

PROCESNÉ ZMENY PRI FRITOVANÍ ZEMIAKOVÝCH HRANOLČEKOV: VPLYV NA SENZORICKÉ A TEXTURÁLNE VLASTNOSTI

PROCESS CHANGES DURING DEEP-FRYING OF POTATO FRIES: IMPACT ON SENSORY AND TEXTURAL PROPERTIES

Lucia Zeleňáková¹ – Michaela Gabašová¹ – Martina Fikselová¹ – Andrea Mendelová¹

¹Ústav potravinárstva, Fakulta biotechnológie a potravinárstva, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovenská republika

<https://doi.org/10.11118/978-80-7701-048-1-0276>



ABSTRAKT

Cieľom práce bolo skúmať zmeny senzorických a texturálnych vlastností zemiakových hranolčiekov fritovaných pri 175 °C/4 min a 200 °C/3 min. Surové (K) a hlbokozmrazené predsmažené hranolčekom (A) boli analyzované texturometricky pred a po fritovaní, senzoricky len po fritovaní. Pomocou prístroja Texturometer TA.XT Plus sa hodnotili parametre tvrdosť, pevnosť, sila zlomu a krehkosť. Po fritovaní pri vyšších teplotách a kratších časoch došlo k zvýšeniu krehkosti u oboch vzoriek. Vzorka K mala vo všeobecnosti vyššiu pevnosť aj krehkosť pred fritovaním. Vysoká teplota a krátky čas fritovania (200 °C/3 min) mal najväčší vplyv na zmenu týchto vlastností. Fritovanie znížilo silu zlomu a tvrdosť u oboch vzoriek, pričom pri nižších teplotách (175 °C) bol rozdiel medzi vzorkami väčší. Vyššia teplota (200 °C) a kratší čas fritovania ovplyvnili tvrdosť výraznejšie než silu zlomu. Senzorické hodnotenie ukázalo, že vzorka A dosiahla vyššiu akceptáciu oproti K.

Kľúčové slová: zemiakové hranolčekom, fritovanie, senzorické vlastnosti, texturálne vlastnosti

ABSTRACT

The aim of the study was to examine changes in the sensory and textural properties of potato fries deep-fried at 175 °C/4 min and 200 °C/3 min. Raw potato fries (K) and frozen pre-fried French fries (A) were analyzed texturometrically before and after frying, and sensorically only after frying. Using the Texture Analyzer TA.XT Plus, parameters such as hardness, strength, breaking force, and crispness were measured. After deep-frying at higher temperatures and shorter times, crispness increased for both samples. Sample K generally had higher strength and crispness before deep-frying. High temperature and short frying time (200°C/3 min) had the greatest impact on the change in these properties. Deep-frying reduced the breaking force and hardness for both samples, with the difference between the samples being larger at lower temperatures (175°C). Higher temperature (200°C) and shorter frying time affected hardness more than breaking force. Sensory evaluation showed that sample A achieved higher acceptability compared to sample K.

Keywords: potato fries, deep-frying, sensory properties, textural properties

ÚVOD

Zemiaky patria medzi najdôležitejšie plodiny na svete a s ročnou produkciou približne 300 mil. ton (Waglay a Karboune, 2016) sa radia na štvrté miesto po pšenici, ryži a kukurici. Na Slovensku dosahuje priemerná úroda zemiakov 18 t/ha (Houba, 2007).

Použitie zemiakov sa rôzni v závislosti od krajín a regiónov, no medzi najrozšírenejšie priemyselne spracované výrobky patria zemiakové lupienky, predsmažené mrazené zemiaky a dehydrované vločky a granule (USDA, 2020).

Nutričná hodnota zemiakov je ovplyvnená rôznymi faktormi, ako sú odroda, stupeň zrelosti, podmienky rastu, čas zberu a spôsob skladovania. Procesy spracovania a tepelnej úpravy majú značný vplyv na ich nutričnú hodnotu, pričom smažené výrobky majú najvyššiu energetickú hodnotu (Calliope et al., 2018).

Textúra hranolčiekov patrí medzi kľúčové kvalitatívne faktory, ktoré sa posudzujú podľa ich mechanických, geometrických a senzorických vlastností, ako sú obsah oleja, vlhkosť, farba a chuť (Ngadi et al., 2009). Textúra bola dlho definovaná ako zmyslové vnemové vlastnosti výrobku, ktoré sú vnímané zrakom, sluchom a hmatom (Szczeniak, 2002). Hodnotenie textúry sa vykonáva senzorickými (subjektívne) a inštrumentálnymi (objektívne) metódami (Paula a Conti-Silva, 2014).

Hoci senzorická analýza je štandardom pri hodnotení textúry potravín, jej realizácia je časovo aj finančne náročná a vyžaduje si kalibráciu pomocou referenčných štandardov (Joyner, 2018). Preto sa venuje veľká pozornosť vývoju inštrumentálnych metód, ktoré umožňujú vytvorenie prediktívnych modelov medzi senzorickými atribútmi a fyzikálnymi parametrami (Jha et al., 2013). Napríklad Li et al. (2020) analyzovali vzťah medzi rôznymi metódami texturálnej analýzy pri hodnotení desiatich typov zemiakových hranolčiekov.

Viacere štúdie sa zamerali na hodnotenie textúry hranoliek pomocou inštrumentálnych testov, ako sú vpichový test (Teruel Mdel et al., 2015), kompresný test (Millin et al., 2016), trojbodový ohybový test (Quan et al., 2016) a rezný test (Amaral et al., 2015).

V kontexte s uvedeným bolo cieľom práce skúmať zmeny senzorických a texturálnych vlastností zemiakových hranolčiekov, ktoré boli fritované pri dvoch rôznych kombináciách teploty a času (175 °C/4 min a 200 °C/3 min).

MATERIÁL A METODIKA

Vzorky zemiakových hranolčiekov (čerstvé – K a hlbokozmrazené predsmažené – A) boli fritované za vopred definovaných podmienok (teplota a čas fritovania: 175 °C/4 min a 200 °C/3 min) a následne analyzované. Zemiakové hranolčiky boli texturometricky analyzované v surovom stave pri teplote 4 °C a následne po fritovaní, senzorické ukazovatele boli hodnotené iba vo fritovaných vzorkách. S cieľom objektivizovať všetky merania, boli všetky zemiakové hranolčiky rovnakej dĺžky a hrúbky a stanovenia boli uskutočnené za rovnakých laboratórnych podmienok.

Texturometrické hodnotenie

Pre každý parameter bola vzorka hranolčekov meraná 10x. Texturálne vlastnosti boli merané na prístroji Texturometer TA.XT Plus (Stable Micro Systems, UK), pričom sa sledovali tieto parametre:

- tvrdosť (g), sila zlomu (mm) – guľová sonda (spherical-probe)
- pevnosť (N/mm) a krehkosť (N/mm.s) – Warner-Bratzler nôž

Všetky analýzy boli uskutočnené v laboratóriu Katedry Hygieny a bezpečnosti potravín na Ústave potravinárstva FBP SPU v Nitre.

Namerané údaje z texturometrického stanovenia boli podľa jednotlivých ukazovateľov štatisticky vyhodnotené, pričom boli použité základné metódy opisnej štatistiky, a to aritmetický priemer ($\bar{x}$), smerodajná odchýlka (s), variačný koeficient (v). Štatistická analýza bola vykonaná v programe Excel (Microsoft Office 365, Washington, USA) a pomocou štatistického softvéru XL STAT (vs. 2021.1.1). Na spracovanie výsledkov bol použitý párový t – test na hladine významnosti 0,05.

Senzorické hodnotenie

Hodnotenia sa zúčastnil panel tzv. vybraných posudzovateľov, tvorený zamestnancami a študentmi Fakulty biotechnológie a potravinárstva. Panel tvorilo 15 hodnotiteľov vo veku od 18 do 65 rokov. Hodnotitelia boli aj ženy aj muži. Hodnotenie sa vykonávalo pomocou vopred pripraveného formuláru, resp. dotazníka. Dotazník bol jednoduchý a ľahko zrozumiteľný pre našich hodnotiteľov, obsahoval pohlavie, vek, a dátum hodnotenia. Hodnotitelia vyplňali dotazník sami podľa seba, na základe vlastného uváženia.

Skúmané senzorické vlastnosti: farba, dochuť, vôňa, chrumkavosť, žuteľnosť, množstvo oleja a celkový dojem. V rámci senzorického hodnotenia sa využil spotrebiteľský hedonický preferenčný test založený na 9 bodovej stupnici. Hedonické hodnotenie v senzorickej analýze je bežné a nezastupiteľné inou inštrumentárnou metódou. Hodnota 1 na stupnici znamenala, že kvalita posudzovaného hranolčka hodnotiteľovi nevyhovuje. Naopak, hodnota 9 bola najvyššia a reprezentovala najvyššiu kvalitu posudzovanej hranolky. Hodnotenie sa uskutočnilo v senzorickom laboratóriu, pri teplote 20 °C a relatívnej vlhkosti 45 %.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Vyprážené výrobky vo všeobecnosti lákajú spotrebiteľov vďaka lepšej chuti, sladkosti a vzhľadu. Pod senzorické vlastnosti zemiakových hranolčekov patria predovšetkým ich konzumné vlastnosti a spôsob ich spracovania. Určuje sa vonkajšia a vnútorná štruktúra spracovania, ako aj veľkosť, hrúbka a mechanické poškodenie. Pod vnútornú štruktúru hranolčekov, patrí predovšetkým ich chuť a vôňa. Na vnútornú štruktúru negatívne vplýva nesprávnosť ochladzovania a nesprávne skladovanie. Senzorické vlastnosti sú významným faktorom posúdenia kvality zemiakových hranolčekov a pre majiteľov gastronomických prevádzok predstavujú istý zdroj zákazníkov a teda aj finančného príjmu (Paula a Conti-Silva, 2014).

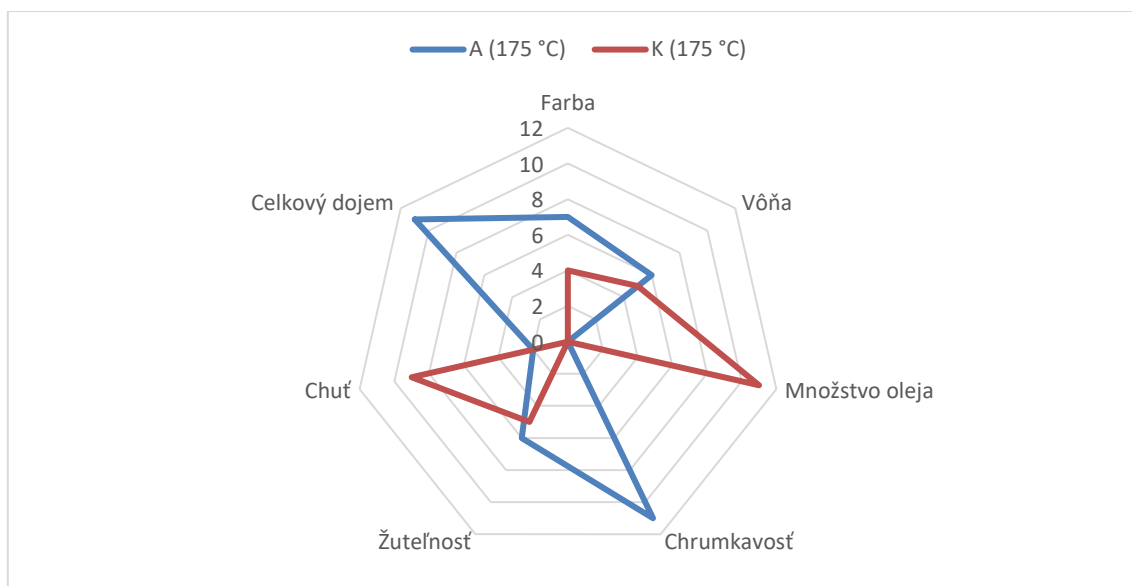
Senzorickú kvalitu zemiakových hranolčiekov fritovaných za vopred stanovených podmienok hodnotilo v rámci výskumu 15 posudzovateľov. Zamerali sa na farbu, vôňu, množstvo oleja, chrumkavosť, žutelosť, chuť a celkový dojem. Výsledky sú uvedené na obrázkoch 1 a 2.

Na základe výsledkov senzorického hodnotenia bolo zistené, že predsmažené zemiakové hranolčieky (vzorka A), ktoré boli fritované pri teplotách 175 °C a 200 °C, dosiahli vyššiu úroveň akceptácie zo strany hodnotiteľov v porovnaní s hranolčiekmi pripravenými zo surových zemiakov (vzorka K). Celkové senzorické parametre, ako sú farba, vôňa a chuť, boli pri vzorke A hodnotené signifikantne priaznivejšie. Získané výsledky naznačujú, že proces predsmaženia výrazne ovplyvnil farebné charakteristiky hranolčiekov po následnom fritovaní. Konzumenti preferovali zlatistú farbu predsmažených hranolčiekov v porovnaní s tmavším, hnedastým odtieňom hranolčiekov vyrobených zo surových zemiakov, čo poukazuje na pozitívny vplyv predsmaženia na vizuálnu akceptovateľnosť produktu.

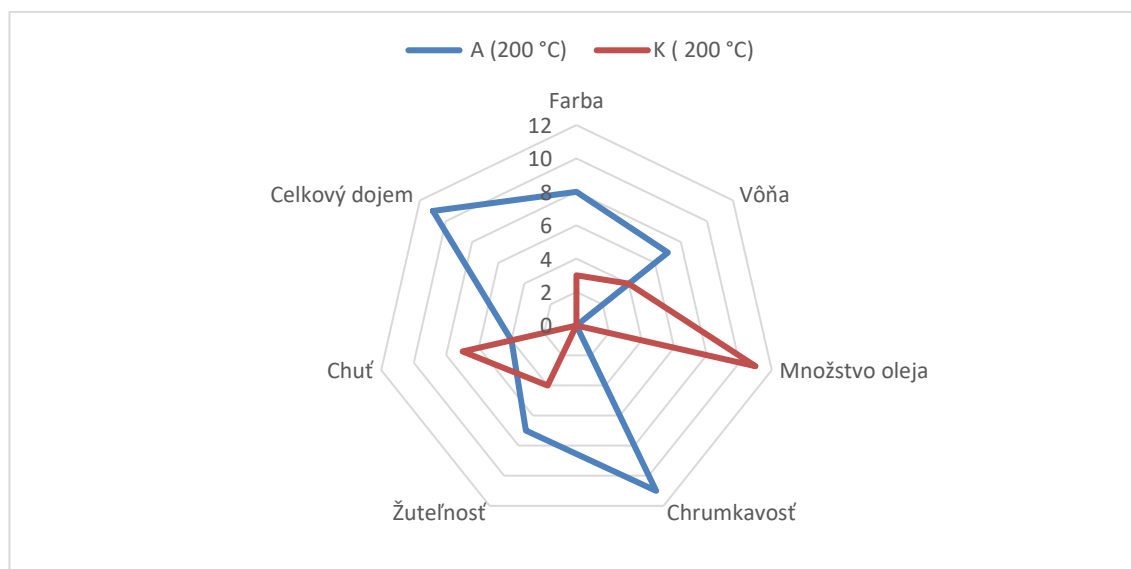
Výsledky senzorického hodnotenia preukázali, že predsmažené zemiakové hranolčieky (vzorka A) vykazovali vyššie hodnoty ukazovateľov chrumkavosti a obsahu oleja po prvom fritovaní v porovnaní s hranolčiekmi pripravenými zo surových zemiakov (vzorka K). Fritovanie pri teplote 200 °C po dobu 3 minút významne prispelo k zlepšeniu senzorických vlastností, ako sú farba, vôňa a chuť, pričom táto kombinácia podmienok viedla k intenzívnejšiemu vnímaniu pozitívnych senzorických atribútov.

Vyššia absorpcia oleja bola pozorovaná pri fritovaní hranolčiekov pri nižšej teplote (napr. 175 °C) počas dlhšieho časového intervalu, čo je dôsledkom dlhšej doby kontaktu s olejom a pomalšieho vytvárania ochrannej kôry na povrchu produktu. Naopak, pri vyššej teplote fritovania (200 °C) sa rýchlejšie vytvára povrchová kôrka, ktorá obmedzuje ďalší prienik oleja do vnútornej štruktúry hranolčiekov, čím sa znižuje celkový obsah absorbovaného oleja.

Z hľadiska textúry vyššia teplota fritovania podporuje tvorbu chrumkavejšieho povrchu v dôsledku rýchlejšej dehydratácie vonkajších vrstiev hranolčiekov a následnej karamelizácie povrchových sacharidov. Predsmaženie hranolčiekov taktiež zlepšuje rozloženie vlhkosti v štruktúre produktu, čo napomáha dosiahnuť jednotnejšiu textúru a chrumkavosť po konečnom fritovaní.



Obrázok 1: Senzorické hodnotenie zemiakových hranolčekov fritovaných pri 175 °C/4 min



Obrázok 2: Senzorické hodnotenie zemiakových hranolčekov fritovaných pri 200 °C/3 min.

Botero et al. (2017) uvádzajú, že zemiakové hranolčky by mali mať z hľadiska kvality hrúbku 1–2 mm. Zároveň zistili, že hranolčky s upraveným povrchom a väčšou hrúbkou 1–2 mm, budú mať chrumkavosť menšiu. Fritované zemiakové hranolčky sa musia pritom podávať hneď po ukončení tepelnej úpravy.

Liu a Scanlon (2007) dodávajú, že chrumkavosť kôrky zemiakového hranolčeka môže byť ovplyvnená aj mazovatením škrobu a karamelizáciou cukrov počas fritovania. Podľa Pedreschiho et al. (2016) je pre konzumenta atraktívnejší zlatistý vzhľad, pričom farebný rozdiel sa postupne znižuje s predĺženou dobou smaženia/fritovania.

Ngadi et al. (2009) uvádza, že senzorická kvalita zemiakových hranolčekov je charakterizovaná aj textúrou, obsahom oleja a vlhkosti, farbou a samozrejme chuťou. Peiyan (2020) vo svojom výskume sa zameria na 10 druhov zemiakových hranolčekov, ktoré pochádzali z rôznych reštaurácií, hodnotilo ich osem

vyškolených panelistov. Na výpočet výsledkov použil ANOVA test. V tomto teste hodnotil osem znakov. Hodnotil olejnatosť, žuteľnosť, drsnosť, tvrdosť, jemnosť, priľnavosť, súdržnosť, chrumkavosť. Výsledok bol štatisticky preukazný ($p < 0,05$), čo bolo vysvetlené individuálnymi fyziologickými rozdielmi medzi hodnotiteľmi.

Navas et al. (2015) hodnotili senzorické vlastnosti zemiakových hranolčiek, ktoré fritovali v rôznych druhoch olejov. Použili kukuričný olej, ktorý bol neokorenený, no následne aj ochutený cesnakom, koriandrom a čili. Ich výsledky ukázali rozdiely vo vnímaní chuti medzi hranolčkami fritovanými v ochutenom oleji a tými, ktoré boli pripravené v neochutenom oleji. Najrelevantnejšie atribúty senzorického profilu boli ostrá chuť, štiplavosť a farba hranolčiek. Chuť a vôňa môžu byť ovplyvnené tiež tepelným účinkom. Tento atribút sme zaznamenali aj v našom výskume, keďže vo viacerých parametroch boli lepšie hodnotené hranolčky fritované pri teplote 200 °C/3 min v porovnaní s 175 °C/4 min.

Na základe vyhodnotenia pomocou párového t – testu sme zistili, že existuje štatisticky preukazný rozdiel medzi vzorkou K a A v parametroch práca noža/krehkosť aj pevnosť v stave surovom aj po rôznych spôsoboch fritovania (tab. 1). Tab. 1 a 2 uvádzajú pri jednotlivých vzorkách priemer nameraných hodnôt aj s príslušnou smerodajnou odchýlkou a variačným koeficientom.

Tabuľka 1: Texturometrické hodnotenie pevnosti a krehkosti zemiakových hranolčiek pred a po fritovaní

Vzorka	Pevnosť (N/mm)			Krehkosť (N/mm.s)		
	$\overline{x}$	SD	CV	$\overline{x}$	SD	CV
Zemiaková hranolka pred fritovaním						
Vzorka K	0,22	0,03	12,8	1,44	0,34	23,29
Vzorka A	0,03	0,00	13,89	0,13	0,03	19,17
p<0,05			p<0,05			
Zemiaková hranolka po fritovaní pri 175 °C/4 min						
Vzorka K	0,03	0,01	32,66	0,18	0,05	29,21
Vzorka A	0,08	0,02	22,72	0,39	0,11	29,23
p<0,05			p<0,05			
Zemiaková hranolka po fritovaní 200 °C/3 min						
Vzorka K	0,03	0,01	25,79	0,19	0,03	13,40
Vzorka A	0,08	0,01	10,92	0,36	0,03	8,35
p<0,05			p<0,05			

Surové hranolky majú prirodzene pevnejšiu bunkovú štruktúru. Surové zemiaky majú intaktné bunkové steny, ktoré poskytujú vyššiu pevnosť materiálu. Preto môže byť na ich zlomenie potrebná väčšia sila (vyššia pevnosť v N/mm). Hlbokozmrazené predsmažené hranolky majú oslabenú štruktúru. Počas procesu mrazenia sa v zemiakovej hmote vytvárajú ľadové kryštály, ktoré môžu poškodiť bunkové steny. Počas predsmaženia sa z nich odparuje časť vody a tuk sa dostáva do pórov, čo môže zmeniť ich mechanické vlastnosti a znížiť ich pevnosť. Krehkosť surových hranoliek môže byť vyššia kvôli elasticite materiálu. Krehkosť (N/mm.s) vyjadruje schopnosť materiálu rýchlo prasknúť pri zaťažení. Surové zemiaky môžu byť tuhšie a pružnejšie,

takže pri namáhaní vykazujú vyššiu rázovú krehkosť než mrazené, ktoré sa môžu skôr deformovať ako praskať.

V prípade parametrov tvrdosť ($p = 0,6843$) a sila zlomu ($p = 0,9659$) bol pri oboch vzorkách hranoliek v surovom stave štatisticky nevýznamný rozdiel. Pri fritovaní hranoliek pri teplote $175\text{ °C}/4\text{ min}$ bol medzi vzorkami K a A zaznamenaný štatisticky preukazný rozdiel v oboch parametroch. Hranolky, ktoré boli fritované pri teplote $200\text{ °C}/3\text{ min}$ mali v parametre tvrdosť štatisticky preukazný rozdiel, naopak v parametri sila zlomu preukazný rozdiel zaznamenaný nebol ($p = 0,4326$).

Tabuľka 2: Texturometrické hodnotenie tvrdosti a sily zlomu zemiakových hranolčiekov pred a po fritovaní

Vzorka	Sila zlomu (mm)			Tvrdosť (g)		
	$\overline{x}$	SD	CV	$\overline{x}$	SD	CV
Zemiaková hranolka pred fritovaním						
Vzorka K	4,66	0,53	11,42	446,86	89,22	19,97
Vzorka A	4,65	0,50	10,78	429,26	100,86	23,49
p>0,05			p>0,05			
Zemiaková hranolka po fritovaní pri 175 °C/4 min						
Vzorka K	3,17	1,32	41,62	266,56	78,88	29,59
Vzorka A	3,55	0,89	25,02	421,91	146,84	34,80
p<0,05			p<0,05			
Zemiaková hranolka po fritovaní 200 °C/3 min						
Vzorka K	3,82	2,75	71,92	272,06	84,35	31,00
Vzorka A	3,11	0,51	16,29	404,11	144,81	35,83
p>0,05			p<0,05			

Li et al. (2020) analyzovali vo svojej práci použitie senzorických a inštrumentálnych techník na hodnotenie textúry hranolčiekov z reštaurácie rýchleho občerstvenia. Pri parametri tvrdosť sa hodnoty u našich vzoriek pohybovali v rozmedzí 266,56–446,86 g, čo bolo menej ako uvádzajú v práci Dong et al. (2022). Získané nižšie hodnoty pravdepodobne poukazujú na rozdiel v spôsobe vyprážania, t.j. v predchádzajúcej práci boli hranolčekom vyprážané v teplovzdušnej fritéze, zatiaľ čo naše vzorky boli vyprážané v oleji. Pri meraní pevnosti Warner-Bratzler nožom boli hodnoty v rozsahu 0,03–0,22 N/mm, čo bolo menej ako uvádza v práci Quan et al. (2016). Dôvodom mohlo byť to, že v ich práci boli hranolčekom vyprážané v teplovzdušnej fritéze. Pri skúške sila zlomu sa hodnoty pohybovali od 3,11 do 4,66 mm, čo bolo porovnateľné s tvrdosťou zvyčajne uvádzanou pre hranolky po 3–5 minútach vyprážania (Heredia et al., 2014). V parametri práca noža/krehkosť sa hodnoty vzoriek pohybovali v rozmedzí 0,13–1,44 N/mm.s. Tieto hodnoty sú nižšie ako hodnoty uvádzané v práci Li et al. (2020), nakoľko bol v našej práci použitý dlhší čas vyprážania.

ZÁVER

Preskúmanie texturometrických a senzorických vlastností hranolčiekov je nevyhnutné na lepšie pochopenie ich kvality a prijateľnosti zo strany spotrebiteľov. Texturometrické analýzy poskytujú objektívne merania týkajúce sa fyzikálnych charakteristík, ako sú tvrdosť, pevnosť a krehkosť, ktoré ovplyvňujú textúru a štruktúru produktu. Senzorické hodnotenie, na druhej strane, umožňuje hodnotenie vnemov, ako sú chuť,

vôňa a vzhľad, ktoré sú subjektívne a priamo ovplyvňujú spotrebiteľskú akceptáciu. Kombinácia týchto metód poskytuje komplexný obraz o kvalite hranolčiek, ktorý je dôležitý pre optimalizáciu výrobných procesov a zlepšenie koncového produktu.

POĎAKOVANIE

Táto práca bola podporená Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. APVV-22-0402.

LITERATÚRA

Amaral, R. D. A., Benedetti, B. C., Pujola, M., Achaerandio, I., Bachelli, M. L. B. (2015): Effect of ultrasound on quality of fresh-cut potatoes during refrigerated storage. Food Engineering Reviews [online]. 7, 176–184. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s12393-014-9091-x>

Botero, U. M., Fitzgerald, M., Gilbert, R.G., Midgley, J. (2017): Effect of pulsed electrical fields on the structural properties that affect French fry texture during processing. Trends in Food Science & Technology [online]. 67, 1–11. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.05.016>

Calliope, S. R., Lobo, M. O., Sammán, C. N. (2018): Biodiversity of Andean potatoes: Morphological, nutritional and functional characterization. Food Chemistry [online]. 238(1), 42–50. ISSN 0308-8146. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.12.074>

Dong, L., Qiu, C. Y., Wang, R. C., Zhang, Y., Wang, J., Liu, J. M., Yu, H. N., Wang, S. (2022): Effects of Air Frying on French Fries: The Indication Role of Physicochemical Properties on the Formation of Maillard Hazards, and the Changes of Starch Digestibility. Front. Nutr. [online]. 9, 889–901

Heredia, A., Castelló, M. L., Andrés, A. (2014): Evolution of mechanical and optical properties of French fries obtained by hot air-frying. LWT – Food Science and Technology [online]. 57(2), 755–760. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.02.038>

Houba, M. (2007): *Poznejte, pěstujte, používejte brambory: poděkování Albertu Offereinsovi : pocta tradiční rostlině*. Praha : Europlant šlechtitelská spol. s.r.o. 150 s. ISBN 978-80-239-9419-3

Joyner, H. S. (2018): Explaining food texture through rheology. Current Opinion in Food Science [online]. 21, 7–14. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2018.04.003>

Jha, S. N., Jaiswal, P., Narsaiah, K., Singh, A. K., Kaur, P. P., Sharma, R., Bhardwaj, R. (2013): Prediction of sensory profile of mango using textural attributes during ripening. Food and Bioprocess Technology [online]. 6, 734–745. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s11947-011-0720-6>

Li, P., Wu, G., Yang, D., Zhang, H. (2020): Applying sensory and instrumental techniques to evaluate the texture of French Fries from fast food restaurant. Journal of Texture Studies [online]. 51(3), 521–531. Dostupné z: <https://10.1111/jtxs.12506>

Liu, E. Z., Scanlon, M. G. (2007): Modelling the effect of blanching conditions on the texture of potato strips. Journal of Food Engineering [online]. 81, 292–297

- Millin, T. M., Medina-Meza, I. G., Walters, B. C., Huber, K. C., Rasco, B. A., Ganjyal, G. M. (2016): Frying oil temperature: Impact on physical and structural properties of French fries during the par and finish frying processes. *Food and Bioprocess Technology* [online]. 9(12), 2080–2091. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s11947-016-1790-2>
- Navas, B. P., Ledezma, J. C., Martinez, S. (2015): Características Sensoriales De Papas Tipo Bastón Fritás En Aceites Condimentados. *Ciencias Básicas Y Tecnología*. 27, 286–292. ISSN: 2343-6468
- Ngadi, M., Adedeji, A. A., Kassama, L. (2009): Microstructural changes during frying of foods. *Advances in deep-fat frying of foods*. New York: CRC Press
- Paula, A. M., Conti-Silva, A. C. (2014): Texture profile and correlation between sensory and instrumental analyses on extruded snacks. *Journal of Food Engineering* [online]. 121, 9–14. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2013.08.007>
- Pedreschi, F., Marriotti, M.S., Cortés, P. (2016): Fried and Dehydrated Potato Products. *Advances in Potato Chemistry and Technology*, 2nd ed.; Singh, J., Kaur, L., Eds.; Academic Press, Elsevier Inc.: New York, NY, USA, 15, 459–474
- Quan, X., Zhang, M., Fang, Z., Liu, H., Shen, Q., Gao, Z. (2016): Low oil French fries produced by combined pre-frying and pulsed-spouted microwave vacuum drying method. *Food and Bioprocess Technology* [online]. 99, 109–115. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2016.04.008>
- Sanz, T., Primo-Martín, C., van Vliet, T. (2007): Characterization of crispness of French fries by fracture and acoustic measurements, effect of pre-frying and final frying times. *Food Research International* [online]. 40(1), 63–70. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2006.07.013>
- Szczśniak, A. S. (2002): Texture is a sensory property. *Food Quality and Preference*. 13, 215–225
- USDA. (2020): USDA (United States Department of Agriculture) National Agricultural Statistics Service. Potatoes 2019 Summary. [online]. 23. ISSN: 1949-1514. Dostupné z: https://www.nass.usda.gov/Publications/Todays_Reports/reports/pots0920.pdf
- Teruel Mdel, R., Gordon, M., Linares, M. B., Garrido, M. D., Ahromrit, A., Niranjan, K. (2015): A comparative study of the characteristics of French fries produced by deep fat frying and air frying. *Journal of Food Science* [online]. 80(2), 349–358. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/1750-3841.12753>
- Waglay, A., Karbeoune, S. (2016): *Advances in Potato Chemistry and technology*. 2nd Edt. London : Academic Press. 752. ISBN 978-0128000021

Kontaktná adresa: doc. Ing. Lucia Zeleňáková, PhD., Ústav potravinárstva, Fakulta biotechnológie a potravinárstva, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra. Slovenská republika. E-mail: Lucia.Zelenakova@uniag.sk, ORCID <https://orcid.org/0000-0003-1387-7410>