

Effect of natural extract addition on the quality and shelf-life of gluten-free bakery products

Vplyv prídavku prírodných extraktov na kvalitu a trvanlivosť bezgluténových pekárskych výrobkov

Martina FIKSELOVÁ¹ (✉), Ján GAŽO¹, Jana KOLAČKOVSKÁ¹, Stanislava LUKÁČOVÁ¹, Samuel RYBNIKÁR², Jozef ČAPLA¹, Lucia VASILOVÁ¹, Eva DEMJANOVÁ¹

¹ Slovak University of Agriculture in Nitra, Trieda A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovakia

² Trnava University, Kollárova 10, 917 01 Trnava, Slovakia

✉ Corresponding author: martina.fikselova@uniag.sk

Received: July 26, 2022; accepted: September 20, 2022

ABSTRACT

The work deals with the application of natural functional ingredients as possible substitute for synthetic additives in gluten-free baguettes with potential extension of their shelf life. It is focused on the use of natural extracts such as rosemary (1% addition) and grape seeds (1-2% addition), while the baguettes were packed in the modified atmosphere in order to prolong their shelf life. They were tested after baking and after one week of storage (in the plastic bag and in the modified atmosphere package) for texturometric and sensory properties, water activity and pH. Natural extracts showed highly significant ($P \leq 0.01$) positive effect on the texture of the products. In all samples, the firmness of the baguettes decreased compared to the control sample, and the modified atmosphere softened the products compared to the plastic bag ($P \leq 0.01$). In the package with the modified atmosphere, we observed the decrease in the pH of the products, which can be evaluated positively. At the sensory evaluation, the sample with the addition of rosemary extract achieved the best results, compared to the control sample as statistically significant ($P \leq 0.01$).

Keywords: gluten-free baguettes, natural extracts, rosemary, grape seeds, modified atmosphere

ABSTRAKT

Práca sa zaoberá aplikáciou prírodných funkčných ingrediencií (extraktov) ako možnej náhrady syntetických prídavných látok v bezlepkových bagetách s potenciálnym predĺžením ich trvanlivosti. Je zameraná na použitie prírodných extraktov ako sú rozmarín (prídavok 1%) a hroznové semená (prídavok 1-2%), pričom bagety boli balené v modifikovanej atmosfére, aby sa predĺžila ich trvanlivosť. Po pečení a po jednom týždni skladovania (v plastovom vrecku a v obale v modifikovanej atmosfére) boli testované na texturometrické a senzorické vlastnosti, aktivitu vody a pH. Prírodné extrakty vykazovali vysoko významný ($P \leq 0,01$) pozitívny vplyv na textúru produktov. Vo všetkých vzorkách sa tuhosť bagiet v porovnaní s kontrolnou vzorkou znížila a modifikovaná atmosféra zmäkčila výrobky v porovnaní s plastovým vreckom ($P \leq 0,01$). V obale s upravenou atmosférou sme zaznamenali pokles pH produktov, čo možno hodnotiť pozitívne. Pri senzorickej hodnotení dosiahla najlepšie výsledky štatisticky významné ($P \leq 0,01$) vzorka s prídavkom rozmarínového extraktu v porovnaní s kontrolnou vzorkou.

Kľúčové slová: bezlepkové bagety, prírodné extrakty, rozmarín, hroznové semená, upravená atmosféra

**BEZGLUTÉNOVÝCH...
DETAILED ABSTRACT**

This work deals with the application of natural functional ingredients as a possible substitute for synthetic additives in gluten-free baguettes with a potential extension of their shelf life in combination with package in the modified atmosphere. It is focused on natural extract utilisation such as rosemary (1% addition) and grape seeds (1-2% addition), while the baguettes were packed in the plastic bags and modified atmosphere in order to prolong their shelf life. We supposed that grape seeds as well as rosemary are an interesting source of several biological active components such as phenolic substances, fibre etc. and could improve the suggested gluten-free products regarding their nutrition value as well as their shelf life by possible antioxidant or antimicrobial properties. At the same time it could be the possibility how to utilize grape seeds as the by-products of grape processing that is considered to be a waste. The tested enriched gluten free products were based on soy flour and deproteinized wheat starch as basic raw materials and were evaluated after their baking and after one week of storage for texturometric properties, water activity, pH and sensory properties (after baking). In the modified atmosphere package, air was replaced by nitrogen (30%) and carbon dioxide (70%). The samples were stored at room temperature of 20-22°C for seven days. We analyzed the texture of the products using the TA.XT Plus instrument. By the texturometric analysis differences at the firmness of the samples were observed. Natural extracts showed highly significant ($P \leq 0.001$) positive effect on the texture of the products. In all samples, the firmness of the baguettes was decreased compared to the control sample, and at the storage the modified atmosphere softened the products compared to the plastic bag ($P \leq 0.01$). At the sensory evaluation of the products, the effect of plant extracts was shown to be statistically significant. The best evaluation was obtained by samples with the addition of rosemary, compared to the control sample statistically significant ($P \leq 0.01$). In the package with the modified atmosphere, we observed the decrease in the pH of the products, that can be evaluated positively. The effect of the plant extract ($P \leq 0.000$) as well as the packaging method ($P \leq 0.000$) was shown to be statistically significant at pH of the products. The addition of plant extracts to the products showed statistically significant effect on the water activity in the fresh products ($P = 0.036$), the effect of the storage methods was not statistically significant ($P = 0.224$). In the fresh state, the control sample showed the lowest average water activity value (0.953), followed by the sample with the addition of rosemary (0.959), which was not statistically significantly different compared to the control sample. Samples with the addition of grape seeds in 1% addition, showed the average water activity of 0.961 and in the 2% addition 0.963. We can conclude that food spoilage during distribution or storage, is resulting from various chemical, biochemical and/or physical changes, such as lipid oxidation, enzymatic and

non-enzymatic browning, and moisture absorption/loss. These reactions change the food's overall appearance, texture and taste/aroma and can cause the loss of nutrients. These changes can be affected or even reduced by some ways such as addition of several plant extracts in combination with their different storage conditions offered by modern food industry.

BEZGLUTÉNOVÝCH...

UVOD

V súčasnej dobe narastá výskyt celiakie a s ňou dopyt po bezlepkových výrobkoch (Stantiall a Serventi, 2017). Pekárske bezlepkové výrobky majú chýbajúce vlastnosti lepku často nahradené množstvom prídavných látok. Napriek tomu väčšina z nich rýchlo podlieha senzoričným a mikrobiologickým zmenám. K mikrobiologickému znehodnoteniu môže dôjsť kontamináciou výrobkov po upečení alebo počas skladovania. Dôležité je znížiť možnosť mikrobiálnej kontaminácie výrobku od začiatku až po skladovanie. Potravinárske výrobky môžeme skladovať určité časové obdobie, kým sa výrobok nestane neprijateľným z hľadiska bezpečnosti, výživy alebo zmyslového hľadiska. Odhad trvanlivosti je v posledných rokoch čoraz dôležitejší v dôsledku technologického rozvoja a rastúceho záujmu spotrebiteľov o konzumáciu čerstvých, vysoko kvalitných a bezpečných výrobkov (Giménez et al., 2012).

Podľa Nariadenia (ES) č. 1169/2011 je „dátum minimálnej trvanlivosti potravinu“ dátum, do ktorého si potravinu, ak je riadne skladovaná, uchová svoje špecifické vlastnosti.

V potravinárskom priemysle sa potenciálne na predĺženie trvanlivosti používajú rôzne typy aktívnych obalových materiálov, ako sú antimikrobiálne obaly či absorbéry vlhkosti. Qian et al. (2021) vo svojej štúdií hodnotili faktory ovplyvňujúce trvanlivosť pekárskych výrobkov a zdôraznili význam rôznych aktívnych obalových materiálov s množstvom aplikácií v pekárskych výrobkoch, vrátane antimikrobiálnych, antioxidantných materiálov a obalov absorbujúcich vlhkosť.

Hoci antimikrobiálne konzervačné látky sú komerčne dostupné na použitie v potravinárstve, mnohí výrobcovia hľadajú prirodzené antimikrobiálne alternatívy.

Polyfenolické látky sa prirodzene vyskytujú v rastlinách ako základné fyziologické zlúčeniny. Sú prítomné v mnohých potravinových zdrojoch, ako sú zelený čaj, víno, hrozno, zelenina a červené ovocie. Majú preventívne

účinky pri predchádzaní rôznych patologických stavov spojených s oxidačným stresom a zápalmi, ako sú rakovina, kardiovaskulárne ochorenia, neurodegeneratívne poruchy (Silva a Pogačnik, 2020). Extrakty z rozmarínu (E 392) sa získavajú z *Rosmarinus officinalis* L. a obsahujú niekoľko zlúčenín, pri ktorých sa preukázalo, že majú antioxidantné funkcie. Tieto zlúčeniny patria najmä do tried fenolových kyselín, flavonoidov, diterpenoidov (karnosol a kyselina karnosová) a triterpénov (EFSA ANS Panel, 2018). Podobne múka vyrobená z hroznových semien obsahuje polyfenolické látky s antioxidantnou aktivitou potvrdenou viacerými testami, napr. DPPH či FRAP (Kráľ et al., 2021).

Cieľom predkladanej práce bolo otestovať aplikáciu prírodných extraktov (hroznové semená, rozmarín) na vybrané parametre kvality bezgluténových bagiet aj v súvislosti s ich trvanlivosťou, za predpokladu vynechania použitia syntetických prídavných látok, kombináciou ich skladovania v modifikovanej atmosfére. Predpokladáme, že hroznové semená ako aj rozmarín sú zaujímavým zdrojom polyfenolických látok a mohli by nutrične a stabilizačne vylepšiť navrhované bezgluténové výrobky.

MATERIÁL A METODIKA

Materiál

Základom receptúry bola bezlepková zmes (Tabuľka 1), ktorú sme zmiešali so soľou (15 g), kyselinou citrónovou (4 g), margarínom (25 g), droždím (40 g), vodou (600 g), alfa-amylázou (6 g) a ľanovými semienkami (50 g). Suroviny sme navážili pre každú vzorku, pridali sme extrakt a zmiešali v dieži. Kontrolná vzorka bola pripravená bez prídavku rastlinného extraktu, v ostatných vzorkách bol pridaný testovaný extrakt: rozmarínu (1% prídavok v tekutej forme) a hroznových semien (1 a 2% prídavok v práškovej forme) od firmy Naturex (Francúzsko). Vymiešané cesto sme pripravili tak, aby každá bageta mala hmotnosť 30 g. Nakysnuté bagety sa piekli pri teplote 210 °C počas 12 minút.

BEZGLUTÉNOVÝCH...

Table 1. Gluten-free mixture of model products**Tablica 1.** Bezlepková zmes navrhovaných výrobkov

Quantity	Raw materials
Množstvo	Suroviny
800 g	Gluten-free mixture: soy flour (Brenntag, Slovakia), deproteinized wheat starch (Sedamyl, Italy), guar gum (Brenntag, Slovakia), sunflower lecithin (Inveja, Netherlands), dextrose (Ekvia, Slovakia), sugar (Ekvia, Slovakia)
	Bezlepková zmes: sójová múka (Brenntag, Slovensko), deproteinovaný pšeničný škrob (Sedamyl, Taliansko), guarová guma (Brenntag, Slovensko), slnečnicový lecitín (Inveja, Holandsko), dextróza (Ekvia, Slovensko), cukor (Ekvia, Slovensko)

Bezgluténové bagety boli pripravené v nasledovných variantoch:

- vzorka č.1 bezgluténová kontrolná bageta bez pridaných extraktov,
- vzorka č.2 bezgluténová bageta s prídavkom rozmarínu 1%,
- vzorka č.3 bezgluténová bageta s prídavkom hroznových semien 1%,
- vzorka č. 4 bezgluténová bageta s prídavkom hroznových semien 2%.

Metodika

Upečené výrobky sa zabalili vo vákuovej baličke (Henkelman, typ Jumbo, Holandsko) 2 spôsobmi: časť výrobkov do balenia s modifikovanou atmosférou a časť sa uzatvorila do plastového vrečka. V balení s modifikovanou atmosférou bol odstránený vzduch nahradený dusíkom (30%) a oxidom uhličtým (70%) a obal sa utesnil. Vzorky v oboch baleniach boli skladované pri izbovej teplote 20-22 °C počas siedmich dní.

Vyvinuté výrobky boli podrobené testom na senzorycké vlastnosti (v čerstvom stave), pH, aktivitu vody, texturometrické ukazovatele (v čerstvom stave a po skladovaní).

Texturometrické hodnotenie výrobkov

Textúru sme analyzovali s použitím prístroja TA.XT Plus (Stable Micro Systems, Surrey, Veľká Británia).

Analýza bola vykonávaná guľovou sondou P/36R. Softvér texturometra sme pred analýzou nastavili na program *Hamburger buns*. Bagety sme následne upravili na výšku 17 mm a pri každej vzorke sme vykonali 3 merania.

Senzorycké hodnotenie výrobkov

Senzorycké hodnotenie je kľúčovým faktorom pri určovaní vlastností potravinárskych výrobkov. Senzorycký panel tvorila komisia, ktorá pozostávala zo 7 zaškolených hodnotiteľov. Vzorky boli posudzované v senzoryckom laboratóriu pomocou bodovej stupnice. Hodnotiteľom boli predložené anonymné vzorky, ktoré boli označené číslami.

V senzoryckom hodnotení sa hodnotili nasledovné znaky: celkový vzhľad, povrch a vlastnosti kôrky, chrumkavosť, vypečenosť, stmavnutie, nakysnutie a vzhľad striedky, štruktúra a pružnosť striedky, drobivosť, vôňa a celkový dojem.

Detekcia aktivity vody

Pomocou prístroja Fast-lab (GBX Scientific, Francúzsko) sme stanovili aktivitu vody v hodnotených výrobkoch. Prístroj priamo meria voľnú vodu v potravine. Fast-lab využíva technológiu snímača rosného bodu na meranie aktivity vody. Táto technológia je veľmi rýchla a meranie prebieha v uzavretej komore, do ktorej je vložená skúmaná potravina.

Detekcia pH

Na detekciu pH sme použili pH meter Testo 206-pH2 (Testo AG, Nemecko). Sonda sa vpichla do striedky bagety a odčítali sa výsledky merania.

Štatistické spracovanie výsledkov

Namerané údaje boli štatisticky vyhodnotené analýzou rozptylu (ANOVA), následne rozdiely medzi priemermi boli testované Fisherovým LSD testom štatistickým softvérom TIBCO Statistica.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Konzervačné látky sa používajú do potravín na zaistenie bezpečnosti výrobkov a k zabráneniu straty kvality pochádzajúcej z mikrobiálnych, fyzikálno-

BEZGLUTÉNOVÝCH...

chemických alebo enzymatických reakcií. Existujú rôzne typy antimikrobiálnych a antioxidačných činidiel, z ktorých každé má špecifický spôsob účinku. Okysľujúce látky, organické kyseliny či parabény sú používanými antimikrobiálnymi látkami, avšak aplikácia prírodných alternatív narastá. Antioxidanty sú ďalšou dôležitou skupinou potravinárskych prídavných látok (García a Searle, 2016). Všetky prídavné látky v potravinárstve musia byť aplikované v súlade s príslušnou legislatívou EÚ (napr. Nariadenia o prídavných látkach).

Z dôvodu vynechania použitia syntetických konzervačných či antioxidačných prídavných látok v navrhovaných výrobkoch a potenciálneho predĺženia trvanlivosti sme navrhli otestovať hroznové semená, ktoré sú v súčasnosti vedľajším výrobným zvyškom zo spracovania hrozna a rozmarín, ktorý je schváleným rastlinným extraktom do 33 kategórií potravín (EFSA ANS Panel, 2018).

Pridávané hydrokoloidy (gumy) v pekárskejších výrobkoch zlepšujú štruktúru cesta, senzorické vlastnosti výrobkov, trvanlivosť (Salehi, 2019). V nami vyvinutých bezgluténových bagetách bola použitá guarová guma.

Texturometrické vyhodnotenie výrobkov

Znehodnocovanie potravín počas distribúcie a skladovania je výsledkom rôznych chemických, biochemických a/alebo fyzikálnych zmien, ako je oxidácia lipidov, enzymatické a neenzymatické hnednutie a absorpcia/strata vlhkosti. Tieto reakcie menia celkový vzhľad potravín, textúru a chuť/arómu a spôsobujú stratu živín, ako sú vitamíny (Kong a Singh, 2016).

Jedným z najviac používaných fyzikálnych ukazovateľov kvality potravín je textúra. Texturometrickou analýzou našich výrobkov sme zistili rozdiely v tvrdosti striedky jednotlivých vzoriek.

Rôzny prídavok extraktov ($P \leq 0,000$) ako aj spôsob skladovania ($P \leq 0,01$) mali štatisticky významne preukazný vplyv na jednotlivé vyvinuté výrobky.

V priemere bola tvrdosť vzoriek s prídavkom rozmarínu najnižšia 1614,19 N, čo bolo štatisticky vysoko preukazne odlišné od kontrolnej vzorky (2728,72 N) a vzoriek s prídavkom s 1% hroznových semien 2335,17 a 2% prídavkom 2045,34 N (Tabuľka 2).

Table 2. Average values of analyzed parameters in gluten-free baguettes with natural additives

Tablica 2. Priemerné hodnoty sledovaných parametrov bezgluténových bagiet s prídavkom prírodných extraktov

Sample Vzorka	Analyzed parameters Hodnotené parametre $\bar{x} \pm sd$			
	Texture (N) Textúra (N)	Sensory evaluation (Total score) Senzorické hodnotenie (Body spolu)	pH value pH hodnota	Water activity Aktivita vody
Control Kontrola	2728.7 ^d ±197.2	23.8 ^a ±7.9	5.72 ^b ±0.08	0.953 ^a ±0.011
Rosemary Rozmarín	1614.2 ^a ±100.3	35.4 ^b ±6.4	5.55 ^a ±0.10	0.959 ^{ab} ±0.003
Grape seeds 1% Hroznové jadierka 1%	2335.2 ^c ±121.7	32.2 ^b ±1.6	5.47 ^a ±0.11	0.961 ^b ±0.005
Grape seeds 2% Hroznové jadierka 2%	2045,3 ^b ±134.4	23.2 ^a ±6.3	5.57 ^a ±0.11	0.963 ^b ±0.004

Significant differences between mean values of group ^{a,b,c} $P < 0,05$

Preukazné rozdiely medzi priemernými hodnotami skupiny ^{a,b,c} $P < 0,05$

BEZGLUTÉNOVÝCH...

Priemerná tvrdosť v kontrolnej vzorke pri hodnotenom faktore skladovanie, bola 2053,42 N. Vplyv balenia bol štatisticky preukazný, kedy vzorky balené v plastovom vrecku mali priemernú tvrdosť 2279,79 N a v ochrannej atmosfére 2209,37 N (Tabuľka 3).

Cieľom balenia v modifikovanej atmosfére (MAP) je predĺžiť trvanlivosť potravinárskych výrobkov a zabrániť akýmkoľvek nežiaducim zmenám v bezpečnosti, sensorických vlastnostiach a nutričnej hodnote potravín. Dosahuje ciele založené na troch princípoch: znižuje nežiaduce fyziologické, chemické/biochemické a fyzikálne zmeny v potravinách; ovplyvňuje mikrobiálnu rast; zabraňuje kontaminácii produktu. Tri hlavné plyny najčastejšie používané v MAP sú dusík, kyslík a oxid uhličitý. Dusík je inertný plyn bez chuti, bez antimikrobiálnej aktivity. Nie je veľmi rozpustný vo vode a primárne sa používa na vytesnenie kyslíka. Kyslík inhibuje rast anaeróbných mikroorganizmov ale podporuje rast aeróbných mikroorganizmov. Oxid uhličitý má bakteriostatický účinok (Floros a Matsos, 2005).

Senzorické vyhodnotenie výrobkov

V senzorickom hodnotení celkového vzhľadu, povrchu a vlastnosti kôrky, chrumkavosti, vypečenosti, stmavnutia, nakysnutia a vzhľadu striedky, štruktúry a

pružnosti striedky, drobivosti, vône a celkového dojmu sa vplyv rastlinných extraktov prejavil ako štatisticky vysoko preukazný.

Najvyššie priemerné bodové hodnotenie získali vzorky s prídavkom rozmarínu 35,4, ktoré boli štatisticky preukazne odlišné v porovnaní s kontrolnou vzorkou 23,8 a vzorkou s 2 % prídavkom hroznových semien 23,2 (Tabuľka 2).

Najnižšie bodové hodnotenie získala vzorka s prídavkom hroznových semien 2%, vzorka s prídavkom 1% hroznových semien bola ohodnotená ako prijateľnejšia.

Miskiewicz et al. (2018) uvádzajú, že vlhkosť vzduchu pri pečení a koncentrácia extraktu z rozmarínu výrazne znížili množstvo akrylamidu vytvoreného v sušienkach. Tieto faktory zároveň zvýšili antioxidačný potenciál vyrobených produktov. Pridanie 0,5% rozmarínového extraktu do sušienok významne neznižilo sensorickú prijateľnosť výrobkov. Sušienky s 0,5% rozmarínového extraktu však vykazovali vynikajúcu schopnosť zachytávať radikály DPPH.

Vzorka s prídavkom rozmarínu potrebovala najnižšiu silu na stlačenie striedky, mäkkosť výrobku mohla mať pozitívny vplyv na jej najlepšie senzorické hodnotenie.

Table 3. Average values of analyzed parameters in gluten-free baguettes with natural extracts addition under their storage

Tablica 3. Priemerné hodnoty sledovaných parametrov bezgluténových bagiet s prírodnými extraktami vplyvom ich skladovania

Sample Vzorka	Analyzed parameters Hodnotené parametre $\bar{x} \pm sd$		
	Texture (N) Textúra (N)	pH value pH hodnota	Water activity Aktivita vody
Control Kontrola	2053.4 ^a ±398.1	5.58 ^b ±0.10	0.957 ^a ±0.009
Plastic bag Plastové vrecko	2279.8 ^b ±484.3	5.67 ^c ±0.08	0.960 ^a ±0.005
Modified atmosphere Ochranná atmosféra	2209.4 ^b ±451.0	5.50 ^a ±0.16	0.962 ^a ±0.004

Significant differences between mean values of group ^{a,b,c} $P < 0.05$

Preukazné rozdiely medzi priemernými hodnotami skupiny ^{a,b,c} $P < 0,05$

BEZGLUTÉNOVÝCH...

Bezgluténové bagety sme senzorycky hodnotili len v čerstvom stave, keďže najmä v balení v plastovom vrecku po skladovaní sme zaznamenali mikrobiologické znehodnotenie.

Vyhodnotenie pH a aktivity vody v bezgluténových bagetách

Pekárske výrobky podliehajú fyzikálnej, chemickej a mikrobiologickej zmene. Kým fyzikálne a chemické znehodnotenie obmedzuje trvanlivosť pekárenských výrobkov s nízkou a strednou vlhkosťou, mikrobiologické znehodnotenie baktériami, kvasinkami a plesňami je problémom pri výrobkoch s vysokou vlhkosťou, t. j. výrobkoch s vodnou aktivitou (a_w) > 0,85. Niektoré pekárske výrobky sa môžu podieľať na vzniku alimentárnych ochorení, najmä vďaka nožnej kontaminácii salmonelou, *Listeria monocytogenes* a *Bacillus cereus*, kým *Clostridium botulinum* môže byť problémom v pekárenských výrobkoch s vysokou vlhkosťou, balených v modifikovanej atmosfére (Smith et al., 2004).

Na druhej strane sa vo výskume testujú viaceré rastlinné extrakty v rámci svojej antifungálnej aktivity, ako napr. *Salvia officinalis* proti rastu *Botrytis cinerea* (Rabilu et al., 2021).

Vplyv rastlinného extraktu ($P \leq 0,000$) v našom prípade ako aj spôsobu balenia ($P \leq 0,000$) sa prejavil ako štatisticky vysoko preukazný na pH výrobkov. Prídavok extraktov rozmarínu a hroznových semien štatisticky preukazne znížil hodnoty pH v porovnaní s kontrolnou vzorkou 5,72, a v porovnaní s 1 % prídavkom hroznových semien 5,47, rozmarínu 5,55, 2 % prídavku hroznových semien 5,57 (Tabuľka 2).

Najnižšie pH sme zaznamenali vo vzorkách v modifikovanej atmosfére 5,50, štatisticky preukazne odlišná bola kontrolná vzorka 5,58 a balenie v plastovom vrecku 5,67 (Tabuľka 3).

Oxid uhličitý je rozpustný v lipidoch aj vo vode. Pri aplikácii plynného oxidu uhličitého sa časť skvapalní a pôsobí ako kyselina uhličitá, čo môže mať vplyv na zníženie pH produktu. Aktivita vody, CO_2 a ich vzájomné pôsobenie boli v štúdiu Guynot et al. (2003) hlavnými

faktormi, ktoré významne ovplyvnili rast vláknitých mikroskopických húb (VMH) v koláčoch. Vodná aktivita 0,80 až 0,90 mala významný vplyv na rast VMH. Vo všeobecnosti nebol pozorovaný ich žiadny rast počas 28 dní pri 25 °C, keď boli vzorky balené so 100% CO_2 , bez ohľadu na úroveň a_w . Výsledky zdôrazňujú dôležitosť kombinácie viacerých faktorov, ako je napríklad upravená atmosféra v balení, a_w a pH, ktoré majú synergické alebo aditívne účinky na inhibíciu rastu plesní.

Tolve et al. (2021) použili prášok z hroznových výliskov (GPP) ako náhradu múky na obohatenie pšeničného chleba v množstve 0, 5 a 10 g/100 g a hodnoty pH chleba sa znížili, s vyšším prídavkom hroznových výliskov.

Nami vyvinuté výrobky sme skladovali pri izbovej teplote a môžeme predpokladať, že skladovanie bezgluténových bagiet pri nižších teplotách by mohlo byť účinnejšie (Vasilová, 2022).

Valková et al. (2021) preukázali, že 1% prídavok mikroprášku z hroznových semien (*Vitis vinifera* L.) štatisticky ($P < 0,05$) zvýšil obsah celkových polyfenolov a fenolových kyselín a indukoval silnejšiu antioxidačnú aktivitu obohatených vzoriek chleba v porovnaní s kontrolou. Rovnako, mikrobiologické analýzy preukázali pozitívny vplyv prídavku mikroprášku na kvalitu vzoriek chleba ($P < 0,05$) po prvom dni skladovania. Je možné doporučiť obohacovať pšeničný chlieb 1% prídavkom mikroprášku z hroznových semien za účelom zvýšenia jeho nutričnej hodnoty a benefičného vplyvu na ľudské zdravie. Podobne Král et al. (2021) aplikovali viaceré rastlinné výťažky a hroznovú múku do sušienok s cieľom ich fortifikácie polyfenolickými látkami, ktoré sa zároveň podieľali na ich antioxidačnej kapacite v závislosti od použitého druhu rastliny.

Celkové fenolové zlúčeniny a antioxidačná kapacita vzoriek chleba podľa štúdie Tolve et al. (2021) hodnotené testami FRAP a ABTS sa zvýšili s pridaním GPP. Zároveň výška prídavku GPP zvýšila celkový obsah vlákniny v chlebe. Pokiaľ ide o senzorycké hodnotenie, obohatenie GPP malo vplyv na kyslosť, celkovú chuť, trpkosť a vôňu vzoriek chleba bez ovplyvnenia celkovej prijateľnosti chleba. Ich výsledky naznačujú, že GPP by mohol byť

BEZGLUTÉNOVÝCH...

atraktívnou zložkou používanou na výrobu obohateného chleba, pretože je zdrojom vlákniny a polyfenolov s potenciálne pozitívnymi účinkami na ľudské zdravie.

V súčasnosti bezpečné pekárske výrobky poskytujú nižší obsah bielkovín, vlákniny a minerálnych látok a zvýšený glykemický index (GI) ako potraviny obsahujúce lepok (Stantiall a Serventi, 2017).

Prídavok rastlinných funkčných zložiek mal v našom prípade štatisticky preukazný vplyv na aktivitu vody v čerstvých výrobkoch ($P=0,036$), vplyv testovaných spôsobov skladovania bol štatisticky nepreukazný ($P=0,224$). V čerstvom stave preukázala najnižšiu priemernú hodnotu aktivity vody kontrolná vzorka 0,953, nasledovala vzorka s prídavkom rozmarínu (0,959), ktorá bola štatisticky nepreukazne odlišná v porovnaní s kontrolnou vzorkou. Vzorky s prídavkom hroznových semien v 1% mali priemernú aktivitu vody 0,961 a v 2% prídavku 0,963 (Tabuľka 2). Miskiewicz et al. (2018) uvádzajú, že prídavok 0,1% a 0,5% rozmarínu do sušienok zvýšil vodnú aktivitu cesta aj hotových výrobkov.

V skladovaných vzorkách nastalo mierne zvýšenie aktivity vody avšak štatisticky nepreukazne. Vzorky s prídavkom hroznových semien 2% vykazovali mierne vyššie hodnoty ako s prídavkom 1%.

Potreba vody mikroorganizmami je opísaná v termínoch vodnej aktivity. Je možné ju ovplyvňovať tak, aby boli potraviny vhodné na dlhodobé skladovanie a bezpečné (Prabhakar a Mallika, 2014).

ZÁVER

Spotrebiteľ od bezpečných výrobkov očakáva, že budú mať dobrý vzhľad, chuť, vôňu i trvanlivosť, a preto sme na potenciálne predĺženie trvanlivosti testovali rôzne prídavky prírodných extraktov a zároveň sme výrobky zabalili do rôznych druhov balení.

V texturometrických vlastnostiach ovplyvnili rastlinné prídavky výrobky pozitívne. Najvyššiu mäkkosť preukázala vzorka s prídavkom rozmarínu, ktorá bola zároveň aj výborne senzorycky vyhodnotená takmer vo všetkých hodnotených znakoch.

Prídavkom zvolených rastlinných extraktov môžeme predpokladať aj zvýšenie nutričnej hodnoty vyvinutých výrobkov najmä v zmysle obsahu polyfenolických látok a antioxidačnej aktivity ale aj ďalších ukazovateľov (napr. vlákniny). Špeciálnym prínosom práce je navrhované využitie hroznových semienok ako vedľajšieho spracovateľského produktu z hrozna.

Pri analýze textúry sa preukázali lepšie výsledky v modifikovanej atmosfére v porovnaní s plastovým vreckom. Vo vyhodnotení pH sme zistili pokles vo vzorkách s modifikovanou atmosférou, čo môžeme hodnotiť pozitívne z hľadiska trvanlivosti.

POĎAKOVANIE

Práca bola podporená projektom KEGA 020SPU-4/2021 a poďakovanie patrí aj spoločnosti Fine Bakery s.r.o., Bratislava.

ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

- EFSA ANS Panel (2018) Scientific Opinion on the refined exposure assessment of extracts of rosemary (E 392) from its use as food additive. EFSA Journal, 16 (8), 1-25.
DOI: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2018.5373>
- Floros, J., Matsos, K. I. (2005) Introduction to modified atmosphere packing. In: Han, J.H.ed. Innovations in Food Packaging, Academic Press, pp. 159-172.
- García, R., Searle, S.S. (2016) Preservatives: Food Use. In: Caballero, B., Finglas, P.M., Toldrá, F., ed. Encyclopedia of Food and Health. Waltham: Academic Press, 505-509.
- Giménez, A., Ares, F., Ares, G. (2012) Sensory shelf-life estimation: A review of current methodological approaches. Food Research International, 49 (1), 311-32.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2012.07.008>
- Guynot, M.E., Marín, S., Ramos, A. (2003) Modified atmosphere packaging for prevention of mold spoilage of bakery products with different pH and water activity levels. Journal of food protection, 66 (10), 1864-1872.
DOI: <https://doi.org/10.4315/0362-028X-66.10.1864>
- Kong, F., Singh, R. P. (2016) Chemical Deterioration and Physical Instability of Foods and Beverages. In Subramaniam, P., ed. The Stability and Shelf Life of Food. Woodhead Publishing, 46-76.
- Král, O., Javůrková, Z., Dordevic, D., Pospiech, M., Jančíková, S., Fursova, K., Tremlová, B. (2021) Biscuits Polyphenol Content Fortification through Herbs and Grape Seed Flour Addition. Processes, 9 (8), 1455. DOI: <https://doi.org/10.3390/pr9081455>
- Miskiewicz, K., Vebesny, E., Rosicka-Kaczmarek, J., Zyzelewicz, D., Budryn, G. (2018) The effects of baking conditions on acrylamide content in shortcrust cookies with added freeze-dried aqueous rosemary extract. Journal of Food Science and Technology, 55, 4184-4196. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3349-x>

BEZGLUTÉNOVÝCH...

- Prabhakar, K., Mallika, E.N. 2014. Water Activity. In: Batt, C.A., Tortorello, M. L., ed. Encyclopedia of Food Microbiology. Academic Press, pp. 751-754.
- Regulation (EU) No 1169/2011 of the European Parliament and of the Council of 25 October 2011 on the provision of food information to consumers, amending Regulations (EC) No 1924/2006 and (EC) No 1925/2006 of the European Parliament and of the Council, and repealing Commission Directive 87/250/EEC, Council Directive 90/496/EEC, Commission Directive 1999/10/EC, Directive 2000/13/EC of the European Parliament and of the Council, Commission Directives 2002/67/EC and 2008/5/EC and Commission Regulation (EC) No 608/2004.
- Quian, M., Donghong, L., Xinhui, Z., Zhongping, Y., Balarabe, B.I., Xingqian, Y., Mingming, G. (2021) A review of active packaging in bakery products: Applications and future trends. Trends in Food Science & Technology, 114, 459-471.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.06.009>
- Rabilu, S. A., Agyemang, E.D., Farkas, B. (2021) Antifungal activity of *Salvia officinalis* subsp. *lavandulifolia* and *Salvia officinalis* subsp. *major* aqueous extracts against *Botrytis cinerea*. Journal of Central European Agriculture, 22 (2), 420-428.
DOI: <https://doi.org/10.5513/JCEA01/22.2.3104>
- Salehi, F. (2019) Effect of common and new gums on the quality, physical, and textural properties of bakery products: A review. Journal of Texture Studies, 361-370.
- Silva, R.F.M., Pogačnik, L. (2020) Polyphenols from Food and Natural Products: Neuroprotection and Safety. Antioxidants, 9 (1), 61.
DOI: <https://doi.org/10.3390/antiox9010061>
- Smith, J.P. (2004.) Shelf Life and Safety Concerns of Bakery Products - A Review. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 44 (1), 19-55. DOI: <https://doi.org/10.1080/10408690490263774>
- Stantiall, S.E., Serventi, L. (2017) Nutritional and sensory challenges of gluten-free bakery products: a review. International Journal of Food Sciences and Nutrition, 69 (4), 427-436.
DOI: <https://doi.org/10.1080/09637486.2017.1378626>
- TIBCO Software Inc. (2020) TIBCO Statistica (version 14). Palo Alto, CA: TIBCO Software.
- Tolve, R., Simonato, B., Rainero, G., Bianchi, F., Rizzi, C., Cervini, M., Giuberti, G. (2021) Wheat Bread Fortification by Grape Pomace Powder: Nutritional, Technological, Antioxidant, and Sensory Properties. Foods, 10 (1), 75.
DOI: <https://doi.org/10.3390/foods10010075>
- Valková, V. (2021) Antioxidant activity and microbiological properties of bread enriched with 1% grape seed micropowder. In New trends in gastronomy, hotel industry and tourism. Brno, Czech Republic, 7 april 2021, College of business and hotel management, pp. 73-79. (in Slovak)
- Vasilová, L. (2022) Quality control of bakery products enriched by natural extracts with the potential extension of their shelf life. Master theses. Nitra: SUA. (in Slovak)