Zelí vařené	1,9
Cornflakes	1,9
Brambory vařené bez slupky	1,8
Rýže hnědá	1,8

3.2.3 Složky potravní vlákniny

Vláknina je po chemické stránce složena z polymerů sacharidů, které jsou složkou stěn rostlinných buněk, patří sem celulóza, hemicelulóza, lignin, pektiny a další. Zdrojem vlákniny mohou být také gumy, či slizy, které se nacházejí v řasách, a také oligosacharid inulin.

Celulóza

Nejvýznamnější a nejrozšířenější složka buněčných membrán rostlin, plodů, hlíz a semen. Jedná se o vysokomolekulární lineární polymer D-glukózových jednotek vázaných glykosidickými vazbami β -(1 \rightarrow 4). Makromolekuly jsou spojeny pomocí vodíkových vazeb a vytváří ve stěnách rostlinných buněk trojrozměrné struktury, které se označují jako celulózová vlákna (Velíšek, Cejpek, 2008).

Celulóza výrazně nebobtná a ve vodě, zředěných kyselinách, zásadách a většině rozpouštědel, je zcela nerozpustná. Odolává působení většiny enzymů, štěpí se účinkem mikrobiálních enzymů nebo enzymů hub. Pro člověka je celulóza nestravitelná, tudíž tvoří nevyužitelnou část potravy (Hřivna, 2014).

Často se využívá při výrobě potravin, například při přidávání do těsta v drcené nebo rozemleté formě snižuje vaznost vody a pevnost a pružnost těsta (Kučerová, 2004).

Hemicelulózy

Strukturní necelulózové polysacharidy, které se vyskytují v buněčných stěnách rostlin, kde fungují jako opěrné pletivo i zásobní látky, které se při klíčení rozkládají na jednodušší cukry (Kučerová, 2004).

Hemicelulózy se rozdělují na dvě skupiny polysacharidů: heteroglukany a heteroxylany.

Heteroglukany

- Xyloglukany: vyskytují se v ovoci, většině druhů zeleniny, v luštěninách či okopaninách (Velíšek, 2002).
- β -glukany: vyskytují se v buněčných stěnách převážně dvouděložných rostlin a v semenech některých obilovin (vyšší obsah mají nesladovníkové ječmeny nebo oves). Jsou také produkovány některými kvasinkami, plísněmi a vyššími houbami. Mezi pozitivní účinky patří snižování cholesterolu v krvi nebo ovlivňování imunitního systému (Větvička, 2005).

Heteroxylany

- Dominantní polysacharidy buněčných stěn jednoděložných rostlin. Vyskytují se v lodyhách (například kukuřičné klasy, dřevní hmota apod.), (Velíšek, 2002).

Pektiny

Hlavní složkou vlákniny v ovoci je pektin. Nerozpustné pektiny jsou důvodem tvrdosti nezralého ovoce a zeleniny. Ovšem při skladování či zpracování dochází k degradaci, a tím k měknutí plodů (Velíšek, 2002).

Obsah pektinu v dužině se pohybuje okolo 1 %, větší množství obsahují třeba jablka, švestky nebo rybíz. Ze zeleniny je větší obsah pektinu v rajčatech či mrkvi.

Polysacharidy tvořené řetězcem galakturonové kyseliny. Jsou rozpustné v horké vodě, přičemž při ochlazení začínají tvořit gely. Mezi pozitivní účinky pektinů patří i snižování hladiny cholesterolu v krvi, což závisí na jejich schopnosti tvořit viskózní gely. Pektiny mají schopnost se navázat na cholesterol a žlučové kyseliny, čímž snižují jejich resorpci a podporují vylučování z těla (Velíšek, 2002).

Rezistentní škrob

Složky škrobu, či produkty rozkladu škrobu, které nejsou v tenkém střevě člověka vstřebávány, jsou označovány jako rezistentní škrob, který se dále dělí do čtyř skupin.

RS1 fyzicky nedostupný škrob: zdrojem jsou obilná zrna, luštěniny, které kvůli silným buněčným stěnám zamezují přístup enzymům ke škrobu. K rozrušení buněčných stěn dochází při tepelné úpravě, díky tomu jsou škroby pro trávicí enzymy přístupnější.

RS2 přirozeně se vyskytující škrob v kukuřici, syrových bramborách nebo nezralých banánech. Škroby podléhají enzymatické hydrolýze.

RS3 retrogradovaný škrob v okoralém chlebu, zdrojem také mohou být vařené brambory nebo rýže (Komprda, 2012).

RS4 chemicky modifikovaný škrob (škroby etherové, esterové a pyrodextrinové), (Gray, 2006).

Inulin

Nestravitelný oligosacharid, který se z chemického hlediska řadí mezi fruktany, vytváří řetězec se 30–40 molekulami fruktózy spojených vazbou α -(1 \rightarrow 2), ukončen je vázanou koncovou jednotkou D-glukózy (Hřivna, 2014).

Inulin významně ovlivňuje koncentraci lipidů v séru a snižuje kalorickou hodnotu potravy, proto se často využívá jako doplněk stravy. Inulin je fermentován až v tlustém střevě, kde je důležitý jako zdroj živin (prebiotikum) pro střevní mikroflóru bifidobakterií. Vyskytuje se v česneku, cibuli, chřestu, čekance, topinamburu, pórku, chřestu apod. (Komprda, 2007).

Gumy a rostlinné slizy

Za rostlinné slizy se považují sekundární metabolity rostlin (arabská guma), výměšky semen (guar) a extraktů z řas (karagen, algináty nebo agar). Slizy se také nacházejí v buňkách semen jitrocele kopinatého.

Rostlinné gumy jsou lepivé šťávy, které samovolně vytékají z pletiv rostlin v důsledku poranění nebo napadení mikroorganismy a na vzduchu vytváří gumovité hmoty (Lutonská, Pichl, 1983).

Lignin

Z hlediska chemické struktury nepatří mezi polysacharidy, jedná se o polymer fenylpropanových jednotek. V rostlinných buněčných stěnách je vázán na hemicelulózy. Je obsažen v některých druzích zeleniny (mrkev, kedlubna, ředkvičky, celer), větší množství ligninu obsahují plody, až se stanou dřevnatými (Kastnerová, 2014).

3.2.4 Bezlepková dieta a vláknina

Je obecně známé, že pacienti s bezlepkovou dietou mají nižší příjem vlákniny než lidé stravující se běžně. Vlákninu obsahují hlavně otruby a zevní vrstvy zrna. Obsah je velmi rozdílný a je závislý na stupni vymílání. Největší obsah vlákniny je v pšenici, ovsu, ječmeni, a naopak menší množství je v prosu, pohance či rýži (Stránský, Ryšavá, 2014). V tabulce 2 je viditelné, že přirozeně bezlepkové suroviny obsahují vlákniny méně, proto je častý deficit při dodržování bezlepkové diety. Z toho důvodu se výzkumy zaměřují na přidávání vlákniny do potravinářských výrobků, a tím zvyšování nutriční hodnoty.

Tab. 2 *Obsah vlákniny ve vybraných obilninách (ve 100 g), (Stránský, Ryšavá, 2014)*

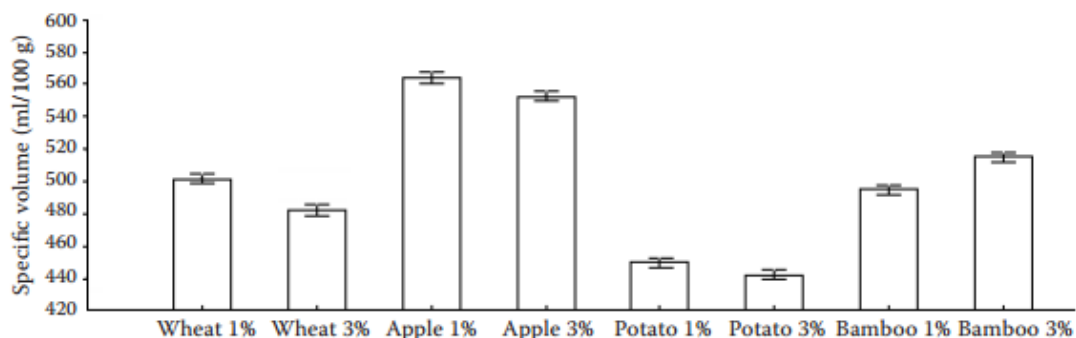
	Vláknina (g)	Nerozpustná (%)	Rozpustná (%)
Pšenice	9,9	73	27
Ječmen	8,7	79	21
Oves	9,3	53	47
Proso	3,9	64	36
Rýže	4,0	72	28
Pohanka	3,7	57	43

3.2.5 Vliv přidávání vlákniny do pekařských výrobků

Nejspíš díky obecně nízkému příjmu vlákniny z běžných zdrojů, se neustále zvyšuje zájem o potraviny s vyšším obsahem vlákniny. Přídavkem vlákniny se snižuje kalorická hodnota, množství cholesterolu a tuku. Zlepšují se i fyzikální a strukturní vlastnosti jako hydratace, textura a smyslové vlastnosti, dokonce se prodlužuje doba skladovatelnosti (Elleuch et al., 2011).

Přídavek pšeničné, jablečné, bramborové a bambusové vlákniny v množství 1–3 % do pšeničného chleba způsobil zlepšení nutriční hodnoty výrobku a zvýšila se pevnost střídy. Přidání vlákniny se projevilo menším objemem bochníku. Celkový objem výrobků znázorňuje obrázek 4. Nejlepší sensorické vlastnosti měl chléb s pšeničnou a bramborou

vlákninou. Naopak výrobky s bambusovou vlákninou měly neuspokojivý tvar a byly tak hodnoceny mírně negativně (Kučerová et al., 2013).



Obr. 4 Vliv přidavku vlákniny na celkový objem výrobku (Kučerová et al., 2013).

Další výzkum (Gularte et al., 2012) byl zaměřen na účinek různých druhů vláknin, které byly přidávány jednotlivě nebo v různých kombinacích. Rozpustná vláknina (inulin, guarová guma) a nerozpustná (ovesná) vláknina byly použity v množství až 20 % jako náhrada rýžové mouky. Přidaná vláknina zvýšila viskozitu těsta, s výjimkou inulinu. Při použití kombinace inulinu společně s ovesnou vlákninou bylo dosaženo lepšího objemu, a naopak při kombinaci ovesné vlákniny s guarovou gumou byla sensoricky hodnocena výrazně světlejší kůrka.

Účinky jablečné vlákniny byly zkoumány i při pečení bezlepkového chleba. Přídavkem hydroxypropylmethylcelulózy, jablečné vlákniny, práškové celulózy a pallia do těsta se výrazně zlepšila nutriční hodnota těsta. Z pekařského hlediska se zlepšilo vedení těsta, tvorba plynů při kynutí a výsledkem byla i lepší textura a měkkost střídy (www.jrs.de).

Obohacování bezlepkového chleba vlákninou v množství 3, 6 a 9 g na 100 g těsta se zabývala studie v Řecku (Sabanis et al., 2009). Bezlepkové těsto bylo na bázi kukuřičného škrobu, rýžové mouky a hydroxypropylmethylcelulózy. Hodnocená byla konzistence, viskozita a další vlastnosti. Výsledkem byl pozitivní dopad na nutriční a sensorické vlastnosti přidáním ovesné mouky ke kukuřičné mouce. Nejlépe hodnocené byly vzorky, které obsahovaly 3 g přidané vlákniny na 100 g těsta a naopak přídavky 9 g na 100 g těsta měly nižší hodnocení kvůli práškové chuti.

Při zvyšování podílu vlákniny roste elasticita těsta, textura výrobků je gumovější, pevnější a méně soudržná. (Gomes et al., 2010) nahradil pšeničnou mouku pšeničnou a

ovesnou vlákninou a zjistil, že při koncentraci 25 % vlákniny, mají výsledné koláčky velmi podobné fyzikální i senzorické vlastnosti s kontrolním vzorkem. Přídavek vlákniny také prodloužil dobu skladování a byl příčinou pomalejší ztráty vlhkosti.

3.2.6 Muffiny

Muffin je druh jemného pečiva, kterým se podle vyhlášky č. 333/1997 Sb. v aktuálním znění rozumí pekařský výrobek získaný tepelnou úpravou těst nebo hmot s recepturním přídavkem nejméně 8,2 % bezvodého tuku nebo 5 % cukru na celkovou hmotnost použitých mlýnských výrobků, popřípadě plněné různými náplněmi před pečením nebo po upečení marmeládou, ovocnou pomazánkou, náplněmi mikrobiálně stabilními při běžných podmínkách skladování, džemem nebo povidly, nebo povrchově upravené sypáním, polevou nebo glazurou (Vyhláška č. 333/1997 Sb. v aktuálním znění).

Muffin svým tvarem připomíná malý dortík, který však není tak sladký a většinou je bez polevy. Při přípravě se běžně používají malé košíčky nebo různé formy. Díky velké oblibě stále vznikají různé typy a příchutě (přidává se ovoce, kousky čokolády, oříšky, rozinky apod.), lze připravit i na slaný způsob.

Díky stále rostoucí poptávce se muffiny rozšířili i na bezpečkový trh. Současným tématem je obohacování bezpečkových výrobků o vlákninu, která má pozitivní účinky na zdravotní stav a které je při bezpečkové dietě nedostatek. Přidávání různých druhů vláknin do muffinů může mít pozitivní vliv i na texturní vlastnosti, a hlavně zvyšuje nutriční hodnotu výrobků.

4 MATERIÁL A METODY

4.1 Materiál

K hodnocení byly upečeny bezlepkové muffiny ze dvou druhů mouk a jedné bezlepkové moučné směsi, s přidavkem určitého množství a různých druhů vlákniny. Muffiny byly upečeny a hodnoceny na Ústavu technologie potravin Mendelovy univerzity v Brně.

4.2 Použité suroviny

- Mouka Jizerka (kukuřičný škrob, bramborový škrob, modifikovaný škrob kukuřičný, lupinová mouka, modifikovaný škrob maniokový, dextróza, zahušťovadlo guma guar, emulgátor sójový lecitin, kyselina askorbová a citronová)
- Rýžová mouka hladká
- Pohanková mouka hladká
- Cukr krystal
- Vanilkový cukr
- Prášek do pečiva
- Máslo
- Mléko polotučné
- Vejce
- Jogurt bílý – o tučnosti 3,6 %
- Vláknina jablečná jemná AF 401
- Vláknina jablečná hrubá AF 12
- Vláknina bambusová BAF 200

Vláknina VITACEL

Jedná se o koncentrát potravní vlákniny na rostlinné bázi s podílem zbytkové vlákniny až 99 %. Výrobcem je německá firma J. RETTENMEIER & SÖHNE.

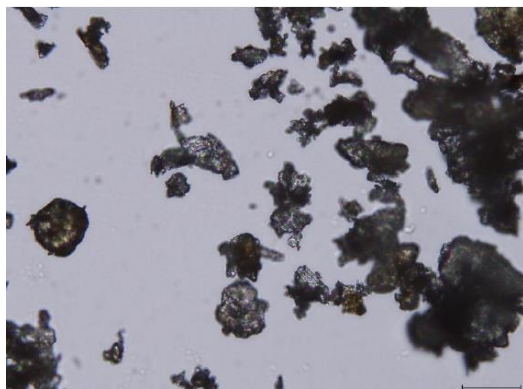
Mezi funkční vlastnosti vlákniny patří vysoká schopnost zadržovat vodu, mikrobiologická bezpečnost výrobků, funguje jako zahušťovadlo, stabilizátor, želírující látka, náhražka tuku, skladovatelnost až dva roky, výborné technologické, ekonomické a nutriční aspekty.

Jablečná vláknina

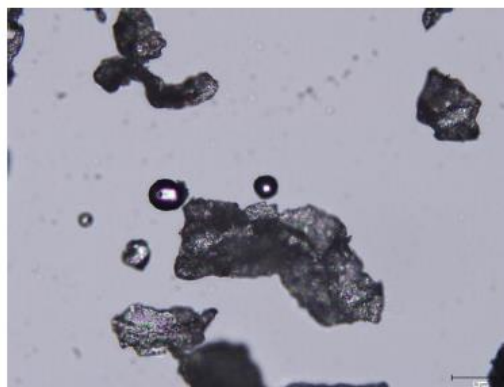
Získává se sušením jablečných výlisků, má charakteristickou červeno-hnědou barvu. Obsahuje přibližně 10 % rozpustné vlákniny a 45 % nerozpustné vlákniny. Chuť a vůně je typicky ovocná. Jablečná vláknina se hodí do pekařských výrobků, sušenek, ovocných tyčinek apod.

Typ AF 401 je jemně zrnitý a délka vlákna je menší než 300 μm , zvětšení pod mikroskopem je zobrazeno na obrázku 5.

Vláknina AF 12 K je hrubozrnná s délkou vlákna méně než 900 μm (www.jrs.de), mikroskopický detail na obrázku 6.



Obr. 5 *Jablečná vlákniny AF 401 (při zvětšení 50x), (Kopp, 2016)*



Obr. 6 *Jablečná vlákniny AF 12 (při zvětšení 100x), (Kopp, 2016)*

Bambusová vláknina BAF 200

Nekalorický bílý prášek bez chuti, který se získává z bambusových výhonků. Výhodou je neutrální chuť i vůně, proto se obvykle používá při výrobě masných výrobků, omáček, pekařských výrobků apod. Schopnost poutání vody je až 700 % (www.jrs.de). Mikroskopické zvětšení na obrázku 7.



Obr. 7 Bambusová vlákna BAF 200 (při zvětšení 50x), (Kopp, 2016)

4.3 Metody

Byla zvolena metoda pekařský pokus. Metoda je snadno použitelná v provozních podmínkách a ověřuje recepturu v praxi. Důležité je přesné dodržování receptury, pracovních postupů, a také způsobu hodnocení, aby výsledky byly srovnatelné.

4.3.1 Postup výroby

Nejprve se zvlášť smíchaly tekuté ingredience (vejce, máslo, mléko a jogurt) a v druhé míse se promíchaly sypné suroviny (mouka, cukr, vanilkový cukr, prášek do pečiva a vláknina). Následně se obě směsi spojily dohromady a dávkovaly do silikonových formiček. Muffiny se pekly 20 minut při teplotě 180 °C. Upečené se pokládaly na tácy, kde se nechaly vychladnout. Po vychladnutí následovalo fyzikální měření a senzorické hodnocení.

4.3.2 Navržené směsi pro výrobu muffin

Byly zvoleny dva druhy receptury (tabulka 3, 4, 5 a 6). První receptura obsahovala pouze moučnou směs Jizerku a druhá tvořila směs rýžové a pohankové mouky ve stejném poměru. Jizerku jsme zvolili z hlediska její dostupnosti pro všechny celiaky a kombinace rýžové a pohankové mouky měla přesněji poukázat na vliv přidané vlákniny.

Celkem bylo upečeno 20 druhů vzorků muffinů, celkem ve dvou opakováních. U deseti vzorků byla základem mouka Jizerka, u dalších rýžová a pohanková mouka. První a jedenáctý vzorek byl kontrolní – bez přídavku vlákniny. Vláknu jsme zvolili

jablečnou AF 12 K, jablečnou AF 401 a bambusovou BAF 200. Všechny druhy vlákniny byly přidávány v množství 3 %, 6 % a 9 %. Jablečná vláknina AF 12 a jablečná vláknina AF 401 mají téměř shodné technologické vlastnosti, proto bylo přidáváno stejné množství.

Tab. 3 Navržené receptury s procentuálním zastoupením bambusové vlákniny s pohankovou a rýžovou moukou

Ingredience	3 % vlákniny	6 % vlákniny	9 % vlákniny
Pohanková mouka	60 g	60 g	60 g
Rýžová mouka	60 g	60 g	60 g
Cukr	60 g	60 g	60 g
Vanilkový cukr	10 g	10 g	10 g
Prášek do pečiva	4 g	4 g	4 g
Vejce	1ks (60 g)	1ks (60 g)	1ks (60 g)
Máslo	50 g	50 g	50 g
Mléko	100 ml	100 ml	100 ml
Jogurt	10 g	10 g	10 g
Vláknina bambusová BAF 200	3,71 g	7,42 g	11,13 g
Množství vody na vlákninu	18,55 ml	37,1 ml	55,65 ml

Tab. 4 Navržené receptury s procentuálním zastoupením bambusové vlákniny se směsí Jizerka

Ingredience	3 % vlákniny	6 % vlákniny	9 % vlákniny
Mouka Jizerka	120 g	120 g	120 g
Cukr	60 g	60 g	60 g
Vanilkový cukr	10 g	10 g	10 g
Prášek do pečiva	4 g	4 g	4 g
Vejce	1ks (60 g)	1ks (60 g)	1ks (60 g)
Máslo	50 g	50 g	50 g
Mléko	100 ml	100 ml	100 ml
Jogurt	10 g	10 g	10 g
Vláknina bambusová BAF 200	3,71 g	7,42 g	11,13 g
Množství vody na vlákninu	18,55 ml	37,1 ml	55,65 ml

Tab. 5 Navržené receptury s procentuálním zastoupením jablečné vlákniny s pohankovou a rýžovou moukou

Ingredience	3 % vlákniny	6 % vlákniny	9 % vlákniny
Pohanková mouka	60 g	60 g	60 g
Rýžová mouka	60 g	60 g	60 g
Cukr	60 g	60 g	60 g
Vanilkový cukr	10 g	10 g	10 g
Prášek do pečiva	4 g	4 g	4 g

Vejce	1ks (60 g)	1ks (60 g)	1ks (60 g)
Máslo	50 g	50 g	50 g
Mléko	100 ml	100 ml	100 ml
Jogurt	10 g	10 g	10 g
Vláknina JABLEČNÁ AF 12	6,55 g	13,09 g	19,64 g
Množství vody na vlákninu	19,65 ml	39,27 ml	58,92 ml

Tab. 6 Navržené receptury s procentuálním zastoupením jablečné vlákniny se směsí Jizerka

Ingredience	3 % vlákniny	6 % vlákniny	9 % vlákniny
Mouka Jizerka	120 g	120 g	120 g
Cukr	60 g	60 g	60 g
Vanilkový cukr	10 g	10 g	10 g
Prášek do pečiva	4 g	4 g	4 g
Vejce	1ks (60 g)	1ks (60 g)	1ks (60 g)
Máslo	50 g	50 g	50 g
Mléko	100 ml	100 ml	100 ml
Jogurt	10 g	10 g	10 g
Vláknina JABLEČNÁ AF 12	6,55 g	13,09 g	19,64 g
Množství vody na vlákninu	19,65 ml	39,27 ml	58,92 ml

4.3.3 Senzorická analýza

Senzorická jakost je souhrn vlastností, které je člověk schopen postřehnout přímo svými smysly. Základem je posuzování vnějších i vnitřních znaků. Objem, vzhled výrobku, barva či vzhled kůrky, to jsou ukazatele, která jsou rozhodující u spotřebitele při nákupu. Mezi vnitřní znaky patří pevnost a struktura střídy, chuť, vůně a pórovitost (Ingr et al., 2007).

Senzorická jakost je ovlivňována recepturou, surovinami, přídatnými látkami, technologickým postupem, uskladněním apod. (Jarošová, 2001).

Cílem senzorického hodnocení bylo zjistit, jaký vliv má přidavek vlákniny na smyslové vlastnosti výrobků. Základem je zjištění, jaké procentuální množství přidané vlákniny je pro spotřebitele ještě přijatelné.

Senzorické analýzy se zúčastnilo celkem 10 proškolených hodnotitelů. Hodnocené parametry:

- **Barva** – posuzuje se stejnoměrnost, optimální vybarvení (chybou je příliš tmavá nebo příliš světlá barva)

- **Klenutost** – pravidelný či nepravidelný, přiměřené vyklenutí, nežádoucí propadlý tvar
- **Vůně** – posuzování, zda vůně je příjemná, charakteristická pro daný výrobek nebo jsou přítomné i cizí pachy
- **Pórovitost** – hodnotila se rovnoměrnost pórů, jejich velikost, množství a uspořádání ve střídě
- **Drobivost** – charakterizuje pevnost na řezu, střída by neměla být lepivá, příliš suchá ani drobivá
- **Pružnost** – střída by měla být pevná a současně pružná (hodnotí se stiskem, výrobek by se po stlačení měl vrátit do původního stavu)
- **Vláčnost** – jemný pocit vlhkosti a následně dobrá polykatelnost
- **Polykatelnost** – po skousnutí a žvýkání se hodnotí přijatelnost sousta
- **Chuť** – komplexní posuzování, zda výrobek je příjemné, charakteristické chuti, nebo jestli je chuť netypická, mdlá apod.
- **Celkový dojem** – na závěr dotazníku bylo celkové zhodnocení vzorků, zda se jednalo o vyhovující nebo nevhovující vzorek

K záznamu hodnocení byl vytvořen sensorický dotazník (viz příloha 1). K vyhodnocení byly použity grafické nestrukturované stupnice o délce 100 mm, kdy 1 bod = 1 mm. Krajní body byly se slovním popisem. Dotazník obsahoval celkem 10 deskriptorů.

4.3.4 Hmotnost a objem muffinů

Hmotnost se zjišťovala u těsta, tedy před pečením a poté po upečení a vychladnutí se stanovila hmotnost všech vzorků.

Objem se zjišťuje klasickou metodou pomocí hořčičných semen, odměrného válce a další nádoby, použili jsme ruční zasypávání semínky hořčice.

4.3.5 Ztráty pečením

Hmotnost muffinů byla měřena po vychladnutí na laboratorních vahách s přesností na jedno desetinné místo.

Výpočet ztráty pečením:

$$x = \frac{m_0 - m_1}{m_0} \times 100 \quad [\%]$$

M₀... hmotnost vzorku před pečením [g]

M₁... hmotnost vzorku po pečení [g]; (Pospiech, Pažout, 2012).

4.3.6 Poměrové číslo

Poměrové číslo vyjadřuje poměr výšky a šířky muffinů, a tím udává jejich tvar. Měří se pomocí pravítka a stanoví se získaný průměr.

4.3.7 Měření pevnosti

Pevnost muffinů byla zjištěna penetrační zkouškou. Měření bylo provedeno druhý den na přístroji TIRATEST 27025, který se skládá z pohyblivého ramene s tenzometrem, který umožňuje deformaci vzorku v tahu nebo v tlaku. Lze použít různé nástavce a sondy k deformaci, podle druhu potraviny.

Muffiny byly před měřením skladovány při pokojové teplotě zabalené do igelitových sáčků. K penetraci muffinů byla tyčka při rychlosti 100 mm/min a měření bylo provedeno u všech dvaceti druhů vzorků. Naměřené hodnoty byly dále statisticky zpracovány.

4.3.8 Stanovení nutriční hodnoty

Pro výpočet obsahu vlákniny byly použity průměrné výživové hodnoty na 100 g, které byly u suroviny na obalu deklarované výrobcem. Zjištěné údaje byly přepočítány na hmotnost muffinů po upečení a konečné výsledky opět uvedeny na 100 g upečených muffinů.

Podle Nařízení EU č. 1169/2011 Sb. v aktuálním znění je povinné uvádět výživové údaje – energetickou hodnotu, množství tuků, nasycených mastných kyselin, sacharidů, cukrů, bílkovin a soli.

4.3.9 Statistické zpracování

Vyhodnocení bylo provedeno pomocí programu Statistica 12 a Microsoft Excel. Při statistickém zpracování dat byla použita hladina významnosti $p = 0,05$, která buď potvrdí

nebo zamítne nulovou hypotézu. Nulová hypotéza nám říká, že mezi proměnnými není rozdíl a naopak, při zamítnutí je jasné, že mezi proměnnými rozdíl je.

Nejprve byly vypočítány základní charakteristiky jednotlivých veličin, jako je průměr a směrodatná odchylka. Pro výsledky byla stanovena normalita dat pomocí Shapiro-Wilkova testu.

Při statistickém testování hodnocených parametrů při senzorické analýze byla použita Friedmanova ANOVA, určená pro opakovaná měření ve více jak dvou skupinách. Pomocí více násobného porovnávání bylo stanoveno, mezi kterými vzorky byl rozdíl a které se od sebe statisticky nelišily.

Míra závislosti jednotlivých proměnných byla vyhodnocena pomocí projekce proměnných do faktorové roviny.

5 VÝSLEDKY A DISKUZE

5.1 Hmotnost a ztráta pečením

Hmotnost mezi jednotlivými vzorky se lišila především kvůli zvětšujícímu se přídavku vlákniny, ke kterému bylo přidáváno i příslušné množství vody. Bambusová vláknina má schopnost poutání vody až 700 % (1 g vlákniny poutá sedmkrát tolik vody), jablečná vláknina o něco méně, kolem 500 %. Hmotnost těsta a hmotnost muffinů po upečení byla ve všech případech nižší, jak znázorňuje tabulka 7 a 8.

Největší hmotnost po upečení měl vzorek č. 3 (406 g) s 6 % bambusové vlákniny a Jizerkou. Na základě pohankové a rýžové mouky měl nejvyšší hmotnost (424 g) vzorek č. 20 s přídavkem 9 % jablečné vlákniny 12.

Tab. 7 Hmotnost muffinů před pečením a po upečení – použitá směs Jizerka

Číslo vzorku	Hmotnost před pečením [g]	Hmotnost po upečení [g]
1 kontrola	417	364
2 3 % bambusové vlákniny BAF 200	437,2	388
3 6 % bambusové vlákniny BAF 200	456,5	406
4 9 % bambusové vlákniny BAF 200	484	382
5 3 % jablečné vlákniny AF 401	440,2	346
6 6 % jablečné vlákniny AF 401	456,5	366
7 9 % jablečné vlákniny AF 401	493,6	372
8 3 % jablečné vlákniny AF 12	448	334
9 6 % jablečné vlákniny AF 12	460,2	356
10 9 % jablečné vlákniny AF 12	490,6	398

Tab. 8 Hmotnost muffinů před pečením a po upečení – použitá pohanková a rýžová mouka

Číslo vzorku	Hmotnost před pečením [g]	Hmotnost po upečení [g]
11 kontrola	406	364
12 3 % bambusové vlákniny BAF 200	429,7	356
13 6 % bambusové vlákniny BAF 200	454	366
14 9 % bambusové vlákniny BAF 200	477	386
15 3 % jablečné vlákniny AF 401	435,5	380
16 6 % jablečné vlákniny AF 401	464	390
17 9 % jablečné vlákniny AF 401	491,6	402
18 3 % jablečné vlákniny AF 12	432,5	370
19 6 % jablečné vlákniny AF 12	463	402
20 9 % jablečné vlákniny AF 12	489,6	424

Ztráta pečením

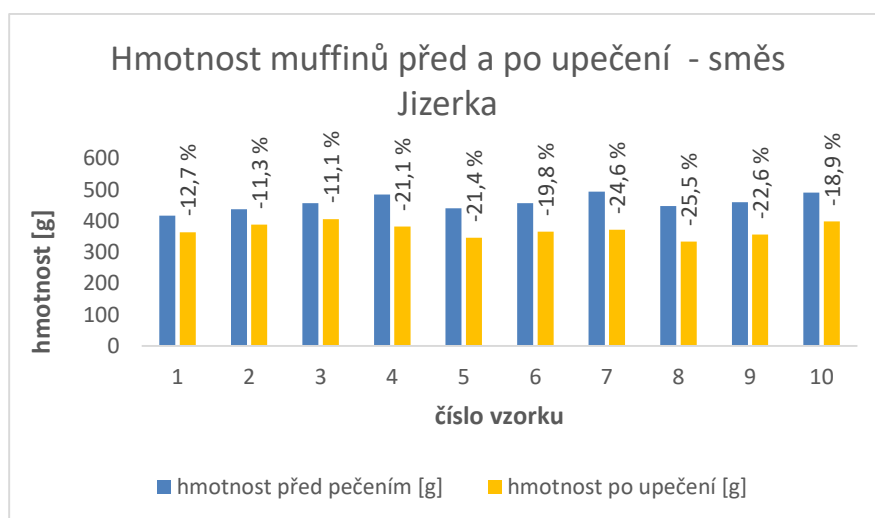
Během pečení těsta dochází k odpařování části vody, standardně se tzv. propek pohybuje okolo 10 až 15 % z hmotnosti těsta. Ztráta pečením je ovlivněna velikostí výrobku (čím větší výrobek, tím relativně menší ztráta). Vliv má i druh použité mouky (žitná mouka poutá silněji vodu). Pro co nejnižší ztrátu pečením se používají různé zlepšovací prostředky, schopné poutání co největšího množství vody (Pospiech, Pažout, 2012).

Nejnižší hodnota propeku byla naměřena u vzorku číslo 11 (kontrolní vzorek s pohankovou a rýžovou moukou), u kterého ztráta výpekem činila 10,3 %, také vzorek č. 2 (3 % bambusové vlákniny s Jizerkou) a vzorek č. 3 (6 % bambusové vlákniny s Jizerkou) měly nízké hodnoty při měření ztrát výpekem.

U vzorků s přidavkem vlákniny v množství 9 % byla ztráta pečením nejvyšší, konkrétně se jedná o vzorek č. 4 (9 % bambusové vlákniny se směsí Jizerka) a č. 7 (9 % jablečné vlákniny 401 se směsí Jizerka), kdy propek přesáhl hodnotu 20 %.

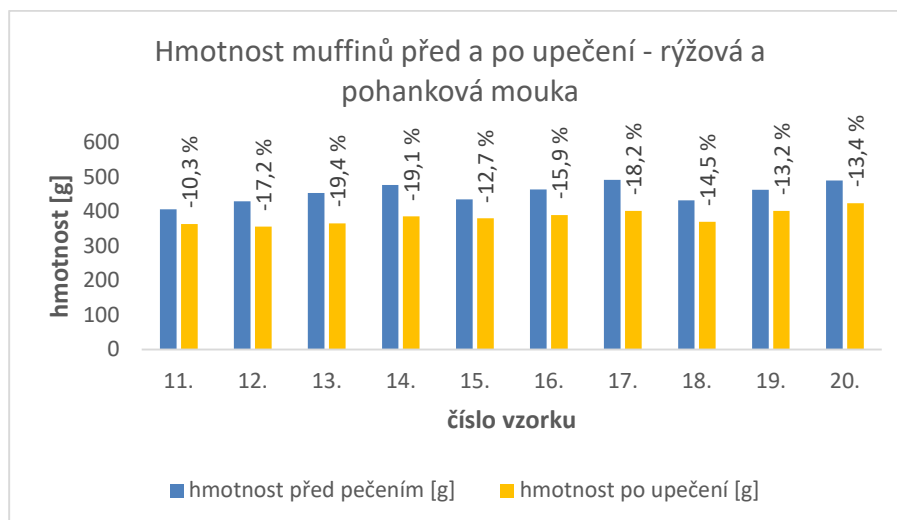
U vzorků z pohankové a rýžové mouky, s přidanou vlákninou 9 %, dosahovaly hodnoty propeku o něco nižších hodnot, v porovnání se vzorky z Jizerky se stejným množstvím vlákniny (vzorek č. 14 s 9 % bambusové vlákniny s pohankovou a rýžovou moukou, a č. 17 s 9 % jablečné vlákniny 401 s pohankovou a rýžovou moukou).

Ztráta výpekem byla nižší u vzorků č. 11–20, kdy byla v receptuře použita pohanková a rýžová mouka, oproti použité moučné směsi Jizerce u vzorků č. 1-10, jak znázorňuje obrázek 8 a obrázek 9.



Obr. 8 Procentuální rozdíl hmotnosti těsta před pečením a muffinů po upečení. Použitá moučná směs Jizerka

Vzorek 1 (kontrola), 2 (3 % bambusové vlákniny); 3 (6 % bambusové vlákniny), 4 (9 % bambusové vlákniny), 5 (3 % jablečné vlákniny 401), 6 (6 % jablečné vlákniny 401), 7 (9 % jablečné vlákniny 401), 8 (3 % jablečné vlákniny 12), 9 (6 % jablečné vlákniny 12), 10 (9 % jablečné vlákniny 12)



Obr. 9 Procentuální rozdíl hmotnosti těsta před pečením a muffinů po upečení – použita pohanková a rýžová mouka

Vzorek 11 (kontrola), 12 (3 % bambusové vlákniny); 13 (6 % bambusové vlákniny), 14 (9 % bambusové vlákniny), 15 (3 % jablečné vlákniny 401), 16 (6 % jablečné vlákniny 401), 17 (9 % jablečné vlákniny 401), 18 (3 % jablečné vlákniny 12), 19 (6 % jablečné vlákniny 12), 20 (9 % jablečné vlákniny 12)

Podle výzkumu (Kurek, Wyrwiz, 2015) může mít dietní vláknina negativní vliv na konečnou kvalitu chleba, nejčastěji se jedná o snížení objemu a ztrátě vlhkosti. Výrazný pokles je způsoben nižším zadržováním plynů. Nejnižší hodnoty ztrát pečením a vliv na objem měla ovesná vláknina.

Přidání broskvové vlákniny (Grigelmo-Miguel, 1999) naopak zabránilo ztrátě vody při pečení díky vysoké vodní kapacitě.

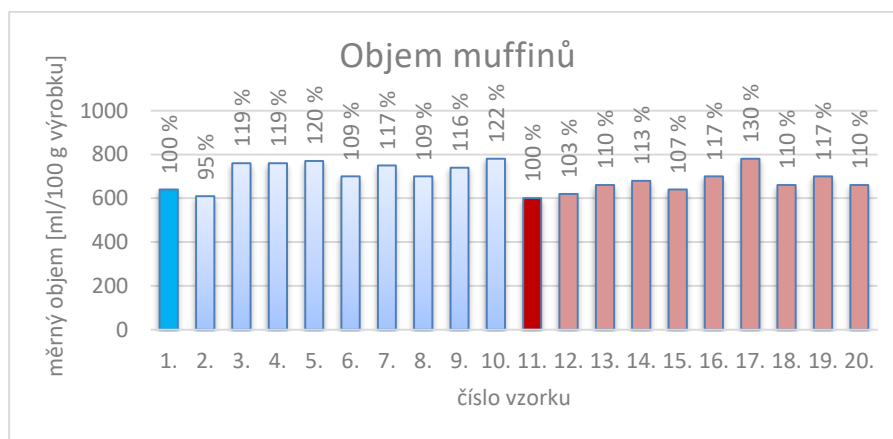
5.2 Objem

Ve výzkumu (Martínez et al. (2014) bylo zjištěno, že největšího objemu je u bezlepkového chleba dosaženo přidáním rozpustné vlákniny.

Capriles a Aréas (2014) se zaměřili na přidávání několika druhů vlákniny (kukuřičná, ovesná, pšeničná a ječná) do bezlepkového chleba, jehož základem byl kukuřičný škrob a rýžová mouka. Výrazné zvýšení objemu pečiva byla zjištěno u vzorků s ovesnou a kukuřičnou vlákninou.

Objem jednotlivých vzorků znázorňuje obrázek 10. Objem kontrolního vzorku č. 1 (s Jizerkou) a č. 11 (kontrolní vzorek pro pohankovou a rýžovou moukou) je považován za 100 %, zvýšení či pokles objemu u ostatních vzorků je vyjádřen pouze rozdílem od hodnoty 100 %. Nejnižších hodnot s porovnáním s kontrolou dosáhly vzorky s přidavkem 3 % bambusové vlákniny, tedy vzorek č. 2 s Jizerkou, který měl jako jediný nižší objem než kontrola a vzorek č. 12 s pohankovou a rýžovou moukou. Největší objem měl vzorek č. 10 (9 % jablečné vlákniny 12 s Jizerkou), jehož objem se zvýšil o 22 % v porovnání s kontrolou a u vzorku č. 17 s 9 % jablečné vlákniny 401 s pohankovou a rýžovou moukou se objem zvýšil dokonce o 30 %

Když Zahn et al., 2013 přidávali do muffinů 18 % pšeničné vlákniny, objem se také výrazně snížil (o 14,5 %).



Obr. 10 Grafické znázornění změřeného měrného objemu muffinů

Vzorek 1 (kontrola; Jizerka), 2 (3 % bambusové vlákniny; Jizerka), 3 (6 % bambusové vlákniny; Jizerka), 4 (9 % bambusové vlákniny; Jizerka), 5 (3 % jablečné vlákniny 401; Jizerka), 6 (6 % jablečné vlákniny 401; Jizerka), 7 (9 % jablečné vlákniny 401; Jizerka), 8 (3 % jablečné vlákniny 12; Jizerka), 9 (6 % jablečné vlákniny AF 12; Jizerka), 10 (9 % jablečné vlákniny 12; Jizerka)

Vzorek 11 (kontrola; pohanková a rýžová mouka), 12 (3 % bambusové vlákniny; pohanková a rýžová mouka), 13 (6 % bambusové vlákniny; pohanková a rýžová mouka), 14 (9 % bambusové vlákniny; pohanková a rýžová mouka), 15 (3 % jablečné vlákniny 401; pohanková a rýžová mouka), 16 (6 % jablečné vlákniny 401; pohanková a rýžová mouka), 17 (9 % jablečné vlákniny 401; pohanková a rýžová mouka), 18 (3 % jablečné vlákniny 12; pohanková a rýžová mouka), 19 (6 % jablečné vlákniny 12; pohanková a rýžová mouka), 20 (9 % jablečné vlákniny 12; pohanková a rýžová mouka)

5.5 Poměrové číslo

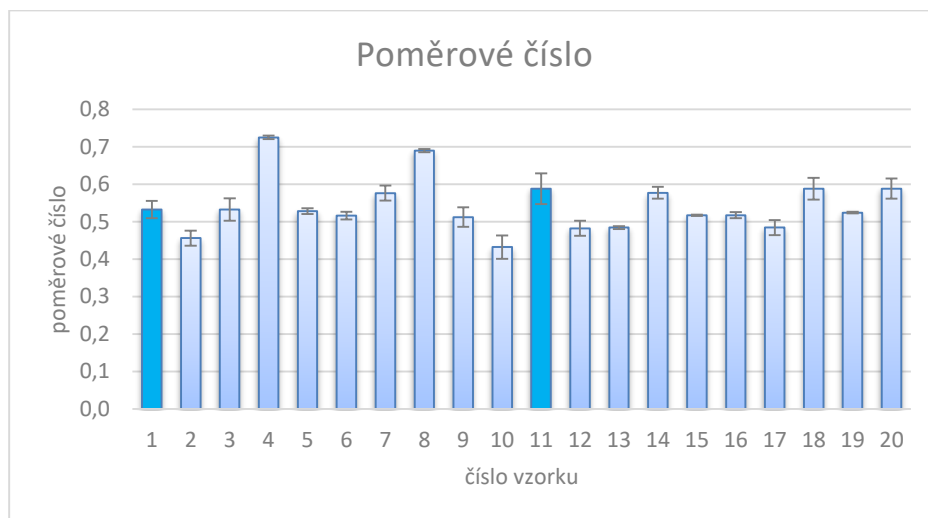
Vyjadřuje poměr výšky a šířky muffinů, a tím udává jejich tvar. Čím vyšší je poměrové číslo, tím více je výrobek klenutý.

Jako dobré je hodnoceno poměrové číslo v rozmezí hodnot 0,6 až 0,7. Nad 0,7 se hodnotí poměrové číslo jako velmi dobré. V rozmezí hodnot 0,5 až 0,6 je poměrové číslo uváděno jako slabé a hodnoty pod 0,5 jsou nevyhovující (Skoupil, 1989).

Poměrová čísla znázorňuje obrázek 11, velmi dobře je hodnocen akorát vzorek č. 4 (9 % bambusové vlákniny s moukou Jizerkou), jehož klenutost je dobře zřetelná na obrázku 12. Jako nevyhovující, tedy s hodnotou pod 0,5 byl hodnocen vzorek č. 2 (3 % bambusové vlákniny s Jizerkou) a vzorek č. 10 (9 % jablečné vlákniny AF 12 a Jizerka).

U muffinů z pohankové a rýžové mouky nedosáhly hodnoty 0,5 a je zřetelné nesprávné klenutí u vzorků č. 12 (3 % bambusové vlákniny BAF 200), č. 13 (6 % bambusové vlákniny BAF 200) a č. 17 (9 % jablečné vlákniny AF 401).

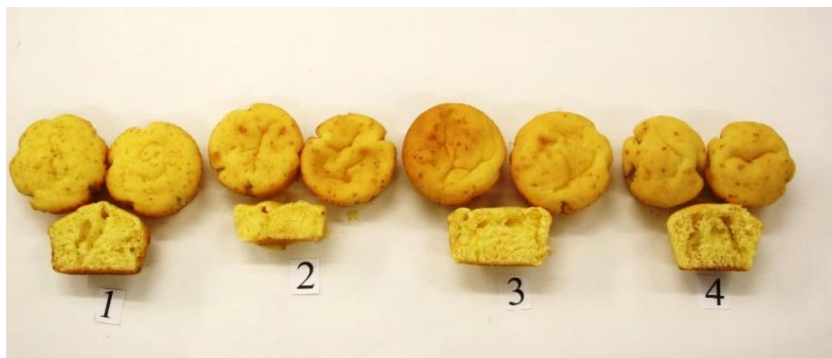
Klenutost všech muffinů je dobře zřetelná na obrázcích 12 až 17.



Obr. 11 Poměrové číslo muffinů

Vzorek 1 (kontrola; Jizerka), 2 (3 % bambusové vlákniny; Jizerka), 3 (6 % bambusové vlákniny; Jizerka), 4 (9 % bambusové vlákniny; Jizerka), 5 (3 % jablečné vlákniny 401; Jizerka), 6 (6 % jablečné vlákniny 401; Jizerka), 7 (9 % jablečné vlákniny 401; Jizerka), 8 (3 % jablečné vlákniny 12; Jizerka), 9 (6 % jablečné vlákniny AF 12; Jizerka), 10 (9 % jablečné vlákniny 12; Jizerka)

Vzorek 11 (kontrola; pohanková a rýžová mouka), 12 (3 % bambusové vlákniny; pohanková a rýžová mouka); 13 (6 % bambusové vlákniny; pohanková a rýžová mouka), 14 (9 % bambusové vlákniny; pohanková a rýžová mouka), 15 (3 % jablečné vlákniny 401; pohanková a rýžová mouka), 16 (6 % jablečné vlákniny 401; pohanková a rýžová mouka), 17 (9 % jablečné vlákniny 401; pohanková a rýžová mouka), 18 (3 % jablečné vlákniny 12; pohanková a rýžová mouka), 19 (6 % jablečné vlákniny 12; pohanková a rýžová mouka), 20 (9 % jablečné vlákniny 12; pohanková a rýžová mouka)



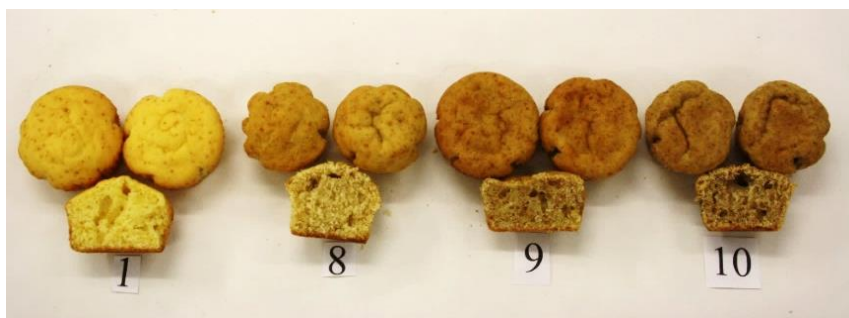
Obr. 12 Fotografie muffinů s bambusovou vlákninou BAF 200 a směsí Jizerkou.

Vzorek 1 (kontrolní; Jizerka), vzorek 2 (3 % bambusové vlákniny BAF 200; Jizerka), vzorek 3 (6 % bambusové vlákniny BAF 200; Jizerka), vzorek 4 (9 % bambusové vlákniny BAF 200; Jizerka)



Obr. 13 Fotografie muffinů s jablečnou vlákninou AF 401 a směsí Jizerkou.

Vzorek 1 (kontrolní; Jizerka), vzorek 5 (3 % jablečné vlákniny AF 401; Jizerka), vzorek 6 (6 % jablečné vlákniny AF 401; Jizerka), vzorek 7 (9 % jablečné vlákniny AF 401; Jizerka)



Obr. 14 Fotografie muffinů s jablečnou vlákninou AF 12 a směsí Jizerkou.

Vzorek 1 (kontrolní; Jizerka), vzorek 8 (3 % jablečné vlákniny AF 12; Jizerka), vzorek 9 (6 % jablečné vlákniny AF 12; Jizerka), vzorek 10 (9 % jablečné vlákniny AF 12; Jizerka)



Obr. 15 Fotografie muffinů s bambusovou vlákninou BAF 200 a pohankovou a rýžovou moukou.

Vzorek 11 (kontrolní; pohanková a rýžová mouka), vzorek 12 (3 % bambusové vlákniny BAF 200; pohanková a rýžová mouka), vzorek 13 (6 % bambusové vlákniny BAF 200; pohanková a rýžová mouka), vzorek 14 (9 % bambusové vlákniny BAF 200; pohanková a rýžová mouka)



Obr. 16 Fotografie muffinů s jablečnou vlákninou AF 401 a pohankovou a rýžovou moukou.

Vzorek 11 (kontrolní; pohanková a rýžová mouka), vzorek 15 (3 % jablečné vlákniny AF 401; pohanková a rýžová mouka), vzorek 16 (6 % jablečné vlákniny AF 401; pohanková a rýžová mouka), vzorek 17 (9 % jablečné vlákniny AF 401; pohanková a rýžová mouka)

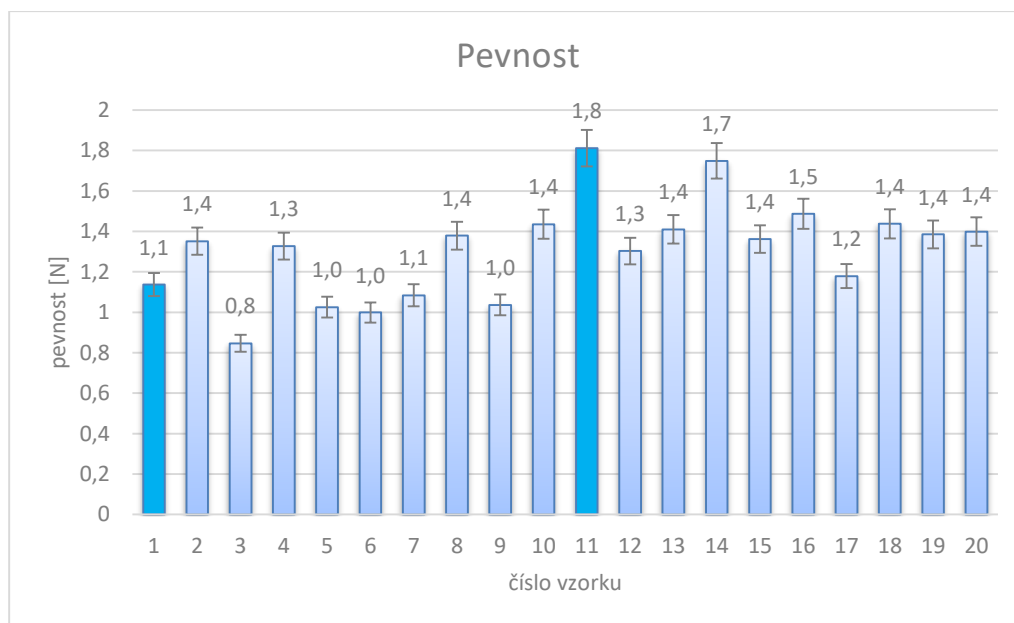


Obr. 17 Fotografie muffinů s jablečnou vlákninou AF 12 a pohankovou a rýžovou moukou.

Vzorek 11 (kontrolní; pohanková a rýžová mouka), vzorek 18 (3 % jablečné vlákniny AF 12; pohanková a rýžová mouka), vzorek 19 (6 % jablečné vlákniny AF 12; pohanková a rýžová mouka), vzorek 20 (9 % jablečné vlákniny AF 12; pohanková a rýžová mouka)

5.3 Pevnost muffinů

Pevnost muffinů znázorňuje obrázek 18. Naměřené hodnoty se statisticky významně neliší ($p > 0,05$). Tendenci k nejvyšší tvrdosti měl kontrolní vzorek pro muffiny s pohankovou a rýžovou moukou č. 11 (1,8 N) a vzorek č. 14 (1,7 N) s 9 % bambusové vlákniny s pohankovou a rýžovou moukou. Naopak nejnižší výsledek byl naměřen u vzorku č. 3 (0,8 N) s 6 % bambusové vlákniny a Jizerkou.



Obr. 18 Grafické znázornění měření pevnosti muffinů.

Vzorek 1 (kontrola; Jizerka), 2 (3 % bambusové vlákniny; Jizerka); 3 (6 % bambusové vlákniny; Jizerka), 4 (9 % bambusové vlákniny; Jizerka), 5 (3 % jablečné vlákniny 401; Jizerka), 6 (6 % jablečné vlákniny 401; Jizerka), 7 (9 % jablečné vlákniny 401; Jizerka), 8 (3 % jablečné vlákniny 12; Jizerka), 9 (6 % jablečné vlákniny AF 12; Jizerka), 10 (9 % jablečné vlákniny 12; Jizerka)

Vzorek 11 (kontrola; pohanková a rýžová mouka), 12 (3 % bambusové vlákniny; pohanková a rýžová mouka); 13 (6 % bambusové vlákniny; pohanková a rýžová mouka), 14 (9 % bambusové vlákniny; pohanková a rýžová mouka), 15 (3 % jablečné vlákniny 401; pohanková a rýžová mouka), 16 (6 % jablečné vlákniny 401; pohanková a rýžová mouka), 17 (9 % jablečné vlákniny 401; pohanková a rýžová mouka), 18 (3 % jablečné vlákniny 12; pohanková a rýžová mouka), 19 (6 % jablečné vlákniny 12; pohanková a rýžová mouka), 20 (9 % jablečné vlákniny 12; pohanková a rýžová mouka)

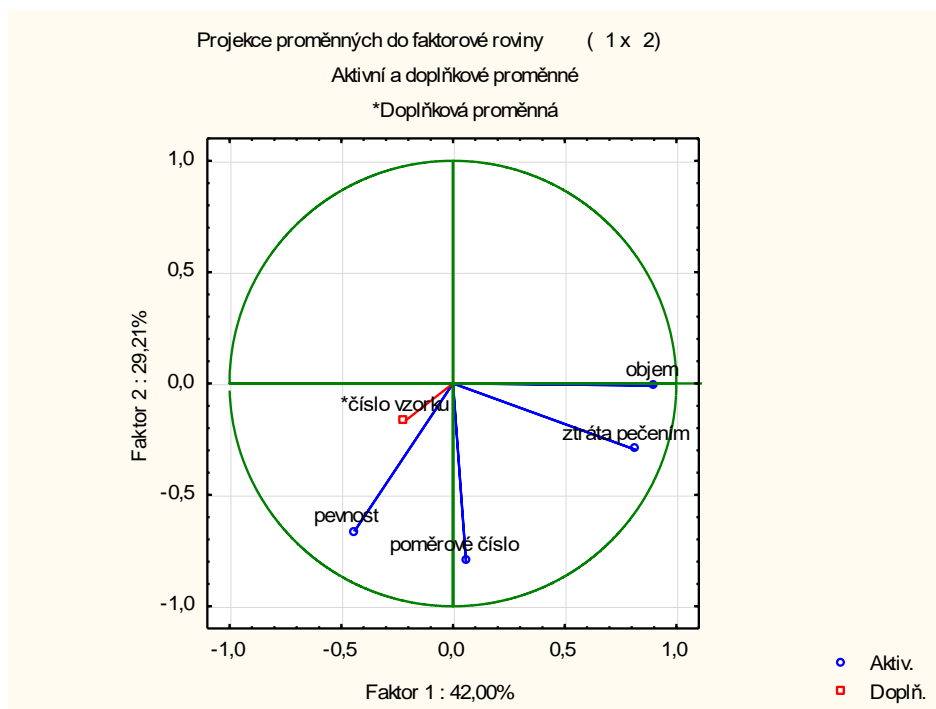
(Cappa et al., 2013) uvádějí, že pozitivní vliv na strukturu bezlepkového pečiva má vysoký přídavek vlákniny a přidání hydrokoloidů. Tyto látky mohou zlepšit měkkost střídý, protože vláknina je schopná vázat vodu a zadržovat ji ve výrobku v průběhu pečení. Ovšem pokud je obsah vody ve výrobku nízký, látky mezi sebou o vodu soupeří a ve výsledku ani vláknina a ani hydrokoloidy nemohou vykonávat svoji funkci.

Hodnocení muffinů (Herranz et al., 2016) na bázi cizrnové mouky s přídavkem xanthanové gumy, které byly navíc obohaceny i o inulin, vykazovaly vyšší tvrdost, lepší

barvu a celkově byly hodnoceny jako přijatelné. Vyšší hodnoty pevnosti naměřili i Zahn et al. (2013), při přidavku pšeničné vlákniny do muffinů.

5.7 Projekce proměnných do faktorové roviny

Projekce všech proměnných do faktorové roviny je vidět na obrázku 18. Míra závislosti jednotlivých proměnných se hodnotí podle úhlu, který vzájemně svírají. Čím menší je daný úhel, tím je závislost silnější. Úhel také značí přibližnou hodnotu korelačního koeficientu. Pokud jsou šipky vodorovně, ve stejném směru, znamená to pozitivní korelaci. Pokud jsou v opačném směru, znamená to, že proměnné jsou na sobě závislé negativně. Pokud jsou na sebe šipky kolmé, proměnné se dají považovat za nezávislé. Délka šipky značí variabilitu naměřených dat.



Obr. 19: Projekce proměnných do faktorové roviny

Z obrázku 19 je zřetelné, že receptura pozitivně koreluje s pevností muffinů. Naopak receptura neměla téměř žádný vliv na objem muffinů. Pevnost a ztráta pečením jsou na sebe kolmé, tudíž se dají považovat za nezávislé. Největší variabilita (nejdelší šipka) byla naměřena u objemu a ztráty pečením.

5. 4 Senzorická analýza

Senzorické hodnocení muffinů bylo provedeno na základě vytvořeného dotazníku (příloha 1). Čím menší byl počet získaných bodů u hodnocených parametrů, tím měl výrobek lepší vlastnosti.

Obohacování vlákninou zvyšuje nutriční hodnotu výrobků a často jsou lépe hodnocené i senzorické parametry. U muffinů, ve kterých byla mouka částečně nahrazena kukuřičnou vlákninou (Anis Jauharah et al., 2014) došlo ke zlepšení chutí a výrobky byly celkově hodnoceny jako přijatelnější oproti kontrolním vzorkům.

V některých případech může mít vláknina i negativní dopad na senzorickou kvalitu výrobku. Podle (Rosell et al. 2016) vláknina přidaná do chlebového těsta snižuje senzorickou přijatelnost (celkový vzhled, aroma).

• Hodnocení barvy

Při senzorickém hodnocení barvy se rozlišovala barva žlutá, bledá až po barvu hnědou. Čím více bodů výrobek získal, tím tmavší byla barva.

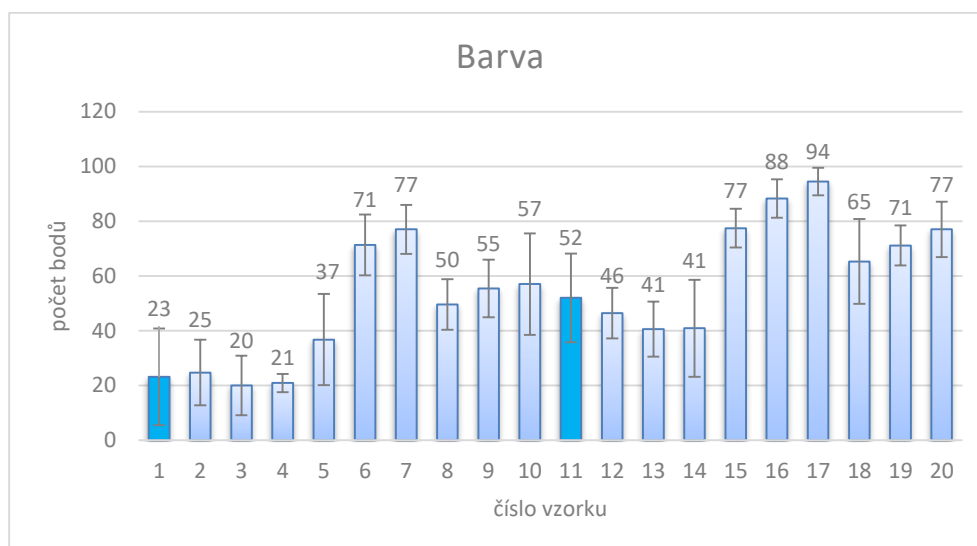
Přídavek bambusové vlákniny neměl téměř žádný vliv na barvu muffinů, vzorky č. 2 (25 bodů) s přídavkem 3 % BAF 200, č. 3 (20 bodů) s 6 % BAF 200 a č. 4 (21 bodů) s 9 % BAF 200, byly srovnatelné s kontrolou č. 1 (23 bodů), kde ve všech zmíněných vzorcích byla přidávána Jizerka. Podobné to bylo i u pohankové a rýžové mouky, vzorky č. 12 (46 bodů) s 3 % BAF 200, č. 13 (41 bodů) s 6 % BAF 200 a č. 14 (41 bodů) s 9 % BAF 200, byly nejvíce podobné kontrole č. 11 (52 bodů).

Přidávání jablečné vlákniny mělo na barvu muffinů větší vliv, hlavně jablečné vlákniny AF 401, ovlivnění barvy bylo viditelné už při přídavku vlákniny do těsta. U jablečné vlákniny ovlivnilo barevný odstín i množství přidané vlákniny, což je zřejmé z obrázku 20. Jako nejtmaší byly hodnoceny vzorky č. 7 (77 bodů) a 17 (94 bodů), do kterých bylo přidáno 9 % jablečné vlákniny 401.

Vzorky č. 11 až 20, byly hodnoceny jako tmavší i díky základu, který tvořila rýžová, a hlavně pohanková mouka, která měla vliv na barevný odstín.

Vzorky z Jizerky byly pomocí Duncanova testu rozděleny do šesti homogenních skupiny s hladinou významnosti $\alpha = 0,05$ (příloha 2) a statisticky významný rozdíl byl prokázán mezi kontrolou a vzorkem č. 4, 6, 7, 8, 9 a 10.

Vzorky z pohankové a rýžové mouky byly rozděleny do čtyř homogenních skupin s hladinou významnosti $\alpha = 0,05$ a statisticky významný rozdíl nebyl prokázán mezi kontrolou a vzorkem č. 12, 13 a 14.



Obr. 20 Grafické znázornění senzorickeho hodnoceni barvy muffinů.

Vzorek 1 (kontrola; Jizerka), 2 (3 % bambusové vlákniny; Jizerka), 3 (6 % bambusové vlákniny; Jizerka), 4 (9 % bambusové vlákniny; Jizerka), 5 (3 % jablečné vlákniny 401; Jizerka), 6 (6 % jablečné vlákniny 401; Jizerka), 7 (9 % jablečné vlákniny 401; Jizerka), 8 (3 % jablečné vlákniny 12; Jizerka), 9 (6 % jablečné vlákniny 12; Jizerka), 10 (9 % jablečné vlákniny 12; Jizerka)

Vzorek 11 (kontrola; pohanková a rýžová mouka), 12 (3 % bambusové vlákniny; pohanková a rýžová mouka); 13 (6 % bambusové vlákniny; pohanková a rýžová mouka), 14 (9 % bambusové vlákniny; pohanková a rýžová mouka), 15 (3 % jablečné vlákniny 401; pohanková a rýžová mouka), 16 (6 % jablečné vlákniny 401; pohanková a rýžová mouka), 17 (9 % jablečné vlákniny 401; pohanková a rýžová mouka), 18 (3 % jablečné vlákniny 12; pohanková a rýžová mouka), 19 (6 % jablečné vlákniny 12; pohanková a rýžová mouka), 20 (9 % jablečné vlákniny 12; pohanková a rýžová mouka)

Zahn et al. (2013) přidávali do muffinů 18 % pšeničné vlákniny, díky které byla kůrka muffinů světlejší oproti kontrolnímu vzorku. Lebesi, Tzie (2011) přidávali také pšeničnou vlákninu do cupcakes a potvrdili vliv na světlejší povrch výrobků. Výrazně světlejší kůrka byla hodnocena i u výrobků s přidávkem ovesné vlákniny v kombinaci s quarovou gumou (Gularte et. al., 2012). Na výslednou barvu má vliv i přidání broskvové vlákniny (Griello et al., 1999), muffiny byly výrazně tmavší oproti kontrole.

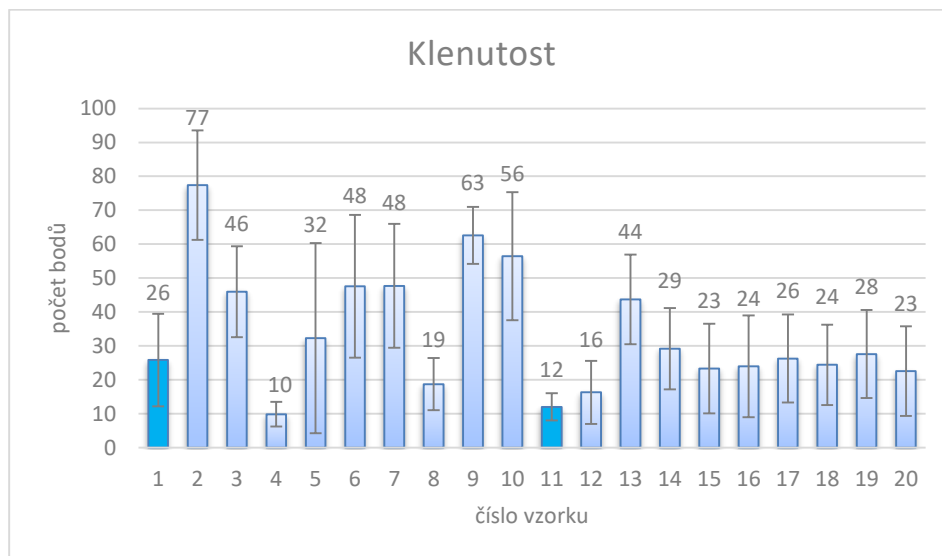
- **Klenutost**

Nejlépe hodnocené vzorky byly pravidelné, typicky klenuté, jako vzorek č. 4 (10 bodů), který obsahoval 9 % bambusové vlákniny a Jizerku a vzorek č. 11 (12 bodů), což byl vzorek kontrolní pro použití pohankové a rýžové mouky, další výsledky jednotlivých vzorků ukazuje obrázek 21.

Naopak jako nepravidelný a propadlý byl hodnocen vzorek č. 2 s obsahem bambusové vlákniny 3 % a Jizerkou (77 bodů) a vzorek č. 9 s jablečnou vlákninou v množství 6 % (63 bodů), také se směsí Jizerkou.

Podle Duncanova testu (příloha 3) byly vzorky Jizerky a z hlediska klenutosti rozděleny do pěti homogenních skupiny s hladinou významnosti $\alpha = 0,05$. Statisticky významný rozdíl nebyl prokázán mezi kontrolou a vzorkem č. 4 (9 % bambusové vlákniny BAF 200) č. 5 (3 % jablečné vlákniny AF 401) a vzorkem č. 8 (3 % jablečné vlákniny AF 12).

Statisticky významně ($p < 0,05$) se od kontrolního vzorku z pohankové a rýžové mouky lišil vzorek č. 13 (6 % bambusové vlákniny BAF 200), vzorek č. 14 (9 % bambusové vlákniny BAF 200) a vzorek č. 19 (6 % jablečné vlákniny AF 12).



Obr. 21 Grafické znázornění sensorického hodnocení klenutosti muffinů.

Vzorek 1 (kontrola; Jizerka), 2 (3 % bambusové vlákniny; Jizerka), 3 (6 % bambusové vlákniny; Jizerka), 4 (9 % bambusové vlákniny; Jizerka), 5 (3 % jablečné vlákniny 401; Jizerka), 6 (6 % jablečné vlákniny 401; Jizerka), 7 (9 % jablečné vlákniny 401; Jizerka), 8 (3 % jablečné vlákniny 12; Jizerka), 9 (6 % jablečné vlákniny 12; Jizerka), 10 (9 % jablečné vlákniny 12; Jizerka)

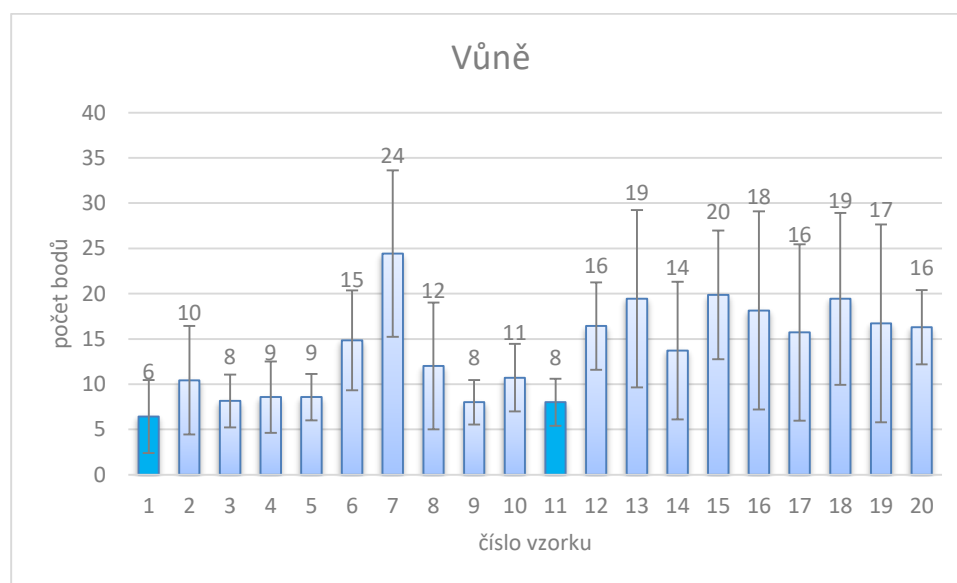
Vzorek 11 (kontrola; pohanková a rýžová mouka), 12 (3 % bambusové vlákniny; pohanková a rýžová mouka); 13 (6 % bambusové vlákniny; pohanková a rýžová mouka), 14 (9 % bambusové vlákniny; pohanková a rýžová mouka), 15 (3 % jablečné vlákniny 401; pohanková a rýžová mouka), 16 (6 % jablečné vlákniny 401; pohanková a rýžová mouka), 17 (9 % jablečné vlákniny 401; pohanková a rýžová mouka), 18 (3 % jablečné vlákniny 12; pohanková a rýžová mouka), 19 (6 % jablečné vlákniny 12; pohanková a rýžová mouka), 20 (9 % jablečné vlákniny 12; pohanková a rýžová mouka)

- **Vůně**

Nejlépe, jako příjemná, jemně žloutková byla hodnocena vůně u kontrolního vzorku č. 1 (6 bodů), dále vzorky z Jizerky s bambusovou vlákninou v množství 3 %, 6 % a 9 %, tedy vzorky č. 2 (10 bodů), 3 (8 bodů) a 4 (9 bodů). Dobře hodnocen byl i vzorek č. 5 (9 bodů) s přídatkem 3 % jablečné vlákniny 401 s moukou Jizerkou a vzorek č. 9 (8 bodů) s obsahem jablečné vlákniny AF 12 6 %, také se směsí Jizerkou.

Vysoké hodnocení měl i kontrolní vzorek z pohankové a rýžové mouky č. 11 (8 bodů), jinak byla vůně u vzorků z pohankové a rýžové mouky hodnocena hůře (viz obrázek 22).

Vzorek č. 7, který obsahoval Jizerku a 9 % jablečné vlákniny 401 se statisticky významně lišil ($p < 0,05$) od kontrolního vzorku (příloha 4). Duncanovým testem byly vzorky z Jizerky rozděleny do dvou homogenních skupin s hladinou významnosti $\alpha = 0,05$ a vzorky z pohankové a rýžové mouky tvořily jednu homogenní skupinu.



Obr. 22 Grafické znázornění sensorického hodnocení vůně muffinů.

Vzorek 1 (kontrola; Jizerka), 2 (3 % bambusové vlákniny; Jizerka), 3 (6 % bambusové vlákniny; Jizerka), 4 (9 % bambusové vlákniny; Jizerka), 5 (3 % jablečné vlákniny 401; Jizerka), 6 (6 % jablečné vlákniny 401; Jizerka), 7 (9 % jablečné vlákniny 401; Jizerka), 8 (3 % jablečné vlákniny 12; Jizerka), 9 (6 % jablečné vlákniny AF 12; Jizerka), 10 (9 % jablečné vlákniny 12; Jizerka)

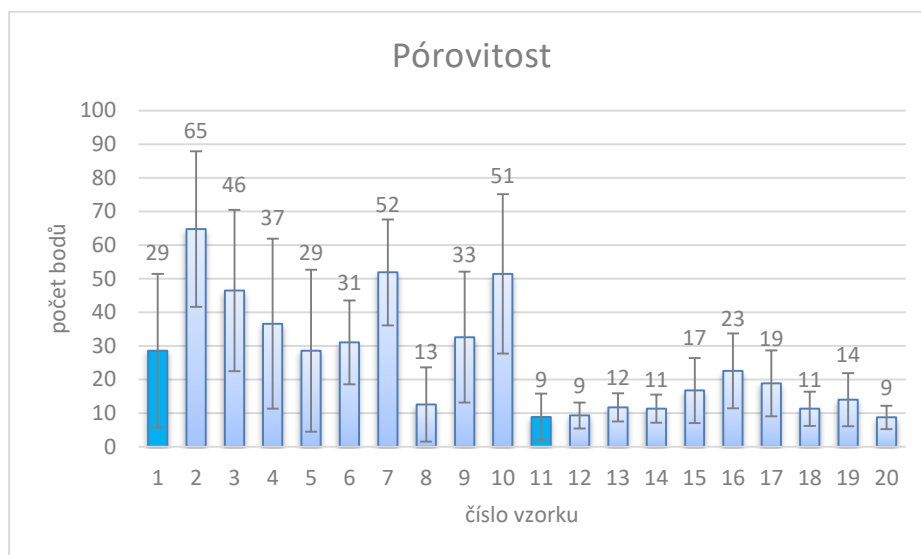
Vzorek 11 (kontrola; pohanková a rýžová mouka), 12 (3 % bambusové vlákniny; pohanková a rýžová mouka), 13 (6 % bambusové vlákniny; pohanková a rýžová mouka), 14 (9 % bambusové vlákniny; pohanková a rýžová mouka), 15 (3 % jablečné vlákniny 401; pohanková a rýžová mouka), 16 (6 % jablečné vlákniny 401; pohanková a rýžová mouka), 17 (9 % jablečné vlákniny 401; pohanková a rýžová mouka), 18 (3 % jablečné vlákniny 12; pohanková a rýžová mouka), 19 (6 % jablečné vlákniny 12; pohanková a rýžová mouka), 20 (9 % jablečné vlákniny 12; pohanková a rýžová mouka)

- **Pórovitost**

Jedná se o množství a uspořádání pórů ve stříde, jemná pórovitost přispívá k lepší stravitelnosti výrobků. Z hlediska pórovitosti byly lépe hodnoceny vzorky z pohankové a rýžové mouky než vzorky, u kterých byla použita směs Jizerka, jak je viditelné z obrázku 23. Nejlépe hodnocen byl kontrolní vzorek z rýžové a pohankové mouky, č. 11 (9 bodů), vzorek č. 12 (9 bodů) z pohankové a rýžové mouky s obsahem 3 % bambusové vlákniny a vzorek č. 20 (9 bodů) také z pohankové a rýžové mouky s jablečnou vlákninou v množství 9 %.

Nejhůře byla pórovitost hodnocena u vzorku č. 2 (65 bodů) s přídavkem 3 % bambusové vlákniny a směsí Jizerkou, také u vzorku č. 7 (52 bodů) a vzorku č. 10 (51 bodů), které obsahovaly 9 % jablečné vlákniny 401 a AF 12.

Od kontrolního vzorku s Jizerkou č. 1 se statisticky významně lišil ($p < 0,05$) vzorek č. 2 (3 % bambusové vlákniny BAF 400 a Jizerka). Vzorky z pohankové a rýžové mouky byly Duncanovým testem rozděleny do tří skupiny s hladinou významnosti alfa = 0,05. Od kontroly č. 11 byl statisticky odlišný ($p < 0,05$) vzorek č. 16 (6 % jablečné vlákniny AF 401) a vzorek č. 17 s 9 % jablečné vlákniny AF 12 (příloha 5)



Obr. 23 Grafické znázornění sensorického hodnocení pórovitosti muffinů.

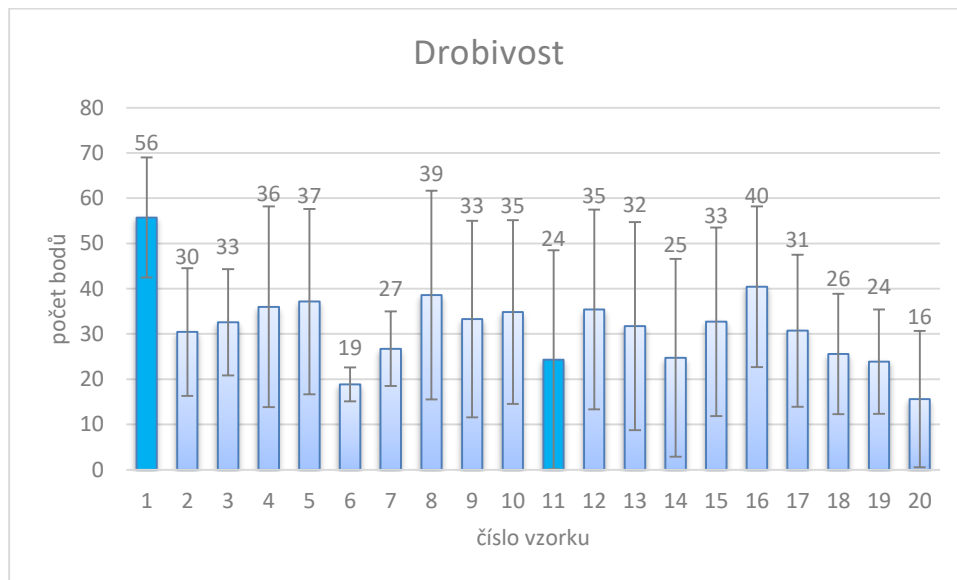
Vzorek 1 (kontrola; Jizerka), 2 (3 % bambusové vlákniny; Jizerka); 3 (6 % bambusové vlákniny; Jizerka), 4 (9 % bambusové vlákniny; Jizerka), 5 (3 % jablečné vlákniny 401; Jizerka), 6 (6 % jablečné vlákniny 401; Jizerka), 7 (9 % jablečné vlákniny 401; Jizerka), 8 (3 % jablečné vlákniny 12; Jizerka), 9 (6 % jablečné vlákniny AF 12; Jizerka), 10 (9 % jablečné vlákniny 12; Jizerka)

Vzorek 11 (kontrola; pohanková a rýžová mouka), 12 (3 % bambusové vlákniny; pohanková a rýžová mouka); 13 (6 % bambusové vlákniny; pohanková a rýžová mouka), 14 (9 % bambusové vlákniny; pohanková a rýžová mouka), 15 (3 % jablečné vlákniny 401; pohanková a rýžová mouka), 16 (6 % jablečné vlákniny 401; pohanková a rýžová mouka), 17 (9 % jablečné vlákniny 401; pohanková a rýžová mouka), 18 (3 % jablečné vlákniny 12; pohanková a rýžová mouka), 19 (6 % jablečné vlákniny 12; pohanková a rýžová mouka), 20 (9 % jablečné vlákniny 12; pohanková a rýžová mouka)

- **Drobivost**

Hodnocení drobnosti dopadlo nejlépe u vzorku č. 20 (16 bodů), který obsahoval 9 % jablečné vlákniny AF 12 a rýžovou a pohankovou mouku, a dobře byl hodnocen i vzorek č. 6 (19 bodů), který obsahoval Jizerku a množství vlákniny jablečné vlákniny 401 6 %. Hodnocení ostatních vzorků znázorňuje obrázek 24.

Vzorky z Jizerky byly rozděleny prostřednictvím Duncanova testu do dvou homogenních skupin s hladinou významnosti alfa = 0,05, stejně tak i vzorky z pohankové a rýžové mouky. Mezi vzorky a kontrolou nebyl nalezen statisticky významný rozdíl (příloha 6).



Obr. 24 Grafické znázornění sensorického hodnocení drobnosti muffinů.

Vzorek 1 (kontrola; Jizerka), 2 (3 % bambusové vlákniny; Jizerka), 3 (6 % bambusové vlákniny; Jizerka), 4 (9 % bambusové vlákniny; Jizerka), 5 (3 % jablečné vlákniny 401; Jizerka), 6 (6 % jablečné vlákniny 401; Jizerka), 7 (9 % jablečné vlákniny 401; Jizerka), 8 (3 % jablečné vlákniny 12; Jizerka), 9 (6 % jablečné vlákniny AF 12; Jizerka), 10 (9 % jablečné vlákniny 12; Jizerka)

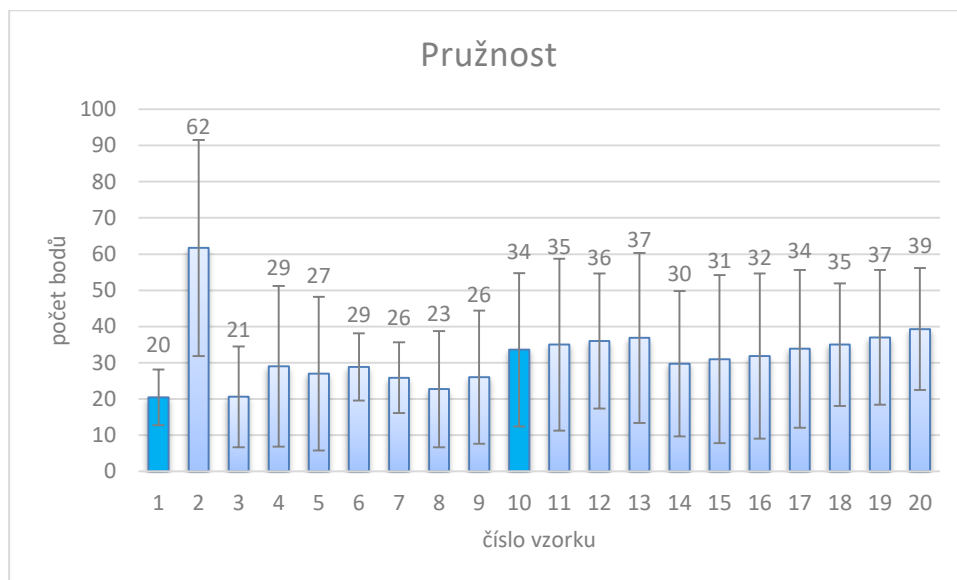
Vzorek 11 (kontrola; pohanková a rýžová mouka), 12 (3 % bambusové vlákniny; pohanková a rýžová mouka), 13 (6 % bambusové vlákniny; pohanková a rýžová mouka), 14 (9 % bambusové vlákniny; pohanková a rýžová mouka), 15 (3 % jablečné vlákniny 401; pohanková a rýžová mouka), 16 (6 % jablečné vlákniny 401; pohanková a rýžová mouka), 17 (9 % jablečné vlákniny 401; pohanková a rýžová mouka), 18 (3 % jablečné vlákniny 12; pohanková a rýžová mouka), 19 (6 % jablečné vlákniny 12; pohanková a rýžová mouka), 20 (9 % jablečné vlákniny 12; pohanková a rýžová mouka)

- **Pružnost**

Střída by měla být pružná a po zmáčknutí se rychle vracet zpět do původního tvaru. Z obrázku 25 je patrné, že z hlediska hodnocení pružnosti dopadl nejlépe kontrolní vzorek s Jizerkou č. 1 (20 bodů) a vzorek č. 3 (21 bodů) s 6 % bambusové vlákniny a Jizerkou. Naopak nejhorších hodnot dosáhl vzorek č. 2 (62), který obsahoval 3 % bambusové vlákniny a Jizerku.

Od kontrolního vzorku z Jizerky se statisticky významně lišil ($p < 0,05$) vzorek č. 2 (3 % bambusové vlákniny BAF 400 s Jizerkou), (příloha 7). Mezi vzorky z pohankové a rýžové mouky nebyl nalezen statisticky významný rozdíl.

Podle studie (Sabanis et al., 2009) vláknina prodlužuje trvanlivost a zároveň zlepšuje pružnost výrobků, protože vláknina pomáhá zadržovat vodu ve střídě výrobku, a tím zajišťuje měkkost výrobku. Pružnost a soudržnost se s nárůstem obsahu ovesné vlákniny snižovala (Majzoobi et al., 2015)



Obr. 25 Grafické znázornění sensorického hodnocení pružnosti muffinů.

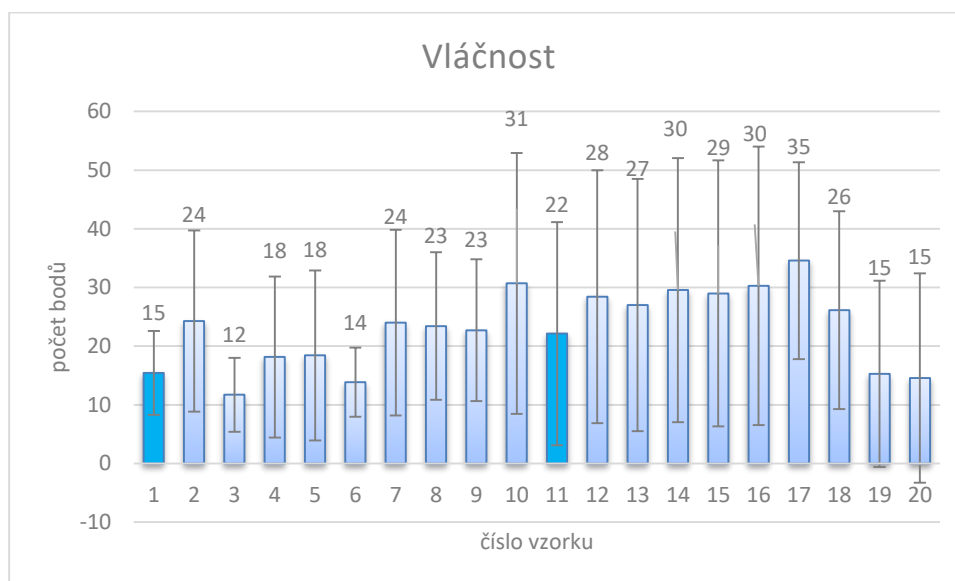
Vzorek 1 (kontrola; Jizerka), 2 (3 % bambusové vlákniny; Jizerka); 3 (6 % bambusové vlákniny; Jizerka), 4 (9 % bambusové vlákniny; Jizerka), 5 (3 % jablečné vlákniny 401; Jizerka), 6 (6 % jablečné vlákniny 401; Jizerka), 7 (9 % jablečné vlákniny 401; Jizerka), 8 (3 % jablečné vlákniny 12; Jizerka), 9 (6 % jablečné vlákniny AF 12; Jizerka), 10 (9 % jablečné vlákniny 12; Jizerka)

Vzorek 11 (kontrola; pohanková a rýžová mouka), 12 (3 % bambusové vlákniny; pohanková a rýžová mouka); 13 (6 % bambusové vlákniny; pohanková a rýžová mouka), 14 (9 % bambusové vlákniny; pohanková a rýžová mouka), 15 (3 % jablečné vlákniny 401; pohanková a rýžová mouka), 16 (6 % jablečné vlákniny 401; pohanková a rýžová mouka), 17 (9 % jablečné vlákniny 401; pohanková a rýžová mouka), 18 (3 % jablečné vlákniny 12; pohanková a rýžová mouka), 19 (6 % jablečné vlákniny 12; pohanková a rýžová mouka), 20 (9 % jablečné vlákniny 12; pohanková a rýžová mouka)

- **Vláčnost**

Duncanovým testem byly vzorky Jizerky z hlediska vláčnosti rozděleny do dvou homogenních skupin na hladině významnosti alfa = 0,05 (příloha 8) a nebyl prokázán statisticky významný rozdíl mezi kontrolou a ostatními vzorky. Vzorky s pohankovou a rýžovou moukou byly rozděleny do jedné homogenní skupiny s hladinou významnosti alfa = 0,05).

Nejlépe hodnocen byl vzorek č. 3 (12 bodů) s obsahem 6 % bambusové vlákniny a Jizerky a vzorek č. 6 (14 bodů) s 6 % jablečné vlákniny 401 a základem byla také směs Jizerka. Dobrého hodnocení (15 bodů) dosáhly také vzorky č. 1 (kontrolní s Jizerkou) a vzorky z pohankové a rýžové mouky č. 19 (6 % jablečné vlákniny AF 12) a č. 20 (9 % jablečné vlákniny AF 12). Jako nejméně vláčný, téměř suchý byl hodnocen vzorek č. 17 (35 bodů) s 9 % jablečné vlákniny 401 (pohanková a rýžová mouka). Hodnocení vláčnosti u ostatních vzorků je znázorněno na obrázku 26.



Obr. 26 Grafické znázornění sensorického hodnocení vláčnosti muffinů.

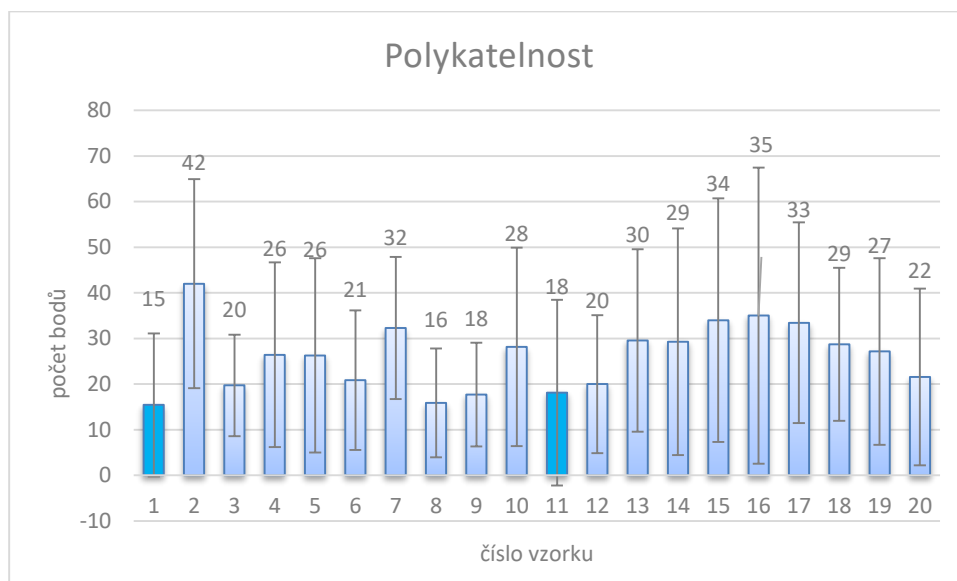
Vzorek 1 (kontrola; Jizerka), 2 (3 % bambusové vlákniny; Jizerka), 3 (6 % bambusové vlákniny; Jizerka), 4 (9 % bambusové vlákniny; Jizerka), 5 (3 % jablečné vlákniny 401; Jizerka), 6 (6 % jablečné vlákniny 401; Jizerka), 7 (9 % jablečné vlákniny 401; Jizerka), 8 (3 % jablečné vlákniny 12; Jizerka), 9 (6 % jablečné vlákniny AF 12; Jizerka), 10 (9 % jablečné vlákniny 12; Jizerka)

Vzorek 11 (kontrola; pohanková a rýžová mouka), 12 (3 % bambusové vlákniny; pohanková a rýžová mouka); 13 (6 % bambusové vlákniny; pohanková a rýžová mouka), 14 (9 % bambusové vlákniny; pohanková a rýžová mouka), 15 (3 % jablečné vlákniny 401; pohanková a rýžová mouka), 16 (6 % jablečné vlákniny 401; pohanková a rýžová mouka), 17 (9 % jablečné vlákniny 401; pohanková a rýžová mouka), 18 (3 % jablečné vlákniny 12; pohanková a rýžová mouka), 19 (6 % jablečné vlákniny 12; pohanková a rýžová mouka), 20 (9 % jablečné vlákniny 12; pohanková a rýžová mouka)

- **Polykatelnost**

Nejlepší polykatelnosti bylo dosaženo u kontrolních vzorků, kontrolní vzorek s Jizerkou č. 1 (15 bodů) a kontrolní vzorek s pohankovou a rýžovou moukou č. 11 (18 bodů). Podle obrázku 27 měl nejhorší hodnocení vzorek č. 2 (42 bodů) s 3 % bambusové vlákniny BAF 200 s Jizerkou, který se statisticky významně lišil ($p < 0,05$) od kontrolního vzorku č. 1. Vzorky s pohankovou a rýžovou moukou se od kontroly statisticky významně ($p > 0,5$) nelišily (příloha 9).

Muffiny na bázi cizrnové mouky s přidávkem xanthanové gumy byly lépe hodnoceny z hlediska soudržnosti, vlhkosti, pružnosti, obsahovaly také mnoho vzduchových bublin v těstě a byly považovány za snadněji polykatelné (Herranz et al., 2016). Ve studii (Majzooobi et al., 2015) bylo prokázáno, že tvrdost (tuhost) a žvýkatelnost se zvyšovaly s rostoucím obsahem ovesné vlákniny.



Obr. 27 Grafické znázornění sensorického hodnocení polykatelnosti muffinů.

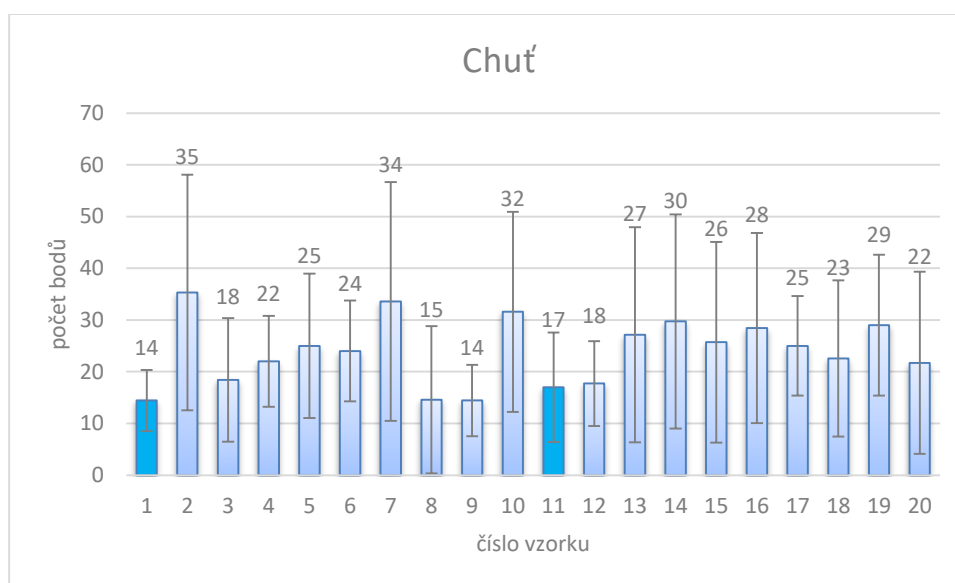
Vzorek 1 (kontrola; Jizerka), 2 (3 % bambusové vlákniny; Jizerka), 3 (6 % bambusové vlákniny; Jizerka), 4 (9 % bambusové vlákniny; Jizerka), 5 (3 % jablečné vlákniny 401; Jizerka), 6 (6 % jablečné vlákniny 401; Jizerka), 7 (9 % jablečné vlákniny 401; Jizerka), 8 (3 % jablečné vlákniny 12; Jizerka), 9 (6 % jablečné vlákniny AF 12; Jizerka), 10 (9 % jablečné vlákniny 12; Jizerka)

Vzorek 11 (kontrola; pohanková a rýžová mouka), 12 (3 % bambusové vlákniny; pohanková a rýžová mouka), 13 (6 % bambusové vlákniny; pohanková a rýžová mouka), 14 (9 % bambusové vlákniny; pohanková a rýžová mouka), 15 (3 % jablečné vlákniny 401; pohanková a rýžová mouka), 16 (6 % jablečné vlákniny 401; pohanková a rýžová mouka), 17 (9 % jablečné vlákniny 401; pohanková a rýžová mouka), 18 (3 % jablečné vlákniny 12; pohanková a rýžová mouka), 19 (6 % jablečné vlákniny 12; pohanková a rýžová mouka), 20 (9 % jablečné vlákniny 12; pohanková a rýžová mouka)

- **Chuť**

Chuť by měla být příjemná, bez přítomnosti cizích chutí. Jako chuťově nejpříjemnější byl hodnocen kontrolní vzorek s Jizerkou č. 1 (14 bodů) a vzorek č. 9 (14 bodů) s 6 % jablečné vlákniny AF 12. Duncanův test rozdělil vzorky do dvou homogenních skupiny na hladině významnosti alfa = 0,05. Nejhůře byl hodnocen vzorek č. 2 (3,5 bodů) s obsahem Jizerky a bambusové vlákniny 3 % a vzorek č. 7 (34 bodů) s 9 % jablečné vlákniny 401 s Jizerkou, oba vzorky se také statisticky lišily ($p < 0,05$) od kontrolního vzorku č. 1 (příloha 10). Hodnocení ostatních vzorků znázorňuje obrázek 28.

Když bylo do koláčů přidáno 20 % ovesné vlákniny (Majzoobi et al., 2015), zlepšila se chuť i struktura. Při přidání 30 % ovesné vlákniny byla chuť hodnocena hůře, s mírnou hořkou pachutí.



Obr. 28 Grafické znázornění sensorického hodnocení chuti muffinů.

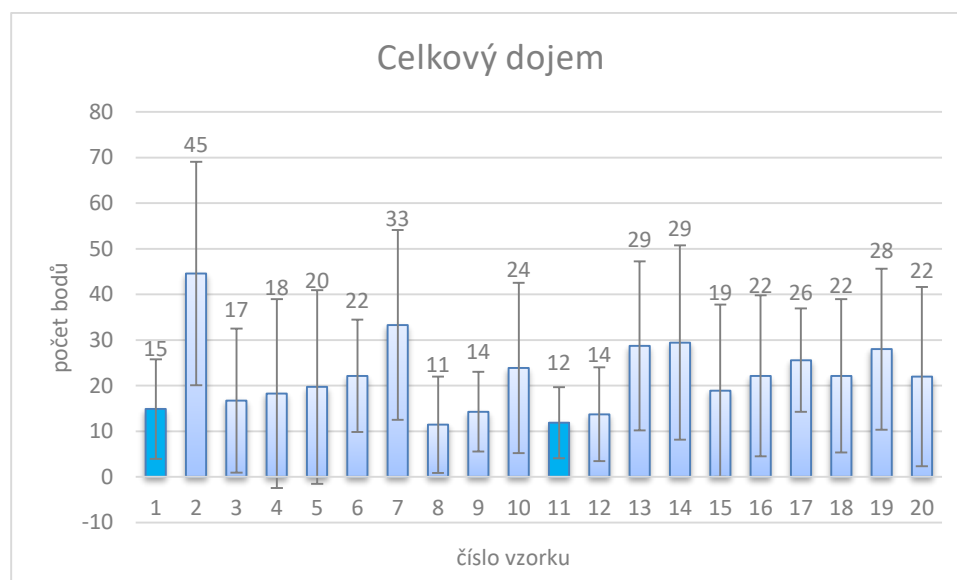
Vzorek 1 (kontrola; Jizerka), 2 (3 % bambusové vlákniny; Jizerka), 3 (6 % bambusové vlákniny; Jizerka), 4 (9 % bambusové vlákniny; Jizerka), 5 (3 % jablečné vlákniny 401; Jizerka), 6 (6 % jablečné vlákniny 401; Jizerka), 7 (9 % jablečné vlákniny 401; Jizerka), 8 (3 % jablečné vlákniny 12; Jizerka), 9 (6 % jablečné vlákniny AF 12; Jizerka), 10 (9 % jablečné vlákniny 12; Jizerka)

Vzorek 11 (kontrola; pohanková a rýžová mouka), 12 (3 % bambusové vlákniny; pohanková a rýžová mouka), 13 (6 % bambusové vlákniny; pohanková a rýžová mouka), 14 (9 % bambusové vlákniny; pohanková a rýžová mouka), 15 (3 % jablečné vlákniny 401; pohanková a rýžová mouka), 16 (6 % jablečné vlákniny 401; pohanková a rýžová mouka), 17 (9 % jablečné vlákniny 401; pohanková a rýžová mouka), 18 (3 % jablečné vlákniny 12; pohanková a rýžová mouka), 19 (6 % jablečné vlákniny 12; pohanková a rýžová mouka), 20 (9 % jablečné vlákniny 12; pohanková a rýžová mouka)

- **Celkový dojem**

Hodnocení celkového dojmu charakterizuje obrázek 29. Nejlepší dojem budil vzorek č. 8 (11 bodů) s přidavkem 3 % jablečné vlákniny AF 12 a moukou Jizerkou a vzorek č. 11 (12 bodů), který sloužil jako kontrola pro výrobky z pohankové a rýžové mouky. Statisticky odlišný ($p < 0,05$) od kontrolního vzorku z Jizerky byl vzorek č. 2 (3 % bambusové vlákniny BAF 200). Všechny vzorky byly rozděleny celkově do tří homogenních skupin s hladinou významnosti $\alpha = 0,05$.

U hodnocení celkového dojmu u muffinů s pohankovou a rýžovou moukou nebyl prokázán statisticky významný rozdíl. Vzorky byly zařazené pomocí Duncanova testu do jedné homogenní skupiny s hladinou významnosti $\alpha = 0,05$ (příloha 11).



Obr. 29 Celkový dojem ze senzoričkého hodnocení muffinů.

Vzorek 1 (kontrola; Jizerka), 2 (3 % bambusové vlákniny; Jizerka), 3 (6 % bambusové vlákniny; Jizerka), 4 (9 % bambusové vlákniny; Jizerka), 5 (3 % jablečné vlákniny 401; Jizerka), 6 (6 % jablečné vlákniny 401; Jizerka), 7 (9 % jablečné vlákniny 401; Jizerka), 8 (3 % jablečné vlákniny 12; Jizerka), 9 (6 % jablečné vlákniny AF 12; Jizerka), 10 (9 % jablečné vlákniny 12; Jizerka)

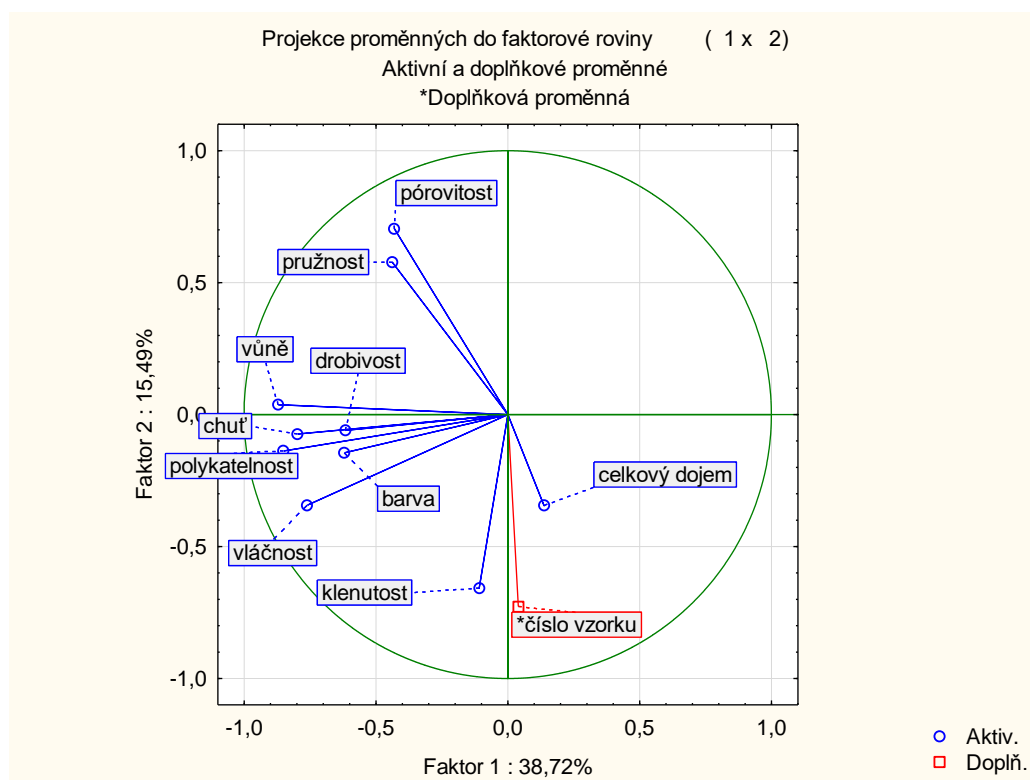
Vzorek 11 (kontrola; pohanková a rýžová mouka), 12 (3 % bambusové vlákniny; pohanková a rýžová mouka); 13 (6 % bambusové vlákniny; pohanková a rýžová mouka), 14 (9 % bambusové vlákniny; pohanková a rýžová mouka), 15 (3 % jablečné vlákniny 401; pohanková a rýžová mouka), 16 (6 % jablečné vlákniny 401; pohanková a rýžová mouka), 17 (9 % jablečné vlákniny 401; pohanková a rýžová mouka), 18 (3 % jablečné vlákniny 12; pohanková a rýžová mouka), 19 (6 % jablečné vlákniny 12; pohanková a rýžová mouka), 20 (9 % jablečné vlákniny 12; pohanková a rýžová mouka)

(Griello et al., 1999) Muffiny, do kterých byla přidávána broskvová vláknina v množství 2, 3, 4 a 5 % byly považovány za přijatelné. Broskvová vláknina byla příčinou tmavší barvy výrobků, a také se výrazně zvýšila vlhkost oproti kontrolnímu vzorku, díky vysoké schopnosti broskvové vlákniny zadržovat vodu. Obsahem broskvové

vlákniny se také zvyšuje tvrdost a žvýkatelnost muffinů, ale vlastnosti muffinů jako hmotnost, výška či soudržnost nebyly přidavkem vlákniny ovlivněny.

Ve studii (Anis Jauharah et al., 2014) při výrobě sušenek a muffinů byla pšeničná mouka částečně nahrazena sušeným kukuřičným práškem v množství 0, 10, 20 a 30 %. U muffin, do kterých bylo přidáno 10 % kukuřičného prášku bylo prokázáno zlepšení chuti a celkově sensoricky byly muffiny hodnoceny přijatelnější než kontrolní vzorky. Mírně se zvýšila tvrdost sušenek i muffinů a snížila se pružnost a odolnost. Přidávání kukuřičného prášku zlepšilo nutriční kvalitu, bez negativního dopadu na sensorické vnímání.

5.4.1 Projekce proměnných do faktorové roviny



Obr. 30 Sensorické hodnocení: projekce proměnných do faktorové roviny

Z obrázku 30 je viditelné, že receptura úzce pozitivně koreluje s celkovým dojmem, a také s klenutostí, tedy tvarem výrobků. Pružnost a pórovitost spolu také úzce pozitivně korelují, stejně tak chuť, vůně, drobivost a polykatelnost mají mezi sebou silnou korelační závislost. Největší variabilita byla u pórovitosti.

5.5 Kalorická hodnota muffinů

Podmínky pro uvádění výživových a zdravotních tvrzení na potravinách upravuje Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1924/2006 o výživových a zdravotních tvrzeních při označování potravin.

Podle tohoto nařízení lze označit potravinu jako zdroj vlákniny pouze tehdy, obsahuje-li produkt alespoň 3 g vlákniny na 100 g nebo alespoň 1,5 g na 100 kcal.

Potraviny s vysokým obsahem vlákniny lze použít pouze tehdy, pokud produkt obsahuje alespoň 6 g vlákniny na 100 g nebo alespoň 3 g na 100 kcal (www.szpi.cz).

Nutriční hodnoty na 100 g z vzorků s Jizerkou jsou znázorněny v tabulce 9. Nejvíce energie kromě kontrolního vzorku obsahoval vzorek č. 9 (1 454,84 kJ) s 6 % jablečné vlákniny AF 12 a vzorek č. 8 (1 446,69 kJ) s 3 % jablečné vlákniny AF 12). Nejmenší energetickou hodnotu měly vzorky s bambusovou vlákninou.

Tab. 9 Nutriční hodnoty vzorků s použitím Jizerky (údaje na 100 g)

	Množství vlákniny [%]	Energie [kJ/kcal]	Tuky [g]	Nasycené mastné kyseliny [g]	Sacharidy [g]	Cukry [g]	Bílkoviny [g]	Sůl [g]	Vláknina [g]
1	Kontrolní	1515,95 kJ 362,6 kcal	15,13	0,18	51,89	3,71	4,32	0,67	0,65
2	3 % BAF 200	1309,67 kJ 312,2 kcal	13,03	0,16	44,67	3,20	3,72	0,58	1,46
3	6 % BAF 200	1247,38 kJ 298,4 kcal	12,45	0,15	42,69	3,06	3,56	0,59	2,27
4	9 % BAF 200	1325,9 kJ 317,2 kcal	13,23	0,16	45,37	3,25	3,78	0,58	3,33
5	3 % AF 401	1438,57 kJ 344,1 kcal	14,25	0,19	49,33	3,58	4,13	0,54	1,62
6	6 % AF 401	1377,46 kJ 327,9 kcal	13,55	0,19	47,31	3,47	3,98	0,59	2,49
7	9 % AF 401	1371,01 kJ 327,9 kcal	13,38	0,21	47,17	3,50	3,98	0,58	3,39
8	3 % AF 12	1446,69 kJ 346 kcal	14,33	0,19	49,61	3,60	4,15	0,63	1,63
9	6 % AF 12	1454,84 kJ 347,9 kcal	14,31	0,21	49,97	3,67	4,20	0,63	2,63
10	9 % AF 12	1315,9 kJ 314,7 kcal	12,85	0,20	45,27	3,36	3,82	0,56	3,26

Tabulka 10 zobrazuje výslednou nutriční hodnotu u vzorků s pohankovou a rýžovou moukou. Nejvyšší hodnoty energie byly zjištěny u vzorků s bambusovou vlákninou (č. 12–14), nejnižší hodnota byla zjištěna u vzorku č. 20 (1 243,98kJ) s 9 % jablečné vlákniny AF 12.

Tab. 10 Nutriční hodnoty vzorků s použitím pohankové a rýžové mouky (na 100 g)

	Množství vlákniny [%]	Energie [kJ/kcal]	Tuky [g]	Nasyčené mastné kyseliny [g]	Sacharidy [g]	Cukry [g]	Bílkoviny [g]	Sůl [g]	Vláknina [g]
11	Kontrolní	1401,23 kJ 335,4 kcal	13,80	0,08	45,57	2,25	6,42	0,21	0,84
12	3 % BAF 200	1437,84 kJ 342,9 kcal	14,11	0,08	46,60	2,30	8,62	0,58	1,83
13	6 % BAF 200	1393,87 kJ 333,6 kcal	13,73	0,08	45,32	2,24	6,39	0,57	2,74
14	9 % BAF 200	1321,8 kJ 316,4 kcal	13,02	0,08	42,98	2,13	6,06	0,54	3,51
15	3 % AF 401	1357,50 kJ 324,9 kcal	13,27	0,10	44,26	2,24	6,22	0,55	1,74
16	6 % AF 401	1337,55 kJ 320,1 kcal	12,98	0,11	43,71	2,27	6,13	0,52	2,62
17	9 % AF 401	1312,06 kJ 313,9 kcal	12,64	0,12	42,97	2,28	6,01	0,52	3,43
18	3 % AF 12	1394,19 kJ 333,7 kcal	13,63	0,10	45,45	2,31	6,39	0,56	1,78
19	6 % AF 12	1297,62 kJ 310,5 kcal	12,60	0,11	42,40	2,20	5,94	0,52	2,54
20	9 % AF 12	1243,98 kJ 297,7 kcal	11,99	0,12	40,74	2,17	5,70	0,49	3,25

(Fochsia et al., 2013) nahrazovali v muffinech pečící tuk inulinem, což vedle ke zlepšení vlhkosti. Při nahrazení 50 % tuku inulinem, bylo v upečeném muffinu (50 g těsta) množství inulinu v rozmezí od 1,6 až 2,9 g, což se shoduje s nutričními doporučeními.

Energetická hodnota muffinů s vysokým obsahem vlákniny byla nižší kvůli snížení obsahu bílkovin a sacharidů, oproti kontrolnímu vzorku, který obsahoval stoprocentní množství mouky (Grigelmo-Miguel, 1999).

6 ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo zjistit, jakým způsobem ovlivňuje přidaná vlákniny kvalitu bezlepkových pekařských výrobků, v tomto případě bezlepkových muffinů. V pekařském pokusu byla použita vláknina bambusová a dva druhy jablečné vlákniny v množství 3 %, 6 % a 9 %. Základem jedné receptury byla moučná směs Jizerka a základem druhé pohanková a rýžová mouka, celkem bylo upečeno dvacet druhů vzorků.

Pekařským pokusem byla u vzorků hodnocena hmotnost před a po upečení, ztráta pečením, dále tahová/tlaková zkouška, objem muffinů a byla stanovena nutriční hodnota a na základě dotazníku hodnocena sensorická kvalita.

Nejnižší hodnotu ztráty pečením měly vzorky s Jizerkou a bambusovou vlákninou v množství 3 % a 6 %. Naopak nejvyšší ztráta pečením byla u vzorků s největším přírůstkem vlákniny, v množství 9 %.

Pekařským pokusem bylo dále zjištěno, že největší vliv na zvětšení objemu měly vzorky s 9 % jablečné vlákniny AF 401 i AF 12 K. Nejmenší objem, nižší než kontrola, měl vzorek s přírůstkem 3 % bambusové vlákniny a Jizerkou, který byl hodnocen jako nevyhovující i z hlediska klenutosti, na základě výpočtu poměrového čísla. Nejlepší tvar měl vzorek s 9 % bambusové vlákniny a směsí Jizerkou, a také vzorek s 3 % jablečné vlákniny 12 K, taktéž s Jizerkou.

Tendenci k nejnižší tvrdosti měl vzorek s 6 % bambusové vlákniny a Jizerkou (0,8 N), nejtvrdějším byl kontrolní vzorek s pohankové a rýžové mouky.

Při sensorickém posuzování barvy byly hodnoceny jako tmavší vzorky, ve kterých byl základ z pohankové a rýžové mouky. Sensoricky nejtímavší byly vzorky s jablečnou vlákninou AF 401 a pohankovou a rýžovou moukou. Nejsvětlejší byly vzorky z Jizerky s bambusovou vlákninou.

Pórovitost byla jednoznačně lepší u vzorků z receptury z pohankové a rýžové mouky. Naopak u posuzování vůně byly hodnoceny jako příjemnější muffiny z Jizerky.

Dále byla sensoricky hodnocena drobitost, nejlépe byl hodnocen vzorek s 9 % jablečné vlákniny AF 12 K v kombinaci s pohankovou a rýžovou moukou a vzorek s 6 % jablečné vlákniny AF 401 s Jizerkou.

Z hlediska pružnosti byly získané výsledky velice podobné hodnotám kontrolních vzorků, které nebyly ovlivněny vlákninou. Akorát vzorek s 3 % bambusové vlákniny a s Jizerkou, získal výrazně horší hodnocení (62 bodů).

Vláčnost byla nejlépe hodnocena u vzorků z Jizerky v kombinaci s bambusovou vlákninou, u pohankové a rýžové mouky měla na vláčnost nejlepší vliv jablečná vláknina AF 12 K.

Celkově nepřijatelnější byl vzorek s 3 % jablečné vlákniny AF 12 a Jizerkou, u muffin s pohankovou a rýžovou moukou vzorek s přídavkem 3 % bambusové vlákniny. Bylo prokázáno, že přídavek vlákniny do výrobku snižuje výslednou energetickou hodnotu. Nejnižší energetickou hodnotu měly muffiny s bambusovou vlákninou a Jizerkou (1247,38 kJ obsahoval vzorek s 6 % bambusové vlákniny a Jizerkou).

Vláknina výrazně ovlivňuje kvalitu pekárenských výrobků, záleží na množství a druhu použité vlákniny. Obecně lze říct, že výroba bezlepkových výrobků je náročná a není jednoduché stanovit ideální recepturu tak, aby výsledný výrobek měl správný tvar, objem, měl vyhovující chuť a vůni a nebyl příliš drobivý a tvrdý. Při obohacování bezlepkových výrobků vlákninou je důležitá i nutriční hodnota, protože dodržování této diety a vyřazení některých druhů obilovin vede k nedostatku některých vitamínů, minerálů a především vlákniny. Z hlediska výživy je obohacování výrobků vlákninou přínosem nejenom u bezlepkových výrobků.

7 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

ANIS JAUHARAH M. Z., WAN ROSLI W. I., DANIEL ROBERT S., 2014: Physicochemical and sensorial evaluation of biscuit and Muffin incorporated with young corn powder. *Source of the Document Sains Malaysiana* 43(1): s. 45-52

BASS S., 2013. *Celiakie: úspěšná léčba nesnášenlivosti lepku*. České vyd. 1. Praha: Jan Vašut, 128 s. ISBN: 978-80-7236-839-6.

CAPPA C., LUCISANO M., MARIOTTI M.: 2013: Influence of psyllium, sugar beet fibre and water on gluten-free dough properties and bread quality. *Carbohydrate Polymers* [online]. 98 (2), 1657–1666 s. [cit. 2017-04-05]. DOI: 10.1016/j.carbpol.2013.08.007. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com>

CAPRILES V. D., AREÉAS J. A. G., 2014: Novel Approaches in Gluten-Free Breadmaking: Interface between Food Science, Nutrition, and Health. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* [online]. 13 (5), 871-890 s. [cit. 2017-04-07]. DOI: 10.1111/1541-4337.1209. Dostupné z: <https://www.deepdyve.com/lp/wiley/novel-approaches-in-gluten-free-breadmaking-interface-between-food-I9DytE19HU>

ČEPILOVÁ H., 2016: *Ne každý destilovaný alkohol je bezpečný – PROCĚ?* [online]. [cit. 2017-03-12]. Dostupné z: <http://bezlepkove-s-hankou.cz/lepek-v-alkoholu/>

DOSTÁLOVÁ I., 2011: *Přirozeně bez lepku a bez mléka*. Vyd. 1. Liberec, 141 s. ISBN 978-80-254-9625-1.

DUPIN O., 2014: *Bez lepku a chutně! jak vařit z přirozeně bezlepkových potravin*. Vyd. 1. Praha: Synergie. ISBN 978-80-7370-272-4.

ELLEUCH M., BEDIGIAN D., ROISEUX O., BESBES S., BLECKER CH., ATTIA H., 2011: Dietary fibre and fibre-rich by-products of food processing: Characterisation, technological functionality and commercial applications: A review. *Food Chemistry* [online]. 124 (2): 411-421 s. [cit. 2017-02-22]. Dostupné z: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.06.077>

FASANO A., FLAHERTY S., 2015. *Jak žít bez lepku: přední odborník nabízí praktický návod, jak se zbavit nemoci*. Hodkovičky: Pragma, 335 s. ISBN: 978-80-7349-433-9.

FELKER P., TAKEOKA G., DAO L., 2013: Pod Mesocarp Flour of North and South American Species of Leguminous Tree Prosopis (Mesquite): Composition and Food Applications. *Food Reviews International*, [online]. 29: 49-66 s. [cit. 2017-02-22]. Dostupné z: <http://dx.doi.org/10.1080/87559129.2012.692139>

FOCHSIA M., PERESSINI D., SENSIDONI A., BRENNAN C.S., 2013: The effect of dietary fibre addition on the quality of common cereal products. *Journal of Cereal Science*, [online]. 58: 216-227 s. [cit. 2017-04-09]. Dostupné z: <http://doi.org/10.1016/j.jcs.2013.05.010>

FRIČ P. a MENGEROVÁ O., 2008. *Celiakie: bezlepková dieta a rady lékaře*. Vyd.1. Čestlice: Medica Publishing, 186 s. ISBN 978-80-85936-62-9.

FRÜHAUF P., 2009: *Celiakie v dětském věku*. 1. vyd. Olomouc: Solen Print pro Nestlé Česko. ISBN 978-80-87290-00-2.

GABROVSKÁ D. 2007: *Mohou celiaci konzumovat oves – stále nevyřešená a řešená otázka*, *Výživa a potraviny*, č. 6, s.162-163

GABROVSKÁ D., HÁLOVÁ I., CHRPOVÁ D., OUHRABKOVÁ J., SLUKOVÁ M., VAVREINOVÁ S., FAMĚRA O., KOHOUT P., PÁNEK J., SKŘIVAN P., 2015: *Obiloviny v lidské výživě: stručné shrnutí poznatků se zvýšeným zaměřením na problematiku lepku*. Praha: Potravinářská komora České republiky, Česká technologická platforma pro potraviny. [online]. ISBN 978-80-88019-07-7 [cit. 2017-22-02]. Dostupné z: <http://www.svazmlynucr.cz/wp-content/uploads/2015/06/Obiloviny-ve-v%C3%BD%C5%BEiv%C4%9B-lepek.pdf>

GÓMEZ M., MARALEJA A., OLIETE B., RUIZ E., CABALLERO P. A., 2010: Effect of fibre size on the quality of fibre-enriched layer cakes. *LWT – Food Science and Technology*, [online]. vol 42: 33-38 s. [cit. 2017.02.22]. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.lwt.2009.06.026>

GRAY J., 2006: *Dietary fibre, Definition, Analysis, Physiology and Health*, Belgie, 36 s., ISBN 90-78637-03-X

GRIELMO-MIGUEL N., CARRERAS-BOLADERAS E., MARTÍN.BELLOSO O., 1999: Development of high-fruit-dietary-fibre muffins. *European Food Research Technology*. Vol. 210, 123-128 s. DOI: 10.1007/s002170050547

GULARTE M. A., HERA E., GÓMEZ M., ROSELL C., 2012: Effect of different fibers on batter and gluten-free layer cake properties. *LWT-Food Science and Technology* [online]. 48 (2), 209-214 s. [cit. 2017-01-14]. DOI: 10.1016/j.lwt.2012.03.015. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643812001387>

HERRANZ B., CANET W., JIMÉNEZ M. J., FUENTES R., ALVAREZ M. A., 2016: Characterisation of chickpea flour-based gluten-free batters and muffins with added biopolymers: rheological, physical and sensory properties. *International Journal of Food Science and Technology*. DOI: 10.1111/ijfs.13092

HLAVATÁ K., 2014: *Ner rozpustná vláknina je kartáč, který čistí povrch střev a zároveň je dráždí k většímu pohybu. Rozpustná vláknina bobtná, navozuje tedy v žaludku větší pocit sytosti. Potřebujeme obě.* [online]; [cit. 2017-03-13]. Dostupné z: <http://dieta.vitalia.cz/clanky/zivocisne-potraviny-vlakninu-prakticky-neobsahuji/>

HŘIVNA L., 2014: *Technologie sacharidů*. 1. vyd. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 157 s. ISBN 978-80-7509-022-5.

CHRPOVÁ D., 2010: *S výživou zdravě po celý rok*. Praha: Grada. Zdraví & životní styl. ISBN 978-80-247-2512-3.

INGR, I., POKORNÝ, J., VALENTOVÁ H., 2007: *Senzorická analýza potravin*. Vyd. 2. nezměněné. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 101 s. ISBN 978-80-7375-032-9

JAROŠOVÁ A., 2001: *Senzorické hodnocení potravin*. Vyd. 1. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 84 s. ISBN 80-7157-539-9

KASTNEROVÁ M., 2014: *Výživové poradenství v praxi: vědecká monografie*. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. ISBN 978-80-7394-500-8.

KAUKIKEN K., COLLIN P., MÄKI M., 2013: Long-Term Consumption of Oats in Adult Celiac Disease Patients. *Nutrients* [online]; [cit. 2017-01-31]. Dostupné z <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3847736/>

KAUKINEN K., LINDFORS K., MAKI M., 2014: Advances in the treatment of coeliac disease: An immunopathogenic perspective. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology* [online]. 11 (1), 36-44 s. [cit. 2017-01-31]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/255689185_Advances_in_the_treatment_of_celiac_disease_An_immunopathogenic_perspective

KOHOUT P., PAVLÍČKOVÁ J., 2006: *Celiakie a bezlepková dieta: dieta a rady lékaře*. 3. vyd. Praha: Maxdorf. ISBN 80-7345-070-4.

KOHOUT P., PAVLÍČKOVÁ J., 2010: *Celiakie: víte si rady s bezlepkovou dietou?* 1. Přepřac. Vyd. Praha: Forsapi. 129 s. ISBN: 978-80-87250-09-9.

KOMPRDA T. 2009: *Výživou ke zdraví*. Vyd. 1. Velké Bílovice, 110 s. ISBN 978-80-87156-41-4

KOMPRDA T., 2012: *Základy výživy člověka*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, druhý dotisk. ISBN 978-80-7157-655-6.

KOMPRDA T., 2017: *Vláknina*. Prezentace: Mendelova univerzita v Brně

KOPP R., 2016: *Fotografie vláknin*. Ústav zoologie, rybářství, hydrobiologie a včelařství – MENDELU.

KOVÁŘŮ D., KNÁPKOVÁ J., 2013: *Bezlepková a bezmléčná dieta*. 1. vyd. Brno: CPRESS, 119 s. ISBN 978-80-264-0185-8.

KUČEROVÁ J., PELIKÁN M., 2008. *Co víme o celiakii a bezlepkových potravinách*. Potravinářský zpravodaj. 9 (7), s. 21. ISSN 1801-9110

KUČEROVÁ J., 2004: *Technologie cereálií*. Vyd. 1. v Brně: Mendlova zemědělská a lesnická univerzita, 15 s., ISBN 978-80-7157-811-6

KUČEROVÁ J., ŠOTTNÍKOVÁ V. a NEDOMOVÁ Š., 2013: Influence of Dietary Fibre Addition on the Rheological and Sensory Properties of Dough and Bakery Products. *Czech Journal Food Science* [online]. 31 (4), 340-346 s. [cit. 2016-11-09]. Dostupné z: <http://www.agriculturejournals.cz/publicFiles/97017.pdf>

KUNOVÁ V., 2011: *Zdravá výživa*. 2., přepřac. vyd. Praha: Grada. Zdraví & životní styl. ISBN 978-80-247-3433-0.

KUREK M., WYRWISZ J., 2015: The Application of Dietary Fiber in Bread Products. *J. Food Process Technol* 6: s. 477. DOI: 10.4172/2157-7110.1000447. Dostupné z: <https://www.omicsonline.org/open-access/the-application-of-dietary-fiber-in-bread-products-2157-7110-1000447.php?aid=52559>

LEBESI D. M., TZIA C., 2011: Effect of the Addition of Different Dietary Fiber and Edible Cereal Bran Sources on the Baking and Sensory Characteristics of Cupcakes. *Food and Bioprocess Technology*, 4 (5): 710–722 s. DOI: 10.1007/s11947-009-0181-3. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/226734845_Effect_of_the_Addition_of_Different_Dietary_Fiber_and_Edible_Cereal_Bran_Sources_on_the_Baking_and_Sensory_Characteristics_of_Cupcakes

LUTONSKÁ P., PICHL I., 1983: *Vláknina (chemické zloženie, metódy stanovenia, význam vo výžive)*. Bratislava: Príroda. Edícia Ministerstva poľnohospodárstva a výživy Slovenskej socialistickej republiky.

MAJZOABI M., HABIBI M., HEDAYATI S., GHIASE F., FARAHNAKY A., 2015: Effects of Commercial Oat Fiber on Characteristics of Batter and Sponge Cake. *Journal of Agricultural Science Technology*. 17 (1), 99-107 s. Dostupné z: http://jast.modares.ac.ir/article_11828_ef82000d9cfcb5d453001999cbfe8db3.pdf

MAKHARIA G. K., 2014: *Current and emerging therapy for celiac disease*. [online]. *Front. Med.*, roč. 1., s. 1-11. [cit. 2017-01-14]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4335393/>

MAŇASKOVÁ D., 2013: *Nemoci a symptomy*. [online]; [cit. 2017-01-21]. Dostupné z: http://medicinman.cz/?p=nemoci-sympt&p_sub=celiakie/a-lepek

MARIOTTI M., PAGANI M. A., LUCISANO M., 2013: The role of buckwheat and HPMC on the breadmaking properties of some commercial gluten-free bread mixtures. [online]. ScienceDirect: *Food Hydrocolloids* [cit. 2017-01-20]. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0268005X12001580>

MARTÍNEZ M. M., DÍAZ Á., GÓMEZ M., 2014: Effect of different microstructural features of soluble and insoluble fibres on gluten-free dough rheology and bread-making. *Journal of Food Engineering* [online]. Vol. 142, s49-56 [cit. 2017-04-07]. DOI:

10.1016/j.jfoodeng.2014.06.020.

Dostupné

z:

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0260877414002611>

MATOS M. E., ROSELL C. M., 2015: Understanding gluten-free dough for reaching breads with physical quality and nutritional balance. *Journal of the science of food and agriculture*. [online]. 95 (4), 653-663. [cit. 2016-11-09]. DOI: 10.1002/jsfa.6732. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24816770>

MUCHOVÁ Z., 1999: *Výroba zdravotne neškodných potravín*. 2. vyd. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita, 97 s. Ochrana biodiverzity. ISBN 80-7137-627-2.

NAŘÍZENÍ EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY (EU) č. 1169/2011 Sb., o poskytování informací o potravinách spotřebitelům [online]; [cit. 2017-02-03]. Dostupné z:

<http://www.foodnet.cz/slozka/?jmeno=Na%C5%99%C3%ADzen%C3%AD+o+poskyto v%C3%A1n%C3%AD+informac%C3%AD+o+potravin%C3%A1ch+spot%C5%99ebitel%C5%AFm&id=888>

NAŘÍZENÍ KOMISE (ES) č. 41/2009 ze dne 20. ledna 2009 o složení a označování potravin vhodných pro osoby s nesnášenlivostí lepku [online]; [cit. 2017-01-22]. Dostupné z: <http://www.szpi.gov.cz/clanek/oznacovani-potravin-z-hlediska-obsahu-lepku.aspx>

PAVELKOVÁ K., KUBÍK M. 2016: *Označování potravin z hlediska obsahu lepku* [online]; [cit. 2017-02-01]. Dostupné z: <http://www.szpi.gov.cz/clanek/oznacovani-potravin-z-hlediska-obsahu-lepku.aspx>

POSPIECH M., PAŽOUT V., 2012: *Hygiena a technologie vegetabilních produktů: hygiena a technologie mlýnských obilných výrobků, pekárenský výrobků, těst a těstovin, brambor, škrobů a výrobků z nich, luštěnin, olejnatých semen a tuků rostlinného původu: návody do cvičení*. Vyd. 1. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, 44 s. ISBN 978-80-7305-619-3.

PŘÍHODA J., HRUŠKOVÁ M., 2007: *Mlynářská technologie*. Svazek 1. Hodnocení kvality. Mlynářské noviny. ISBN 978-80-239-9475-0.

PŘÍHODA J., HRUŠKOVÁ M., SKŘIVAN P., 2003: *Cereální chemie a technologie*. Vyd. 1. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 202 s. ISBN 80-7080-530-7

PŘÍSPĚVKY ZDRAVOTNÍCH POJIŠŤOVEN NA BEZLEPKOVOU DIETU 2017 [online], [cit. 2017-04-24]. Dostupné z: <http://www.ordinace.cz/clanek/prispevky-zdravotnich-pojistoven-na-bezlepkovou-dietu/>

RETTENMAIER J.: *Fibres designet by Nature*. [online]. [cit. 2016-12-18]. Dostupné z: www.jrs.de

RIZZELLO C. G., 2007: Highly efficient gluten degradation by lactobacilli and fungal proteases during food processing: New perspectives for celiac disease. *Applied and Environmental Microbiology*. [online] 73(14), 4499-4507 s. [cit. 2016-11-09]. Dostupné z: <http://www.sourdough.co.uk/research/highly-efficient-gluten-degradation-lactobacilli-fungal-proteases-food-processing-new-perspective-coeliac-disease/>

ROSELL C. M., BAJERSKA J., SHEIKHA A. F. E., 2016: *Bead and Its Fortification: Nutrition and Health Benefits* [online]. *Food Biology Series: CRC Press*, [cit. 2017-03-12]. ISBN 978-1-4987-0157-0. Dostupné z: https://books.google.cz/books?id=QsR5CgAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=cs&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

RYBICKA I., KRAWCZYK M., STANISZ E., GLISZCZYŃSKA-ŚWIGŁO A., 2013: Selenium in Gluten-free Products. *Plant Foods for Human Nutrition*. [online]; 70 (2). [cit. 2017-02-01]. DOI: 10.1007/s11130-015-0467-8. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/272513368_Selenium_in_Gluten-free_Products

RUJNER J., CICHANŃSKA B., 2010: *Bezlepková a bezmléčná dieta*. Vyd. 1. [české]. Brno: Computer Press, 108 s. ISBN 978-80-251-3255-5.

SABANIS D., LEBESI D., TZIA C., 2009: *Effect of dietary fibre enrichment on selected properties of gluten-free bread*. *LWT-Food Science and Technology* [online]. 2009, vol. 42, issue 8, s. 1380-1389 [cit. 2017-3-13]. DOI: 10.1016/j.lwt.2009.03.010. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643809000875>

SALMI T., HERVONEN K., KURPPA K., COLLIN P., KAUKINEN K., REU-NALA T., 2014: *Celiac disease evolving into dermatitis herpetiformis in patients adhering 53 to normal or gluten-free diet.* [online]. 387-392 s. [cit. 2017-02-01]. DOI: 10.3109/00365521.2014.974204. Dostupné z:

<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.3109/00365521.2014.974204?journalCode=igas>
207

SEKOTOVÁ L., 2014: *Vláknina* [online]; [cit. 2017-02-22]. Dostupné z: <https://www.zivotsdietou.cz/clanky/vlaknina>

SAZBY DANĚ Z PŘIDANÉ HODNOTY A ZMĚNY DPH, aktualne.cz [online]. Stránka naposledy edit. 1. 2. 2017 [cit. 2017-03-05]. Dostupné z: <https://www.aktualne.cz/wiki/finance/dph-dan-z-pridane-hodnoty-sazby-zmeny/r~0d2bd12edbab11e488b0002590604f2e/?redirected=1493069556>

SKOUPIL J., 1989: *Suroviny pro učební obor pekař, pekařka.* Vyd. 1. Praha: SNTL-Nakladatelství technické literatury, 224 s.

SLIMÁKOVÁ M.: *Celiakie (intolerance lepku).* [online]; [cit: 2017-01-20]. Dostupné z: <http://www.margit.cz/pomoc/celiakie-intolerance-lepku/>

SMĚRNICE KOMISE 2008/100/ES ze dne 28. října 2008, kterou se mění směrnice Rady 90/496/EHS o nutričním označování potravin, pokud jde o doporučené denní dávky, převodní faktory pro energetickou hodnotu a definice. [online]; [cit. 2017-01-12]. Dostupné z: <http://www.eurlex.cz/dokument.aspx?celex=32008L0100>

STRÁNSKÝ M., RYŠAVÁ L., 2014: *Fyziologie a patofyziologie výživy.* 2., dopl. vyd. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zdravotně sociální fakulta. ISBN 978-80-7394-478-0.

SVOBODOVÁ V., 2013: *Proposis pallida (Humb. et Bonpl. ex Willd.) Kunth – naditec.* [online]. [cit. 2017-04-25]. Dostupné z: <http://botany.cz/cs/prosopis-pallida/> VAN

DONGEN M., VAN DEN BERG M. C., VINK, N., KOK, F. J., DE GRAAD, C., 2012: Taste-nutrient relationships in commonly consumed foods. In: *British Journal of Nutrition* [online]. 108 (1), s. 140-147 [cit. 2017-03-01]. DOI:

10.1017/S0007114511005277. ISBN 0007-1145. Dostupné z:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22018329>

VELÍŠEK J., CEJPEK K., 2008: *Biosynthesis of food components*. Tábor: OSSIS, 497 s.
ISBN 978-80-86659-17-6.

VELÍŠEK Jan., 2002: *Chemie potravin I*. Nakladatelství OSSIS. s. 196-252. ISBN 80-86659-00-3.

VĚTVIČKA V., 2005: *Polysacharidy, jejich význam a uplatnění*. Chemické listy. [online]. [cit. 2017-02-28]. Dostupné z: http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/2005_09_621.pdf

VRÁNOVÁ D., 2013. *Chronická onemocnění a doporučená výživová opatření*. Olomouc: ANAG, 183 s. ISBN: 978-80-7263-788-1.

VRÁNOVÁ D., 2012: *Definice vlákniny a její význam pro naše zdraví*. Vysoké učení technické v Brně (Fakulta chemická). [online]; [cit. 2017-04-02]. Dostupné z: <http://www.chempoint.cz/definice-vlakniny-a-jeji-vyznam-pro-nase-zdravi>

VYHLÁŠKA č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů. [online]; [cit. 2017-01-22]. Dostupné z: <http://www.szpi.gov.cz/clanek/vybrane-predpisy-cr.aspx>

VYHLÁŠKA č. 333/1997 Sb., kterou se provádí § 18 písm. a), d), h), i), j) a k) 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.

Výživová a zdravotní tvrzení, 2015. Dostupné z: <http://www.szpi.gov.cz/clanek/vyzivova-a-zdravotni-tvrzeni.aspx?q=Y2hudW09NA%3D%3D>

ZAHN S., FORKES A., KRÜGEL L., ROHM H., 2013: Combined use of rebaudioside and fibres for partial sucrose replacement in muffins. *LWT – Food Science and Technology*, 50 (2): 695–701 s. DOI: 10.1016/j.lwt.2012.07.026

8 SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK

Seznam obrázků

Obr. 1 <i>Prosopis pallida</i> – naditec	16
Obr. 2 Bezlepkový chléb s přídatkem 0, 5, 10 a 15 % mouky z naditce	17
Obr. 3 Bezlepkový symbol	20
Obr. 4 Vliv přídatku vlákniny na celkový objem výrobku.....	28
Obr. 5 Jablečná vláknina AF 401 (při zvětšení 50x).....	31
Obr. 6 Jablečná vláknina AF 12 (při zvětšení 100x).....	31
Obr. 7 Bambusová vláknina BAF 200 (při zvětšení 50x)	32
Obr. 8 Procentuální rozdíl hmotnosti těsta před pečením a muffinů po upečení - použitá moučná směs Jizerka.	39
Obr. 9 Procentuální rozdíl hmotnosti těsta před pečením a muffinů po upečení – použitá pohanková a rýžová mouka.	40
Obr. 10 Grafické znázornění změřeného měrného objemu muffinů.....	41
Obr. 11 Poměrové číslo muffinů.....	42
Obr. 12 Fotografie muffinů s bambusovou vlákninou BAF 200 a směsí Jizerkou....	43
Obr. 13 Fotografie muffinů s jablečnou vlákninou AF 401 a směsí Jizerkou.....	43
Obr. 14 Fotografie muffinů s jablečnou vlákninou AF 12 a směsí Jizerkou.....	43
Obr. 15 Fotografie muffinů s bambusovou vlákninou BAF 200 a pohankovou a rýžovou moukou.	44
Obr. 16 Fotografie muffinů s jablečnou vlákninou AF 401 a pohankovou a rýžovou moukou.	44
Obr. 17 Fotografie muffinů s jablečnou vlákninou AF 12 a pohankovou a rýžovou moukou.	44
Obr. 18 Grafické znázornění měření pevnosti muffinů.	45
Obr. 19: Projekce proměnných do faktorové roviny	46
Obr. 20 Grafické znázornění sensorického hodnocení barvy muffinů.	48
Obr. 21 Grafické znázornění sensorického hodnocení klenutosti muffinů.....	49
Obr. 22 Grafické znázornění sensorického hodnocení vůně muffinů.....	50
Obr. 23 Grafické znázornění sensorického hodnocení pórovitosti muffinů.....	51
Obr. 24 Grafické znázornění sensorického hodnocení drobivosti muffinů.	52
Obr. 25 Grafické znázornění sensorického hodnocení pružnosti muffinů.	53

Obr. 26 Grafické znázornění sensorického hodnocení vláčnosti muffinů.....	54
Obr. 27 Grafické znázornění sensorického hodnocení polykatelnosti muffinů.....	55
Obr. 28 Grafické znázornění sensorického hodnocení chuti muffinů.	56
Obr. 29 Celkový dojem sensorického hodnocení muffinů.	57
Obr. 30 Sensorické hodnocení: projekce proměnných do faktorové roviny	58

9 SEZNAM TABULEK

Tab. 1 <i>Obsah vlákniny v potravinách</i>	24
Tab. 2 <i>Obsah vlákniny ve vybraných obilninách (ve 100 g)</i>	27
Tab. 3 <i>Navržené receptury s procentuálním zastoupením bambusové vlákniny s pohankovou a rýžovou moukou</i>	33
Tab. 4 <i>Navržené receptury s procentuálním zastoupením bambusové vlákniny se směsí Jizerka</i>	33
Tab. 5 <i>Navržené receptury s procentuálním zastoupením jablečné vlákniny s pohankovou a rýžovou moukou</i>	33
Tab. 6 <i>Navržené receptury s procentuálním zastoupením jablečné vlákniny se směsí Jizerka</i>	34
Tab. 7 <i>Hmotnost muffinů před pečením a po upečení – použitá směs Jizerka</i>	38
Tab. 8 <i>Hmotnost muffinů před peřením a po upečení – použitá pohanková a rýžová mouka</i>	38
Tab. 9 <i>Nutriční hodnoty vzorků s použitím Jizerky (údaje na 100 g)</i>	59
Tab. 10 <i>Nutriční hodnoty vzorků s použitím pohankové a rýžové mouky (na 100 g)</i>	60

10 PŘÍLOHY

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1 Senzorický dotazník pro hodnocení muffinů.....	76
Příloha 2 Duncanův test – sensorické hodnocení barvy	81
Příloha 3 Duncanův test – sensorické hodnocení klenutosti.....	81
Příloha 4 Duncanův test – sensorické hodnocení vůně.....	82
Příloha 5 Duncanův test – sensorické hodnocení pórovitosti	83
Příloha 6 Duncanův test – sensorické hodnocení drobivosti	83
Příloha 7 Duncanův test – sensorické hodnocení pružnosti.....	84
Příloha 8 Duncanův test – sensorické hodnocení vláčnosti	85
Příloha 9 Duncanův test – sensorické hodnocení polykatelnosti.....	85
Příloha 10 Duncanův test – sensorické hodnocení chuti	86
Příloha 11 Duncanův test – celkový dojem.....	87

Příloha 1 Sensorický dotazník pro hodnocení muffinů

Senzorické hodnocení bezlepkových muffinů

1. Barva

MOUKA JIZERKA

Kontrolní vzorek	žlutá, bledá	tmavá, hnědá
3 % vlákniny	žlutá, bledá	tmavá, hnědá
6 % vlákniny	žlutá, bledá	tmavá, hnědá
9 % vlákniny	žlutá, bledá	tmavá, hnědá

MOUKA POHANKOVÁ + RYŽOVÁ

Kontrolní vzorek	žlutá, bledá	tmavá, hnědá
3 % vlákniny	žlutá, bledá	tmavá, hnědá
6 % vlákniny	žlutá, bledá	tmavá, hnědá
9 % vlákniny	žlutá, bledá	tmavá, hnědá

2. Klenutost

MOUKA JIZERKA

Kontrolní vzorek	klenutý, pravidelný tvar	propadlý, nepravidelný tvar
3 % vlákniny	klenutý, pravidelný tvar	propadlý, nepravidelný tvar
6 % vlákniny	klenutý, pravidelný tvar	propadlý, nepravidelný tvar
9 % vlákniny	klenutý, pravidelný tvar	propadlý, nepravidelný tvar

MOUKA POHANKOVÁ + RYŽOVÁ

Kontrolní vzorek	klenutý, pravidelný tvar	propadlý, nepravidelný tvar
3 % vlákniny	klenutý, pravidelný tvar	propadlý, nepravidelný tvar
6 % vlákniny	klenutý, pravidelný tvar	propadlý, nepravidelný tvar
9 % vlákniny	klenutý, pravidelný tvar	propadlý, nepravidelný tvar

3. Vůně

MOUKA JIZERKA

Kontrolní vzorek	příjemná, žloutková	nevýrazná
3 % vlákniny	příjemná, žloutková	nevýrazná
6 % vlákniny	příjemná, žloutková	nevýrazná
9 % vlákniny	příjemná, žloutková	nevýrazná

MOUKA POHANKOVÁ + RÝŽOVÁ

Kontrolní vzorek	příjemná, žloutková	nevýrazná
3 % vlákniny	příjemná, žloutková	nevýrazná
6 % vlákniny	příjemná, žloutková	nevýrazná
9 % vlákniny	příjemná, žloutková	nevýrazná

4. Pórovitost

MOUKA JIZERKA

Kontrolní vzorek	rovnoměrná	nerovnoměrná
3 % vlákniny	rovnoměrná	nerovnoměrná
6 % vlákniny	rovnoměrná	nerovnoměrná
9 % vlákniny	rovnoměrná	nerovnoměrná

MOUKA POHANKOVÁ + RÝŽOVÁ

Kontrolní vzorek	rovnoměrná	nerovnoměrná
3 % vlákniny	rovnoměrná	nerovnoměrná
6 % vlákniny	rovnoměrná	nerovnoměrná
9 % vlákniny	rovnoměrná	nerovnoměrná

5. Droбивost

MOUKA JIZERKA

Kontrolní vzorek	nedrobivý	drobivý
3 % vlákniny	nedrobivý	drobivý
6 % vlákniny	nedrobivý	drobivý
9 % vlákniny	nedrobivý	drobivý

MOUKA POHANKOVÁ + RÝŽOVÁ

Kontrolní vzorek	nedrobivý	drobivý
3 % vlákniny	nedrobivý	drobivý
6 % vlákniny	nedrobivý	drobivý
9 % vlákniny	nedrobivý	drobivý

6. Pružnost

MOUKA JIZERKA

Kontrolní vzorek	pružný	nevracející se do původního stavu
3 % vlákniny	pružný	nevracející se do původního stavu
6 % vlákniny	pružný	nevracející se do původního stavu
9 % vlákniny	pružný	nevracející se do původního stavu

MOUKA POHANKOVÁ + RÝŽOVÁ

Kontrolní vzorek	pružný	nevracející se do původního stavu
3 % vlákniny	pružný	nevracející se do původního stavu
6 % vlákniny	pružný	nevracející se do původního stavu
9 % vlákniny	pružný	nevracející se do původního stavu

7. Vlačnost

MOUKA JIZERKA

Kontrolní vzorek	vláčný	suchý
3 % vlákniny	vláčný	suchý
6 % vlákniny	vláčný	suchý
9 % vlákniny	vláčný	suchý

MOUKA POHANKOVÁ + RYŽOVÁ

Kontrolní vzorek	vláčný	suchý
3 % vlákniny	vláčný	suchý
6 % vlákniny	vláčný	suchý
9 % vlákniny	vláčný	suchý

8. Polykatelnost

MOUKA JIZERKA

Kontrolní vzorek	snadná	obtížná, sousto suché
3 % vlákniny	snadná	obtížná, sousto suché
6 % vlákniny	snadná	obtížná, sousto suché
9 % vlákniny	snadná	obtížná, sousto suché

MOUKA POHANKOVÁ + RYŽOVÁ

Kontrolní vzorek	snadná	obtížná, sousto suché
3 % vlákniny	snadná	obtížná, sousto suché
6 % vlákniny	snadná	obtížná, sousto suché
9 % vlákniny	snadná	obtížná, sousto suché

9. Chuť

MOUKA JIZERKA

Kontrolní vzorek	příjemná	nevýrazná
3 % vlákniny	příjemná	nevýrazná
6 % vlákniny	příjemná	nevýrazná
9 % vlákniny	příjemná	nevýrazná

MOUKA POHANKOVÁ + RÝŽOVÁ

Kontrolní vzorek	příjemná	nevýrazná
3 % vlákniny	příjemná	nevýrazná
6 % vlákniny	příjemná	nevýrazná
9 % vlákniny	příjemná	nevýrazná

10. Celkový dojem

MOUKA JIZERKA

Kontrolní vzorek	vyhovující	nevyhovující
3 % vlákniny	vyhovující	nevyhovující
6 % vlákniny	vyhovující	nevyhovující
9 % vlákniny	vyhovující	nevyhovující

MOUKA POHANKOVÁ + RÝŽOVÁ

Kontrolní vzorek	vyhovující	nevyhovující
3 % vlákniny	vyhovující	nevyhovující
6 % vlákniny	vyhovující	nevyhovující
9 % vlákniny	vyhovující	nevyhovující

Příloha 2 Duncanův test – sensorické hodnocení barvy

Duncanův test; proměnná barva (List1 v porovnávání1.část)								
Homogenní skupiny, alfa = ,05000								
Chyba: meziskup. PČ = 170,73, sv= 60,000								
Č. buňky	číslo vzorku	barva Průměr	1	2	3	4	5	6
4	4	6,42857				****		
3	3	17,14286	****			****		
1	1	22,71429	****	****				
2	2	24,71429	****	****				
5	5	36,71429		****			****	
8	8	49,57143			****		****	
9	9	55,42857			****			
10	10	57,00000			****			
6	6	71,28571						****
7	7	77,00000						****

Duncanův test; proměnná barva (List1 v porovnávání2.část)						
Homogenní skupiny, alfa = ,05000						
Chyba: meziskup. PČ = 137,52, sv = 60,000						
Č. buňky	číslo vzorku	barva Průměr	1	2	3	4
3	13	40,57143	****			
4	14	40,85714	****			
2	12	42,14286	****			
1	11	52,00000	****			
8	18	65,28571		****		
9	19	71,14286		****		
10	20	77,00000		****	****	
5	15	77,42857		****	****	
6	16	87,00000			****	****
7	17	94,42857				****

Příloha 3 Duncanův test – sensorické hodnocení klenutosti

Duncanův test; proměnná klenutost (List1 v porovnávání1.část)							
Homogenní skupiny, alfa = ,05000							
Chyba: meziskup. PČ = 268,98, sv = 60,000							
Č. buňky	číslo vzorku	klenutost Průměr	1	2	3	4	5
4	4	9,85714			****		
8	8	18,71429			****	****	
1	1	25,85714			****	****	
5	5	32,28571		****		****	
3	3	46,00000	****	****			
6	6	47,57143	****	****			
7	7	47,71429	****	****			
10	10	56,42857	****				
9	9	62,57143	****				****
2	2	77,42857					****

Duncanův test; proměnná klenutost (List1 v porovnávání 2. část)					
Homogenní skupiny, alfa = ,05000					
Chyba: meziskup. PČ = 147,26, sv = 60,000					
Č. buňky	číslo vzorku	klenutost Průměr	1	2	3
1	11	12,00000		****	
2	12	16,28571	****	****	
10	20	22,57143	****	****	
5	15	23,28571	****	****	
6	16	24,00000	****	****	
8	18	24,42857	****	****	
7	17	26,28571	****	****	
9	19	27,57143	****		
4	14	29,14286	****		
3	13	43,71429			****

Příloha 4 Duncanův test – senzorické hodnocení vůně

Duncanův test; proměnná vůně (List1 v porovnávání 1. část)				
Homogenní skupiny, alfa = ,05000				
Chyba: meziskup. PČ = 75,533, sv = 60,000				
Č. buňky	číslo vzorku	vůně Průměr	1	2
1	1	6,42857	****	
9	9	8,00000	****	
3	3	8,14286	****	
5	5	8,57143	****	
4	4	8,57143	****	
2	2	10,42857	****	
10	10	10,71429	****	
8	8	12,00000	****	****
6	6	14,85714	****	****
7	7	21,00000		****

Duncanův test; proměnná vůně (List1 v porovnávání 2. část)			
Homogenní skupiny, alfa = ,05000			
Chyba: meziskup. PČ = 172,68, sv = 60,000			
Č. buňky	číslo vzorku	vůně Průměr	1
1	11	8,00000	****
7	17	14,85714	****
10	20	14,85714	****
4	14	15,14286	****
2	12	15,42857	****
6	16	16,14286	****
5	15	18,42857	****
3	13	19,42857	****
9	19	19,85714	****
8	18	22,28571	****

Příloha 5 Duncanův test – sensorické hodnocení pórovitosti

Duncanův test; proměnná pórovitost (List1 v porovnávání1.část)					
Homogenní skupiny, alfa = ,05000					
Chyba: meziskup. PČ = 432,14, sv = 60,000					
Č. buňky	číslo vzorku	pórovitost Průměr	1	2	3
8	8	12,57143		****	
5	5	28,57143	****	****	
1	1	28,57143	****	****	
6	6	31,00000	****	****	
9	9	32,57143	****	****	
4	4	36,57143	****	****	
3	3	46,42857	****		****
10	10	51,42857	****		****
7	7	51,85714	****		****
2	2	64,71429			****

Duncanův test; proměnná pórovitost (List1 v porovnávání2.část)					
Homogenní skupiny, alfa = ,05000					
Chyba: meziskup. PČ = 51,300, sv = 60,000					
Č. buňky	číslo vzorku	pórovitost Průměr	1	2	3
10	20	8,71429	****		
1	11	8,85714	****		
2	12	9,28571	****		
8	18	11,28571	****	****	
4	14	11,28571	****	****	
3	13	11,71429	****	****	
9	19	14,00000	****	****	
5	15	16,71429	****	****	****
7	17	18,85714		****	****
6	16	22,57143			****

Příloha 6 Duncanův test – sensorické hodnocení drobivosti

Duncanův test; proměnná drobivost (List1 v porovnávání1.část)					
Homogenní skupiny, alfa = ,05000					
Chyba: meziskup. PČ = 292,10, sv = 60,000					
Č. buňky	číslo vzorku	drobivost Průměr	1	2	
6	6	18,85714	****		
7	7	26,71429	****		
2	2	30,42857	****		
3	3	32,57143	****		
9	9	33,28571	****		
10	10	34,85714	****		
4	4	36,00000	****	****	
5	5	37,14286	****	****	
8	8	38,57143	****	****	
1	1	55,71429			****

Duncanův test; proměnná drobivost (List1 v porovnávání 2. část)				
Homogenní skupiny, alfa = ,05000				
Chyba: meziskup. PČ = 365,14, sv = 60,000				
Č. buňky	číslo vzorku	drobivost Průměr	1	2
10	20	15,57143	****	
9	19	23,85714	****	****
1	11	24,28571	****	****
4	14	24,71429	****	****
8	18	25,57143	****	****
7	17	31,14286	****	****
3	13	31,71429	****	****
5	15	32,71429	****	****
2	12	35,42857	****	****
6	16	40,42857		****

Příloha 7 Duncanův test – sensorické hodnocení pružnosti

Duncanův test; proměnná pružnost (List1 v porovnávání 1. část)				
Homogenní skupiny, alfa = ,05000				
Chyba: meziskup. PČ = 330,90, sv = 60,000				
Č. buňky	číslo vzorku	pružnost Průměr	1	2
1	1	20,42857	****	
3	3	20,57143	****	
8	8	22,71429	****	
7	7	25,85714	****	
9	9	26,00000	****	
5	5	27,00000	****	
6	6	28,85714	****	
4	4	29,00000	****	
10	10	33,57143	****	
2	2	61,71429		****

Duncanův test; proměnná pružnost (List1 v porovnávání 2. část)				
Homogenní skupiny, alfa = ,05000				
Chyba: meziskup. PČ = 431,69, sv = 60,000				
Č. buňky	číslo vzorku	pružnost Průměr	1	
4	14	29,71429	****	
5	15	31,00000	****	
6	16	31,85714	****	
7	17	33,85714	****	
8	18	35,00000	****	
1	11	35,00000	****	
2	12	36,00000	****	
3	13	36,85714	****	
9	19	37,00000	****	
10	20	39,28571	****	

Příloha 8 Duncanův test – sensorické hodnocení vláčnosti

Duncanův test; proměnná vláčnost (List1 v porovnávání1.část) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = 181,11, sv = 60,000				
Č. buňky	číslo vzorku	vláčnost Průměr	1	2
3	3	11,71429	****	
6	6	13,85714	****	
1	1	15,42857	****	****
4	4	18,14286	****	****
5	5	18,42857	****	****
9	9	22,71429	****	****
8	8	23,42857	****	****
7	7	24,00000	****	****
2	2	24,28571	****	****
10	10	30,71429		****

Duncanův test; proměnná vláčnost (List1 v porovnávání2.část) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = 400,79, sv = 60,000			
Č. buňky	číslo vzorku	vláčnost Průměr	1
10	20	14,57143	****
9	19	15,28571	****
1	11	22,14286	****
8	18	26,14286	****
3	13	27,00000	****
2	12	28,42857	****
5	15	29,00000	****
4	14	29,57143	****
6	16	30,28571	****
7	17	34,57143	****

Příloha 9 Duncanův test – sensorické hodnocení polykatelnosti

Duncanův test; proměnná polykatelnost (List1 v porovnávání1.část) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = 297,73, sv = 60,000				
Č. buňky	číslo vzorku	polykatelnost Průměr	1	2
1	1	15,42857	****	
8	8	15,85714	****	
9	9	17,71429	****	
3	3	19,71429	****	
6	6	20,85714	****	
5	5	26,28571	****	****
4	4	26,42857	****	****
10	10	28,14286	****	****
7	7	32,28571	****	****
2	2	42,00000		****

Duncanův test; proměnná polykatelnost (List1 v porov. Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = 498,73, sv = 60,000				
Č. buňky	číslo vzorku	polykatelnost Průměr	1	
1	11	18,14286	****	
2	12	20,00000	****	
10	20	21,57143	****	
9	19	27,14286	****	
8	18	28,71429	****	
4	14	29,28571	****	
3	13	29,57143	****	
7	17	33,42857	****	
5	15	34,00000	****	
6	16	35,00000	****	

Příloha 10 Duncanův test – senzoričké hodnocení chuti

Duncanův test; proměnná chuť (List1 v porovnávání1.část) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = 222,00, sv = 60,000				
Č. buňky	číslo vzorku	chuť Průměr	1	2
9	9	14,42857	****	
1	1	14,42857	****	
8	8	14,57143	****	
3	3	18,42857	****	****
4	4	22,00000	****	****
6	6	24,00000	****	****
5	5	25,00000	****	****
10	10	31,57143	****	****
7	7	33,57143		****
2	2	35,28571		****

Duncanův test; proměnná chuť (List1 v porovnávání2.část) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = 256,64, sv = 60,000			
Č. buňky	číslo vzorku	chuť Průměr	1
1	11	17,00000	****
2	12	17,71429	****
10	20	21,71429	****
8	18	22,57143	****
7	17	25,00000	****
5	15	25,57143	****
3	13	27,14286	****
6	16	28,42857	****
9	19	29,00000	****
4	14	29,71429	****

Příloha 11 Duncanův test – celkový dojem

Duncanův test; proměnná celkový dojem (List1 v porovnávání1.část)					
Homogenní skupiny, alfa = ,05000					
Chyba: meziskup. PČ = 296,93, sv = 60,000					
Č. buňky	číslo vzorku	celkový dojem Průměr	1	2	3
8	8	11,42857	****		
9	9	14,28571	****	****	
1	1	14,85714	****	****	
3	3	16,71429	****	****	
4	4	18,00000	****	****	
5	5	19,71429	****	****	
6	6	22,14286	****	****	
10	10	23,85714	****	****	
7	7	33,28571		****	****
2	2	44,57143			****

Duncanův test; proměnná celkový dojem (List1 v porovnávání2.část)			
Homogenní skupiny, alfa = ,05000			
Chyba: meziskup. PČ = 274,13, sv = 60,000			
Č. buňky	číslo vzorku	celkový dojem Průměr	1
1	11	11,85714	****
2	12	13,71429	****
5	15	18,85714	****
10	20	22,00000	****
8	18	22,14286	****
6	16	22,14286	****
7	17	25,57143	****
9	19	28,00000	****
3	13	28,71429	****
4	14	29,42857	****