

DYNAMIKA ZMĚN VLHKOSTI A TEXTURY BĚŽNÉHO PEČIVA PŘI SKLADOVÁNÍ VE FUNKČNÍM OBALU WRAP UP

THE DYNAMICS OF MOISTURE AND TEXTURE CHANGES IN CONVENTIONAL BAKERY PRODUCTS WHEN STORED IN FUNCTIONAL WRAP UP PACKAGING

Luděk Hřivna¹ – Veronika Kouřilová¹ – Renáta Dufková¹ – Šárka Nedomová¹
Karolína Špačková¹ – Klára Zadražilová¹

¹Ústav technologie potravin, Agronomická fakulta, MENDELU, Zemědělská 1, 613 00 Brno

<https://doi.org/10.11118/978-80-7509-996-9-0129>



ABSTRAKT

U běžného pečiva (rohlíků) vyrobeného dle vlastní receptury byl testován vliv různého obalu na rychlost stárnutí výrobku spojenou s jeho vysycháním. Jako obal byly testovány neprodyšný igelitový sáček (LDPE), částečně prodyšný obal Wrap Up a pouhé zabalení do utěrky z bavlny. Upečené pečivo bylo skladováno po dobu 5 dnů při pokojové teplotě. Byl sledován úbytek vlhkosti, změna vodní aktivity (a_w) a texturních vlastností. Nejnižší úbytek vody, vodní aktivita a také nejnižší tvrdost byla zjištěna u pečiva v igelitovém sáčku, nejvyšší hodnoty byly stanoveny po zabalení do utěrky. Pevnost střídy výrobků v důsledku ztráty vody rostla a na konci skladování dosahovala vyšších hodnot, a to 4x (LDPE), 10x (Wrap Up) a 20x (bavlněná utěrka).

Klíčová slova: běžné pečivo - rohlíky, obalový materiál, Wrap Up, ztráta vody, texturní vlastnosti

ABSTRACT

The effect of different packaging on the rate of product ageing associated with drying was tested for conventional bakery products (rolls) produced according to a proprietary recipe. The packaging tested was a leak-proof plastic bag (LDPE), a partially breathable Wrap Up and simply wrapping in a cotton cloth. The baked pastry was stored for 5 days at room temperature. Moisture loss, change in water activity (a_w) and textural properties were monitored. The lowest water loss, water activity and also the lowest hardness were found for the pastries in the plastic bag, the highest values were determined after wrapping in the cloth. The crumb strength of the products increased due to water loss and reached higher values at the end of storage, namely 4x (LDPE), 10x (Wrap Up) and 20x (cotton cloth).

Keywords: bakery products - rolls, packaging material, Wrap Up, water loss, textural properties

ÚVOD / INTRODUCTION

Celospolečenským cílem je snížení množství nespotřebovaných potravin (Eriksson et al., 2017). V Evropě je odhadován potravinový odpad na 280–300 kg na osobu ročně (Garrone, Melacini, Perego, 2014). Chléb a běžné pečivo jsou součástí každodenní stravy a plýtvání s nimi je celosvětový problém, tvoří asi 7–10 % z jeho celkové produkce. Přitom je potřeba rozlišit, co se do výše plýtvání promítá. Na jednu stranu je to chléb

a pečivo, které se nepodaří v marketech prodat a tvoří tak pekárenské vratky. Na straně druhé, jde o pečivo, které nebylo zkonzumováno v jednotlivých domácnostech a skončilo v odpadu. V roce 2011 představoval odhad plýtvání chlebem asi 12,5 milionu tun za rok (Eriksson et al., 2017; Brancoli, Rousta, Bolton, 2017; Samray, Masatcioglu, Koksel, 2019). Přitom nezpracovaný chléb a pečivo lze využít jako krmivo pro zvířata. Není ale plnohodnotným krmivem, protože obsahuje nižší množství bílkovin než zrno pšenice, případně sójová moučka, která se často používá jako proteinová část krmiva (Brancoli, Rousta, Bolton, 2017). Velmi často je odpad využíván pro výrobu strouhanky (Samray, Masatcioglu, Koksel, 2019). Hlavním problémem jak chleba, tak i pečiva je jeho poměrně rychlé stárnutí, které se projevuje úbytkem vody a tvrdnutím. Pak již není z pohledu konzumace atraktivní a končí často v odpadu. Jednou z cest, jak tento problém eliminovat, je vyrobit pouze tolik, kolik se prodá. K tomu může přispět výroba zamrazených pekárenských polotovarů, které jsou dopékány dle potřeby přímo u prodejce. V domácnostech pak může pomoci i zajištění lepších skladovacích podmínek a prodloužit jejich konzumovatelnost. Nejstarším balicím materiálem pro pečivo byl papír, voskovaný papír nebo glazovaná imitace pergamenu napuštěná parafinem (Galić, Curić, Gabrić, 2009). V současné době se chléb většinou balí do sáčků z polyolefinových fólií, jako jsou polyethylenové sáčky s nízkou hustotou (LDPE) nebo polypropylenové sáčky (PP). Tyto materiály jsou obvykle mikroperforovány (Pagani et al., 2006). Trvanlivost chleba lze prodloužit pomocí různých obalových řešení. Tradičně musely být obalové materiály co nejvíce inertní (tzv. pasivní obaly) a chléb a pečivo byly chráněny před hlavními příčinami kažení, jako je kyslík a plísně, a to většinou fóliemi ze syntetických polymerů s nízkou propustností plynů, spojenými také s úpravou atmosféry. Nová koncepce staví na interakci obalu s potravinou, a to po předběžném vyhodnocení bezpečnosti. „Aktivní“ a „inteligentní“ obaly jsou vyrobeny z funkčních materiálů, které záměrně interagují s pečivem za účelem prodloužení, resp. sledování jeho trvanlivosti. Zkoumají se také nanobalící systémy a pro splnění ekologických požadavků byly vytvořeny biologicky odbouratelné a jedlé fólie (Pasqualone, 2019).

MATERIÁL A METODIKA / MATERIAL AND METHODS

Cílem projektu bylo ověřit benefity skladování běžného pečiva vyrobeného dle přesně známé receptury ve funkčním obalu Wrap Up. Jedná se o textilní obal s nanosovým ošetřením vnitřní vrstvy polyuretanem. Bylo provedeno srovnání tohoto způsobu skladování s jinými, v současné době používanými, způsoby skladování a uchování (igelitový sáček, bavlněná utěrka). Byla hodnocena doba skladovatelnosti, dynamika změn vlhkosti a s tím spojených texturních vlastností běžného pečiva.

Za účelem testování bylo v poloprovozech Ústavu technologie potravin na Mendelově univerzitě v Brně upečeno běžné pečivo (rohlík 43 g) dle receptury uvedené v tab. 1.

Tabulka 1: Receptura běžného pečiva

hladká mouka pšeničná	sůl	droždí	cukr krystal	řepkový olej	voda
3270 g	59,5 g	157 g	32 g	270 g	1810 g

Pozn.: uvedené navážky surovin slouží k výrobě 100 ks rohlíků

Těsto bylo připraveno na záraz pomocí hnětacího stroje. V řízených podmínkách kynárny proběhlo kynutí těsta. Poté bylo těsto pomocí dělicího a tvarovacího přístroje vytvarováno (56 g), vytvarované kusy pečiva byly nasázeny na pečicí plechy a opět uloženy do kynárny. Následně byly rohlíky upečeny v zapálené rotační peci.

Po vychladnutí (4 hod od upečení) byly výrobky rozděleny do obalových materiálů vždy po 10 kusech. Přehled použitých obalových materiálů uvádí tab. 2. Upečené pečivo bylo skladováno po dobu 5 dnů při pokojové teplotě. Každá varianta obalu sestávala ze 3 opakování.

Tabulka 2: Přehled jednotlivých variant dle obalu

Varianta	Obal	Skladování
1	Wrap Up	teplota 21 ± 0,5 °C
2	igelitový sáček (LDPE*)	
3	bavlněná utěrka	

*LDPE - polyethylen

Stanovení vlhkosti

Množství vody v obilí, mouce a pekárenských výrobcích má přímý vliv na jejich údržnost. Přípustné limity jsou uvedeny ve Vyhlášce č. 18/2020 Sb., o požadavcích na mlýnské obilné výrobky, těstoviny, pekařské výrobky a cukrářské výrobky a těsta. Uvedené stanovení vychází z norem ČSN 56 0512-7 a ČSN 56 0130-3. Navážka vzorku byla 10 g s přesností na 4 desetinná místa, sušení probíhalo po dobu 1 hod při teplotě 130 °C. Úbytek hmotnosti byl vyjádřen relativně jako vlhkost výrobku.

Měření aktivity vody

Stanovení aktivity vody bylo provedeno pomocí měřicího přístroje NovasinaLabSwift- a_w , který je určen pro stanovení volné vody ve vzorcích. Hodnota a_w se pohybuje v rozmezí hodnot 0 až 1. Hodnota 0 vyjadřuje absolutní suchost a hodnota 1 kondenzující vlhkost. Během stanovení hodnoty a_w se mění tlak vodních par, což je rovnovážný stav vlhkosti vzduchu nad vzorkem a je úměrný hodnotě a_w . Vzorky před měřením byly nakrájeny, aby bylo měření co nejpřesnější a umístěny do přístroje. Principem tohoto měření je vyrovnávání vlhkosti a změření parciálního tlaku vodní páry nad vzorkem.

Měření pevnosti výrobků

K měření textury byl použit univerzální přístroj určený k měření fyzikálních charakteristik – Tira test (typ 27025, Německo). Zvolená kritéria pro penetrační test tlakovou zkouškou byla následující: rovné zakončení (typ nástavce nůž), $v_1 = 100 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$ (zkušební rychlost). Tlaková zkouška, tzv. penetrační (válcová sonda o průměru 4 mm). Měření 4 hod od upečení výrobků, poté vždy po 24 hod (v průběhu skladování) po dobu 4 dnů.

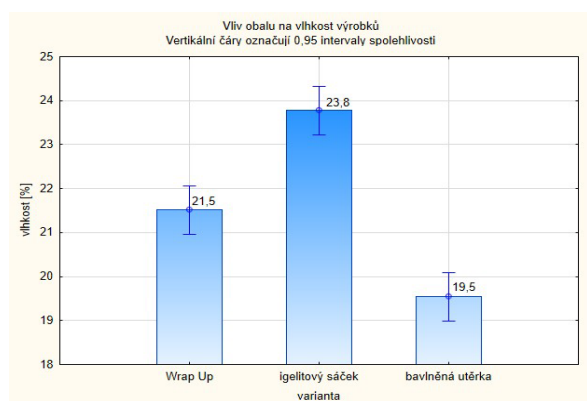
Výsledky jednotlivých hodnocení byly zpracovány v programu Microsoft Excel. Statistické hodnocení proběhlo v programu STATISTICA 12 pomocí analýzy ANOVA na hladině významnosti $p = 0,05$ ($p < 0,05$).

VÝSLEDKY A DISKUZE / RESULTS AND DISCUSSION

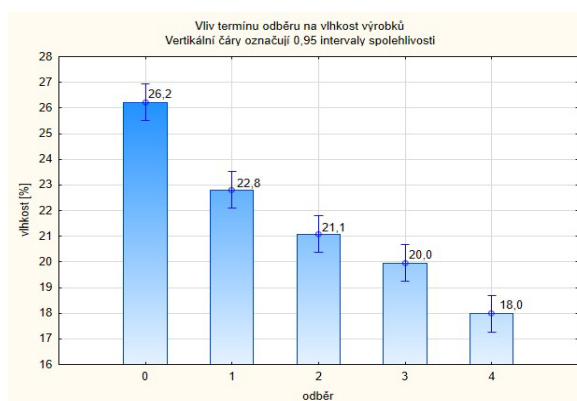
Vlhkost výrobků

V průměru nejvyšší vlhkost (průměr za celou dobu skladování) byla zaznamenána u rohlíků umístěných do igelitového sáčku (23,8 %), nejvíce vysychaly rohlíky zabalené do bavlněné utěrky (Obrázek 1). Ztráta vlhkosti během skladování byla v průměru všech výrobků poměrně značná a převyšovala 8% úbytek (Obrázek 2). Dynamika vysychání, spojená s úbytkem vlhkosti je doložena v grafech na obrázcích 3 a 4. Zde je patrné, že nejrychleji vysychaly rohlíky zabalené do bavlněné utěrky, nejnižší pokles byl pozorován u rohlíků v igelitovém sáčku, kde se vlhkost zpočátku mírně snížila, což bylo spojeno s odparem do vnějšího vzduchu uzavřeného v sáčku. Později se ale pokles téměř zastavil (Obrázek 3). U obalu Wrap Up se vlhkost snižovala rovnoměrně, úbytek vlhkosti od počátku až do konce představoval cca 8 % vlhkosti, tj. z 26 % pokles na 18 %. Rohlíky zabalené v utěrce vysychaly poměrně rychle a celkový úbytek představoval cca 12 % vlhkosti, tj. z 26 % na 14 %. Tyto rohlíky byly již velmi tvrdé a prakticky nekonzumovatelné. Podobné pokusy, ale s trvanlivým pečivem, prováděli Kowalska, Janas, Kudelka (2020). Zjistili, že prostupnost obalu může mít klíčový vliv na změny v obsahu vody a zatímco např. piškoty během skladování vysychaly, jiné výrobky naopak vodu absorbovaly. To pak mělo vliv na jejich senzorické vlastnosti.

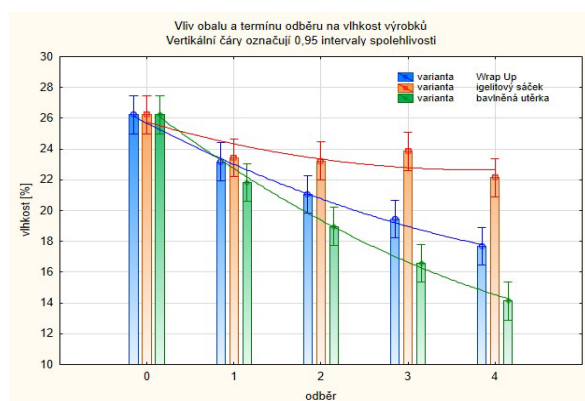
Obrázek 1



Obrázek 2



Obrázek 3

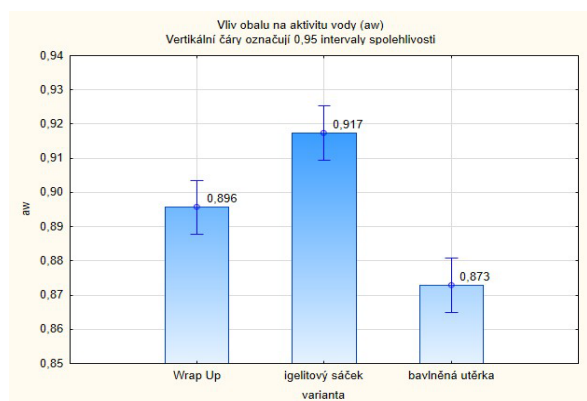


Vodní aktivita (a_w)

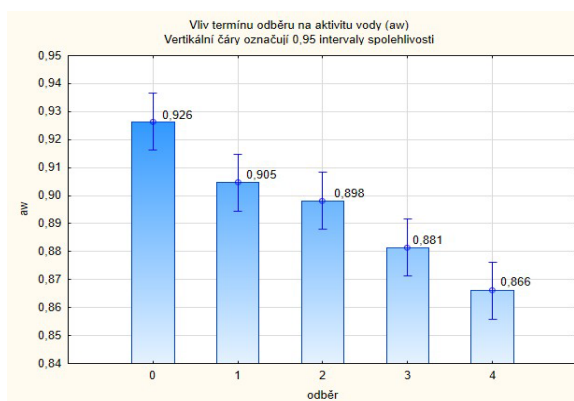
Běžné pečivo, na rozdíl např. od kváskového chleba, který má dobře vyvinutou kůrku, která tvoří obrannou bariéru proti vysychání, podléhá tomuto procesu podstatně rychleji (Pasqualone et al., 2007). V našem případě

se to odrazilo i ve změnách vodní aktivity. U běžného pečiva se v průměru všech stanovení pohybovala od 0,873 do 0,917 (Obrázek 4) a během skladování její hodnota klesala (Obrázek 5). Minimální změny po celou dobu skladování byly pozorovány u pečiva uchovávaného v igelitovém sáčku. U obalu Wrap Up během skladování mírně klesala, výrazné změny pak byly pozorovány i z důvodu vysychání výrobků při zabalení do bavlněné utěrky (Obrázek 6). Za rizikový můžeme považovat téměř neměnný stav po zabalení do igelitového sáčku, kde tím byly vytvořeny nejprůzračnější podmínky pro rozvoj patogenů. Průkazně nejhlubší pokles aktivity vody byl stanoven oproti ostatním způsobům po zabalení v bavlněné utěrce již 3. den po skladování. V tomto termínu se již průkazně od sebe odlišovaly i obaly igelitový sáček i Wrap Up (Obrázek 6). Je tedy jasné, že v igelitovém sáčku je voda uzavřena a nemůže z daného prostoru unikat. To může vést až k její případné kondenzaci na stěnách sáčku, následné absorpci do povrchových vrstev a prakticky žádným změnám v aktivitě vody, což bylo v podstatě stanoven.

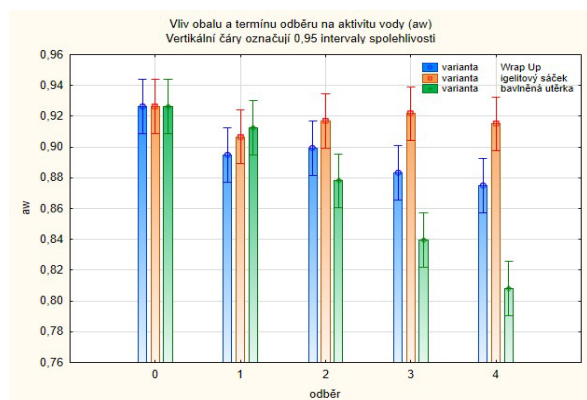
Obrázek 4



Obrázek 5



Obrázek 6

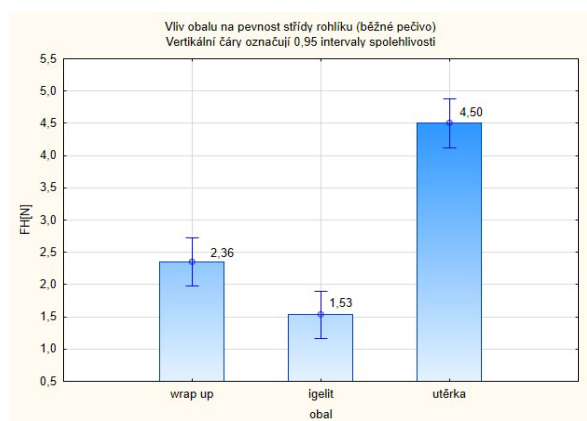


Texturní vlastnosti běžného pečiva (střída)

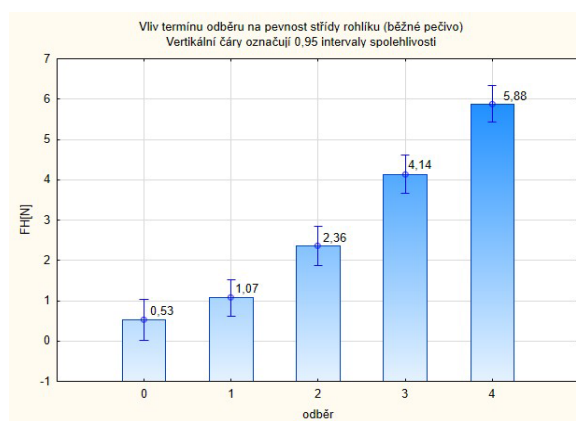
Při skladování pečárenských výrobků migruje voda ze střídy směrem k povrchu, tj. ke kůrce, prochází jí a je odváděna do okolního vzduchu. Z tohoto pohledu je klíčový druh použitého obalu, což se projevilo i v našem případě. V průměru k největším ztrátám vlhkosti ze střídy docházelo u výrobků zabalených do bavlněné utěrky (Obrázek 7). Tam rostla také nejrychleji pevnost střídy a v průměru všech měření dosahovala 4,50 N. Naopak k nejmenším změnám v texturních vlastnostech docházelo při uchovávání v igelitovém sáčku (1,53 N). Texturní vlastnosti střídy vykazovaly podstatně intenzivnější dynamiku změn oproti kůrce, kdy v průměru

všech variant vzrostla pevnost střídy cca 10x (Obrázek 8). K nejvýraznějším změnám došlo po zabalení do bavlněné utěrky (nárůst z 0,53 N na 10,2 N). Nejmenší změny byly pozorovány při uložení v igelitovém sáčku (Obrázek 9), kde se pevnost zvýšila cca 4x. Při použití obalu Wrap Up se jednalo o nárůst z 0,53 N na cca 5 N, tj. desetinásobek původní hodnoty. Vliv použitého obalu a také recepturního složení výrobku zaznamenali i Kowalska, Janas, Kudełka (2020), kteří testovali jako obal polypropylen, potravinářskou fólii a PP box. Zatímco u piškotů se tvrdost zvyšovala o 20–40 %, u vanilkových sušenek poklesla o 10 až 23 %. U krekrů v originálním balení (+46 %) a v papírovém sáčku (+20 %) pevnost vzrostla. Zabalením do potravinářské fólie a skladováním v PP boxu se snížila o 8, resp. 26 %. Galić, Curić, Gabrić (2009) uvádí, že u chleba skladovaného 26 hodin pouze v papírovém sáčku a perforované polypropylenové fólii (PP), byl zaznamenán rozdíl v jeho tvrdosti. U polyethylenového sáčku to bylo 1,47 N, zatímco zabalený do papírového sáčku 1,70 N. Obě tyto hodnoty byly výrazně vyšší, než zatížení potřebné po 2 hodinách od upečení, které činilo 0,47 N u PP fólie a 0,58 N u papírového sáčku.

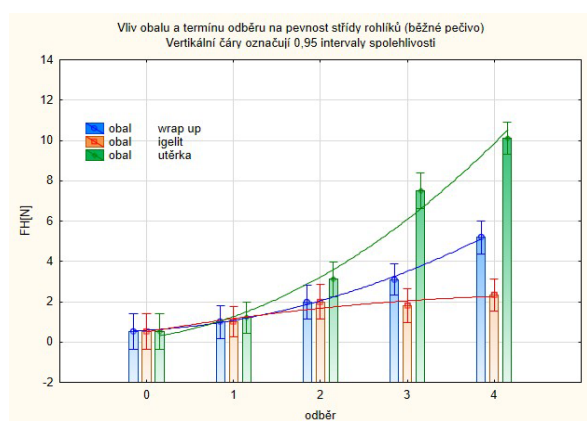
Obrázek 7



Obrázek 8



Obrázek 9



ZÁVĚR / CONCLUSIONS

Běžné pečivo je významnou součástí jídelníčku. Jeho největším handicapem je jeho nízká trvanlivost způsobená jeho rychlým vysycháním. Testování nového obalového materiálu Wrap Up ukázalo jeho přednosti oproti pouhému zabalení do utěrky, naopak sáček z polyetylenu (LDPE) vykazoval z pohledu ztráty vody díky

své nepropustnosti nejprůzračnější hodnoty. S poklesem vlhkosti korespondovala i aktivita vody (a_w), která se během skladování snižovala, naopak pevnost střídy výrobků v důsledku ztráty vody rostla, a to na konci skladování 4x (LDPE), 10x (Wrap Up) a 20x (bavlněná utěrka).

LITERATURA / REFERENCES

- Brancoli, P., Rousta, K., Bolton, K. (2017): Life cycle assessment of supermarket food waste. *Resources, Conservation and Recycling*, vol. 118, p. 39–46. DOI: 10.1016/j.resconrec.2016.11.024.
- Eriksson, M., Ghosh, R., Mattsson, L., Ismatov, A. (2017): Take-back agreements in the perspective of food waste generation at the supplier-retailer interface. *Resources Conservation and Recycling*, vol. 122, p. 83–93. DOI: 10.1016/j.resconrec.2017.02.006.
- Garrone, P., Melacini, M., Perego, A. (2014): Opening the black box of food waste reduction. *Food Policy*, vol. 46, p. 129–139. DOI: 10.1016/j.foodpol.2014.03.014.
- Galić, C., Curić, D., Gabrić, D. (2009): Shelf life of packaged bakery goods-a review. *Critical reviews in food science and nutrition*, vol. 49, no. 5, p. 405–426. DOI: 10.1080/10408390802067878.
- Pagani, M. A., Lucisano, M., Mariotti, M., Limbo, S. (2006): Influence of packaging material on bread characteristics during ageing. *Packaging Technology and Science*, vol. 19, no. 5, p. 295–302. DOI: 10.1002/pts.733.
- Kowalska, M., Janas, S., Kudelka, W. (2020): Consumer preferences and physical evaluation of short bread stored in different packaging. *International Journal of Consumer Studies*, vol. 44, no. 5, p. 469–480. DOI: 10.1111/ijcs.12579.
- Pasqualone, A., Summo, C., Bilancia, M. T., Caponio, F. (2007): Variations of the sensory profile of durum wheat Altamura PDO (protected designation of origin) bread during staling. *Journal of Food Science*, vol. 72, no. 3, p. 191–196. DOI: 10.1111/j.1750-3841.2007.00293.x.
- Pasqualone, A. (2019): *Flour and Breads and their Fortification in Health and Disease Prevention*. 2nd ed. Academic Press, 17, Bread Packaging: Features and Functions, p. 211–222. ISBN 978-0-12-814639-2.
- Samray, M. N., Masatcioglu, T. M., Koksels, H. (2019): Bread crumbs extrudates: A new approach for reducing bread waste. *Journal of Cereal Science*, vol. 85, p. 130–136. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2018.12.005>.

Kontaktní adresa / Contact Information: Prof. Dr. Ing. Luděk Hřivna, Ústav technologie potravin, Agronomická fakulta, Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika, e-mail: hrivna@mendelu.cz