

INSTRUMENTÁLNÍ MĚŘENÍ TVRDOSTI TEXTUROVANÉ SÓJOVÉ BÍLKOVINY

Š. Hanzelková, J. Simeonovová

Došlo: 11. listopadu 2009

Abstract

HANZELKOVÁ Š., SIMEONOVÁ J.: *Instrumental measurements of the hardness of textured soy protein*. Acta univ. agric. et silvic. Mendel. Brun., 2010, LVIII, No. 2, pp. 111–118

The public knows the soy meat analog as extrusion-texturized spongy pieces resembling meat. The texture of cooked textured soy protein is important for consumers. In the study a range of commercially sold textured soy protein (cubes, slices, granulated products) was measured to describe the textural properties. Textural properties were measured by three objective methods: Warner-Bratzler (WB) shear test, compression test and Kramer shear cell on a device Tira test 27025. The effects of cooking time and the influence of salt during cooking were examined. To determine the significant differences between the results a statistical method ANOVA and post-hoc tests were used. We can conclude that there were significant ($p \leq 0.05$) differences in the hardness of the samples. The most significant was the effect of brand name and addition of salt. The differences between different cooking times were noticeable but undefined.

textured soy protein, hardness, texture, Warner-Bratzler test, compression test, Kramer shear cell test

Řada vědců se zabývá vývojem metod pro přípravu přijatelných potravin napodobujících hovězí, vepřové, drůbeží nebo rybí maso z bílkovinné suroviny z různých zdrojů (MUELLER, 2008). Kromě sóji byly testovány také jiné bílkovinné materiály, ale právě bílkoviny sóji mají jedinečné fyzikální, chemické a funkční vlastnosti, které umožňují rekonstrukci původních proteinů na produkty texturou podobné masu (Production of Textured Soy Protein, 2009). Vstupní surovinou pro výrobu texturované sójové bílkoviny (Textured Soy Protein, TSP) tradičně bývá ze sójových bobů získávaná lehce opražená odtučněná sójová mouka, která většinou obsahuje kolem 50 % bílkovin, 3,5 % vlákniny a 1,5 % tuku. Texturace nebo texturní tvarování znamená vytvoření fyzikální struktury, která při konzumaci vyvolává senzorické vnímání jako při konzumaci masa (BERK, 1992). Texturace termoplastickou extruzí je poměrně komplikovaný proces, přesto však je možné díky kontrole kvality suroviny a průběhu extruze vyrábět výrobky konstantní jakosti (Production of Textured Soy Protein, 2009).

Proteiny texturované extruzním vařením zahrnují plnidla masných výrobků a masné analogy,

kteří vykazují pozoruhodnou podobnost s masem ve vzhledu, textuře i pocitu, který vyvolávají v ústech (KEARNS, 1989).

Podle obecné definice textura zahrnuje reologické a strukturní vlastnosti produktu vnímané mechanickými, taktilními a případně zrakovými a sluchovými receptory (FOEGEDING *et al.*, 2003). Novodobým trendem je posuzování textury pomocí laboratorních přístrojů, které využívají daných metod k získání přesných, objektivních a reprodukovatelných výsledků. Proto je těchto výhod instrumentálního měření využíváno také u texturovaných rostlinných proteinů. Podle způsobu zatížení vzorku rozdělujeme několik destruktivních metod: vtlačování, kompresi, stříh, kroucení/torzi, napínání, ohýbání atp. (SOCHOR, 2007).

Velmi často se využívá metody komprese, která simuluje skousnutí sousta na stoličkách. Vzorek je stlačen mezi dvěma deskami, síla je přenesena na vzorek v jednom směru a vzorek se volně rozpíná do dalších dvou směrů (KILCAST, 2004). Zaznamenává a vyhodnocuje se síla potřebná ke kompresi, která koresponduje s tvrdostí, resp. tuhostí potraviny. Při provádění střížných testů (Warner-Bratzler

test) je aplikovaná síla použita k rozdělení vzorku na dvě části. Experimentální měření zahrnuje stříh, napínání i kompresi (KILCAST, 2004).

Problematickou texturu sójových analogů masa se zabývala řada autorů, metodiky však nejsou sjednocené. JAMES (2007) se zabýval texturními vlastnostmi texturovaného sójového proteinu a hodnotil efekt přídavku odtučněné sójové mouky, obsahu vlhkosti a teploty během extruze na texturu potraviny. Využíval metodu texturní profilové analýzy, při níž byly proměřovány vzorky ihned po extruzní texturaci. Získal hodnoty tvrdosti vzorků sójových analogů masa 272,5 N. KATAYAMA, WILSON (2008) ochucovali komerčně zakoupený TSP kuřecí a krevetovou příchutí a hodnotili senzorickou jakost a instrumentální tvrdost vzorků kompresním testem (testovací rychlost 1 mm/s, komprese na 75 %). Z výsledků vyplývá, že existují statisticky významné rozdíly v závislosti na typu TSP, způsobu aplikace a druhu příchutí. CROWE, JOHNSON (2001) studovali změny v textuře TSP v závislosti na obsahu reziduálního oleje a indexu rozpustnosti bílkovin v surovině (sójové mouce). Tvrdost vzorků byla v rozsahu od 7,0 do 11,4 N s negativní korelací se vzrůstajícím obsahem reziduálního oleje. Studie LIN, HUFF, HSIEH (2000) prokázala statisticky průkazné ($p \leq 0.05$) změny tvrdosti sójových analogů masa v souvislosti s teplotou při extruzi výrobku a vlhkostí extrudovaného materiálu.

Náš projekt si kladl za cíl zhodnotit rozdíly v textuře sójových analogů masa, které jsou volně dostupné na českém trhu. Předpokládali jsme, že produkty různých výrobců a různých tvarových kategorií budou vykazovat rozdílné texturní vlastnosti. Nejen vstupní surovina a výrobní postup má vliv na finální vlastnosti potraviny. Významný může být také vliv kulinární přípravy. Schopnost TSP udržovat si texturní vlastnosti v uvařeném stavu je velice důležitá pro uspokojivé konečné využití produktu. Z tohoto důvodu byly testovány odlišné doby varu a přídavek soli a výsledky byly vzájemně porovnány.

MATERIÁL A METODY

Materiál

Analýzovaným materiálem byly výrobky z texturované sójové bílkoviny, které lze zakoupit v běžné obchodní síti. Výrobci byli z důvodů ochrany identity označeni čísly 1, 2, 3 a 4. Testovány byly tři základní druhy produktů: plátky, kostky a granuláty. Všechny zkoušky probíhaly ve fyzikální laboratoři Ústavu technologie potravin Mendelovy univerzity v Brně.

Metody

Laboratoř je vybavena přístrojem Tira Test 27025, který je určený k měření mechanických vlastností materiálů. Přístroj je propojen s osobním počítačem se speciálním počítačovým programem.

Základní příprava vzorků probíhala obdobně u plátků, kostek i granulátu. Vzorky TSP byly při-

dány do vroucí vody a doba varu byla 10 nebo 20 minut dle metodiky. V případě, že byl sledován vliv přídavku soli, bylo do vody přidáno 10 g soli. Následně byl vzorek scezen, aby byl zbaven přebytečné vody. Tvrdost TSP byla hodnocena třemi objektivními metodami: Warner-Bratzlerovým testem, kompresní zkouškou a měření pomocí Kramerovy cely.

Warner-Bratzlerův test simuluje skousnutí vzorku řezáky a síla k tomu potřebná vyjadřuje tvrdost potraviny. Z uvařených plátků a kostek byly připraveny hranolovité vzorky o hranách 10 x 10 mm a Warner-Bratzlerovým nožem tvaru V byl vzorek přestřížen (rychlost pohybu příčnicku 10 mm/min). Maximum stříhové síly se zaznamenává a vyhodnotí jako síla potřebná k překousnutí vzorku. Každá série zahrnovala vždy 15 vzorků.

Kompresní jednoosý test napodobuje skousnutí potraviny na stoličkách. Síla vynaložená na stlačení vzorku odpovídá jeho senzorické tvrdosti. Při měření je zaznamenána závislost síly potřebné ke kompresi vzorku v čase. Z uvařeného vzorku TSP byly připraveny krychličky o rozměrech 10 x 10 x 10 mm, které byly stlačeny rychlostí 20 mm/minutu kompresním nástavcem přístroje na 80 % své původní výšky.

V případě sójového granulátu byla k měření použita Kramerova cela. U tohoto speciálního nástavce je stříhové napětí na vzorek přenášeno více noži a síla potřebná k průchodu ostří vzorkem se vztahuje k textuře potraviny. Do cely bylo naváženo 100 g granulátu a při průběhu zkoušky byla opět zaznamenána síla potřebná k průchodu nožů. Ta odpovídá tvrdosti produktu.

STATISTICKÉ VYHODNOCENÍ

Výsledky analýz byly hodnoceny programem Unistat 5. Byly hodnoceny souhrnné statistické charakteristiky. Rozdíly mezi sledovanými parametry byly testovány Tukeyovým HSD testem.

VÝSLEDKY A DISKUSE

V příloze je uveden přehled naměřených hodnot a základní statistická analýza (tabulky I–III). Ačkoliv všechny použité metody určují jako hlavní parametr tvrdost materiálu, výsledky každé z nich byly zpracovávány jednotlivě.

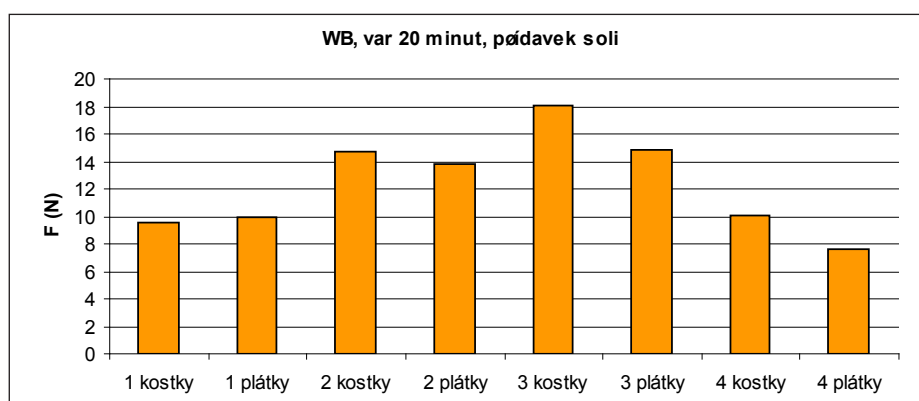
Mezi výsledky testu dle Warner-Bratzlera (W-B) u sójových plátků i kostek různých výrobců byly nalezeny statisticky průkazné rozdíly a můžeme říci, že svojí tvrdostí nejsou všechny totožné. Souhrnné výsledky W-B testu ukazuje Tabulka I.

Nejvýraznější rozdíly v textuře vykazovaly výrobky různých výrobců (Obrázek 1). Všechny čtyři značky výrobků se lišily, a to ve všech variantách pokusu (doba varu 10 nebo 20 minut, přídavek soli). Rozpětí hodnot bylo široké. Například při rozvržení pokusu s přídavkem soli a s dobou varu 20 minut hodnoty tvrdosti TSP byly v rozmezí 7,67 N až 18,08 N. Jednou z možných příčin je samozřejmě mírně rozdílná surovina (sójová mouka se může lišit v kva-

I: Tvrdost texturované sójové bílkoviny měřená Warner-Bratzlerovým testem

I: Hardness of textured soy protein measured by the Warner-Bratzler test

Vzorek	Var 10 minut, bez soli (N)	Var 20 minut, bez soli (N)	Var 10 minut, sůl (N)	Var 20 minut, sůl (N)
1 kostky	13,84	17,8	14,55	9,5
1 plátky	16,69	10,26	10,98	9,95
2 kostky	16,7	14,23	10,21	14,77
2 plátky	13,75	13,81	16,26	13,81
3 kostky	17,47	15,49	17,57	18,08
3 plátky	15,04	14,32	12,25	14,81
4 kostky	8,85	12,07	9,29	10,06
4 plátky	6,94	12,39	9,45	7,67



1: Srovnání tvrdosti texturovaných sójových proteinů, měřeno Warner-Bratzlerovým testem. Z grafu je patrný rozdíl tvrdosti mezi produkty různých výrobců.

1: Comparison of hardness of textured soy protein, measured by Warner-Bratzler test. The differences between various brand name products are obvious.

litě) a také odlišný extruzní proces a následné zpracování. Vliv tvaru nebyl významný – plátky a kostky stejného výrobce nevykazovaly průkazné rozdíly.

Také přidavek soli ovlivnil tvrdost sójového analogu. Ovšem je nutné dodat, že sůl způsobila jak pokles, tak vzrůst tvrdosti a její vliv je tedy nejednoznačný. Přidavek soli je běžným prostředkem k úpravě senzorických vlastností TSP a bylo současně zajímavé ověřit vliv na texturu. Přidavek soli může ovlivnit i rozpustnost některých proteinů a tím změnit texturní vlastnosti potravin.

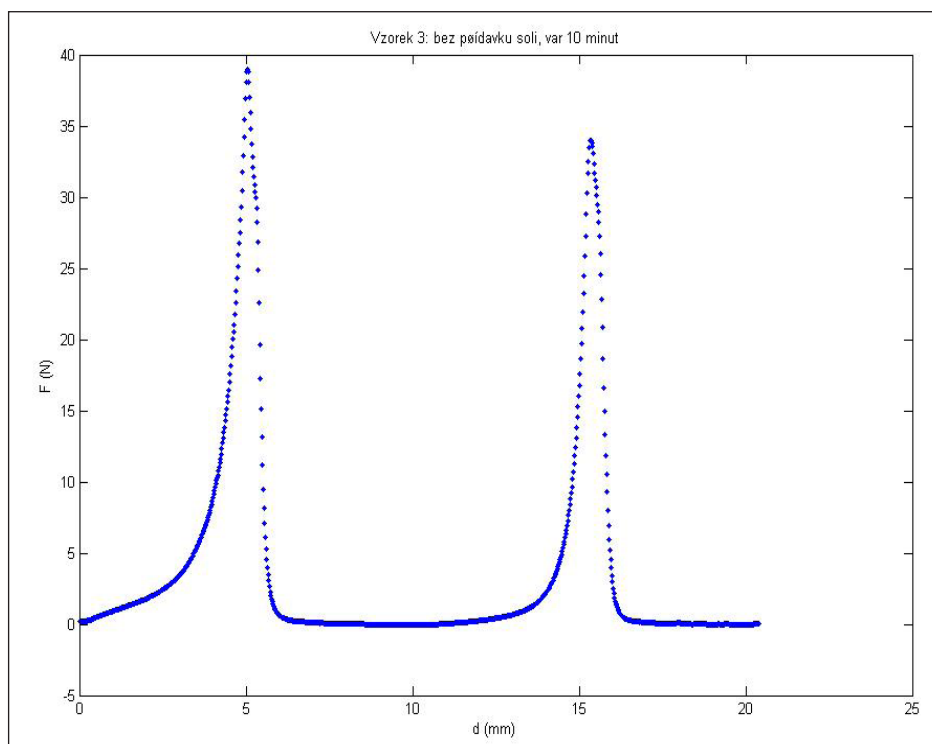
Bylo možné předpokládat, že prodloužením doby z 10 na 20 minut varu dojde ke snížení tvrdosti vzorků. Tvrdost se průkazně změnila, ale ne ve všech případech. U tří variant kostek došlo dokonce ke vzrůstu tvrdosti a to v průměru přibližně o 36 %. Naopak byl zjištěn statisticky průkazný pokles tvrdosti průměrně o 28 % u tří druhů sójových plátků.

Výsledky kompresního testu uvádí Tabulka II. Typický průběh celkové závislosti síla – stlačení ukazuje Obrázek 2. Podle multifaktoriální analýzy rozptylu byly také v tomto případě zjištěny rozdíly

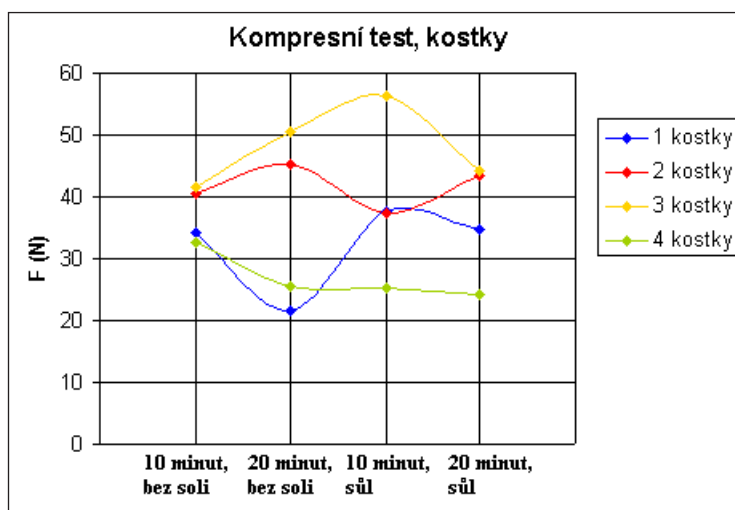
II: Tvrdost sójových masných analogů měřená kompresním testem

II: Hardness of textured soy protein measured by the compression test

Vzorek	Var 10 minut, bez soli (N)	Var 20 minut, bez soli (N)	Var 10 minut, sůl (N)	Var 20 minut, sůl (N)
1 kostky	34,23	21,63	37,58	34,70
1 plátky	42,89	48,47	38,94	37,65
2 kostky	40,4	45,16	37,44	43,4
2 plátky	45,09	32,27	39,53	36,29
3 kostky	41,48	50,47	56,41	44,12
3 plátky	52,88	52,66	37,84	30,77
4 kostky	32,53	25,62	25,33	24,22
4 plátky	26,79	12,50	29,92	32,88



2: Příklad typické celkové závislosti síla – stlačení (vzorek 3, bez přidavku soli, var 10 minut)
 2: Example of a typical force-deformation curve (sample 3, without addition of salt, cooking time 10 minutes)



3: Vliv soli a doby varu na texturu sójových analogů masa. Hodnoty tvrdosti byly zjištěny kompresním testem.
 3: The influence of salt addition and cooking time on the texture of soy meat analogues. The values of hardness were evaluated by the compression test

v tvrdosti zkoušených sójových analogů. Zřejmý byl rozdíl mezi obchodními značkami, obdobně u plátků i kostek. Pro srovnání můžeme uvést opět variantu s dvacetiminutovou dobou varu a přidavkem soli, kdy byly naměřeny hodnoty tvrdosti od 24,22 N, až do 44,12 N. Obecně lze určit vzorky výrobců 1 a 4 jako měkčí texturovaný protein a vzorky 2 a 3 jako tvrdší (Obrázek 3).

Při srovnání dvou dob varu (10 a 20 minut) u všech 16 možných variant vzorků byl objeven průkazný

rozdíl pouze mezi čtyřmi vzorky (lišily se TSP 2 a 4 bez přidavku soli).

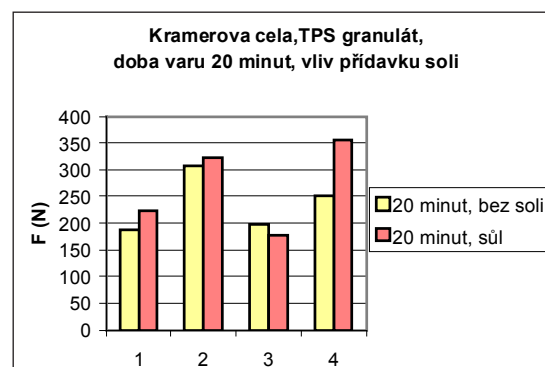
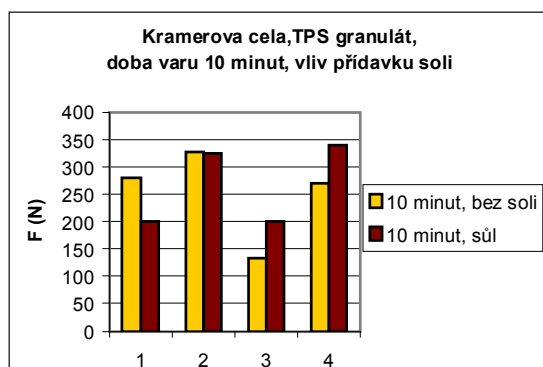
Porovnávali jsme také vliv soli na texturu. U plátků došlo s přidavkem soli k významnému poklesu tvrdosti v polovině případů, u kostek došlo ke vzrůstu tvrdosti ve dvou případech z osmi možných.

Výsledné hodnoty tvrdosti TSP jsme srovnávali s výsledky jiných autorů. Hodnoty tvrdosti (272,5 N) zjištěné JAMESEM (2007) jsou nesrovnatelně vyšší než výsledky našich pozorování, pravděpodobně

III: Tvrdost texturovaného sójového granulátu měřena pomocí Kramerovy cely

III: Hardness of textured soy granulated product measured by the Kramer shear cell

Vzorek	Var 10 minut, bez soli (N)	Var 20 minut, bez soli (N)	Var 10 minut, sůl (N)	Var 20 minut, sůl (N)
1 granulát	280,12	188,07	199,84	223,36
2 granulát	326,62	307,13	325,35	323,44
3 granulát	133,94	196,68	199,23	177,81
4 granulát	270,57	252,02	340,51	354,07



4: Výsledky měření tvrdosti sójových texturovaných granulátů. Měřeno metodou Kramerovy cely. Grafy vyjadřují efekt přidavku soli při 10 a 20 minutách doby varu.

4: The results of hardness of textured soy granulated products. Measured by the Kramer shear cell. The figure show the effect of salt addition and cooking time (10 or 20 minutes).

z důvodů rozdílné přípravy vzorků a velmi odlišné metody měření (komprese vzorku pouze na 50 %). CROWE, JOHNSON (2001) zjistili hodnoty v rozmezí od 7,0 do 11,4 N. Tyto hodnoty jsou srovnatelné, ale nižší než výsledky našich pokusů. Vědci opět uvádějí odlišnou přípravu vzorků – komprese 10 g TSP v hliníkové cele rychlostí 5 mm/s na 70 % původní výšky. Potvrzuje se tak, že nejednotnost metodik znesnadňuje porovnávání výsledků. Lze však souhlasit s tvrzením autorů LIN, HUFF, HSIEH (2000), že změny tvrdosti sójových analogů masa souvisejí významně s teplotou při extruzi s vlhkostí extrudovaného materiálu, tj. i vařením.

Metoda měření Kramerovou celou byla využita u granulovaného materiálu, který tvarově znemožňuje využití ostatních metod. Také v tomto případě jsme mohli pozorovat odlišnosti vzorků jednotlivých výrobců. Tabulka III uvádí souhrnné výsledky. Můžeme znovu uvést extrémní hodnoty tvrdosti při době varu 20 minut v osolené vodě, které se pohybovaly od 177,81 N do 354,07 N. Projevily se statisticky průkazné rozdíly v tvrdosti. Nejnižší tvrdost byla zaznamenána u vzorku číslo 3, produkty výrobce 1 a 4 vykazovaly vyšší tvrdost.

Prodloužení doby varu na 20 minut zapříčinilo znatelný pokles tvrdosti pouze ve dvou případech. S přidáním soli tvrdost ve většině případů mírně stoupala, u dvou vzorků TSP byl naměřen pokles tvrdosti (Obrázek 4).

ZÁVĚR

Texturovaná sójová bílkovina je velmi nehomogenní materiál, jeho struktura je nepravidelná a pórovitá. Tyto charakteristiky znesnadňují přesné měření fyzikálních vlastností. Fakt, že podle získaných výsledků je sensorická tvrdost této potraviny velmi ovlivněna původem vzorku a jeho výrobcem, naznačuje, že zásadní vliv na texturu TSP má surovina a technologický postup výroby.

Můžeme dojít k závěru, že je zřetelný vliv obchodní značky produktu, avšak vliv přidavku soli a doby varu na tvrdost materiálu není jednoznačný. Obdobných výsledků bylo dosaženo měřením všemi třemi instrumentálními metodami – Warner-Bratzlerovým testem, kompresní zkouškou i Kramerovou celou v případě granulovaných výrobků.

Sójové analogy masa jsou potravinou, u které textura společně s chutí a vůní přispívá k celkové sensorické přijatelnosti. Také nepřiměřená kulinární úprava tzv. "sójového masa" může vést k neočekávaným texturním vlastnostem, které nejsou srovnatelné s hovězím či vepřovým masem, následně dochází ke snížení oblíbenosti. Pokud se ovšem konzumenti budou setkávat s nepříjemnou texturou analogu, nebudou zařazovat tuto potravinu do svého jídelníčku a připraví se tak o cenný zdroj bílkovin a dalších zdravích prospěšných látek pocházejících ze sóji.

SOUHRN

Práce zabývající se texturovaným sójovým proteinem (TSP) se soustředila na texturní vlastnosti a jejich měření. Textura je významným parametrem přijatelnosti spotřebiteli stejně jako chuť nebo vůně. Rostlinné bílkovinné produkty, sójové analogy masa nevyjímaje, jsou vyráběny obvykle z mouky procesem texturace, která dává výsledným produktům pórovitou a houbovitou strukturu. Bereme-li v úvahu, že TSP by mělo být náhražkou masa, lze předpokládat, že by mělo mít také obdobné texturní vlastnosti. Dalším cílem práce bylo také srovnání vlivu rozdílné doby varu a přídavku soli na tvrdost sójových masných analogů.

Během studie byla hodnocena široká škála obecně známých texturovaných produktů (kostky, plátky, granulát) od různých výrobců, které byly zakoupeny v běžné obchodní síti. Vzorky byly připravovány za kontrolovaných podmínek a následně byl zhodnocen efekt prodloužení doby varu z 10 na 20 minut a přídavku soli do vody během varu. K hodnocení texturních vlastností byl použit laboratorní přístroj Tira test 27025. Tvrdost vzorků byla hodnocena třemi objektivními metodami: Warner-Bratzlerovým (W-B) testem, kompresním testem a Kramerovou celou. Ke statistickému vyhodnocení rozdílů mezi výsledky bylo využito metody analýzy rozptylu (ANOVA) a metod následného testování ($p \leq 0,05$).

Pro shrnutí můžeme uvést, že byly zjištěny statisticky průkazné rozdíly v tvrdosti vzorků. Největší rozdíly vykazovaly vzorky různých výrobců. Rozdíly mezi odlišnou dobou varu a texturou vzorku byly také patrné, ale byly nejednoznačné.

texturovaná sójová bílkovina, tvrdost, textura, Warner-Bratzlerův test, kompresní test, Kramerova cela

SUMMARY

The study on textured soy protein (TSP) was concentrated on the textural properties and their measurement. The texture of TSP is as important for consumers' palatability as other sensory properties such as taste or flavor. The plant protein products including soy meat analogs are made usually of flour by the process of texturization that leads to the porous and spongy structure of the final product. As TSP should be consumed instead of meat it could be supposed to have similar textural properties. Related aim of the tests was the comparison of various cooking times and addition of salt on the hardness of the soy meat analogs.

In the study a range of TSP products was evaluated. A variety of cubes, slices and granulated products were obtained in the market and consisted of well-known commercial brands. Specimens were prepared under controlled conditions and the effects of cooking time (10 or 20 minutes) and the influence of additives (salt) during cooking were evaluated. A laboratory device used for measurements was a Tira test 27025. Three objective methods Warner-Bratzler (WB) shear test, compression test and Kramer shear cell test were used to evaluate the hardness of the samples. In order to determine the significant differences between the results a statistical method ANOVA and post-hoc tests were used.

To give a summary of the results we can conclude that there were significant differences in the hardness of the samples. The most significant ($p \leq 0.05$) was the effect of brand name and addition of salt. The differences between different cooking times were also noticeable.

Poděkování

Příspěvek byl zpracován s podporou interního grantu Mendelovy univerzity v Brně číslo 234/2102/IG290171 pro rok 2009.

LITERATURA

- BERK, Z., 1992: *Technology of production of edible flours and protein products from soybeans*: FAO Agricultural Services Bulletin No. 97. Rome, Italy: FAO of the United Nations. Dostupné z [www: <http://www.fao.org/docrep/t0532e/t0532e00.htm>](http://www.fao.org/docrep/t0532e/t0532e00.htm). ISBN 92-5-103118-5.
- CROWE, T. W., JOHNSON, L. A., 2001: Twin-Screw Extrusion Texturization of Extruded-Expelled Soybean Flour. *Journal of the American Oil Chemists' Society* [online], Vol. 78, No. 8 [cit. 2010-01-10],

s. 781–786. Dostupný z [www: <www.springerlink.com/index/F31476332440M8V1.pdf>](http://www.springerlink.com/index/F31476332440M8V1.pdf).

- FOEGEDING, E. A. *et al.*, 2003: Sensory and mechanical aspects of cheese texture. *International Dairy Journal* [online], Vol. 13 [cit. 2009-08-21], s. 585–591. Dostupný z [www: <http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6T7C-48R1WP0-1&_user=682557&_rdoc=1&_fmt=&_orig=search&_sort=d&_docanchor=&view=c&_acct=C000037478&_version=1&_urlVersion=0&_userid=682557&md5=0b466102bc5f388d114f56270a21ef1f>](http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6T7C-48R1WP0-1&_user=682557&_rdoc=1&_fmt=&_orig=search&_sort=d&_docanchor=&view=c&_acct=C000037478&_version=1&_urlVersion=0&_userid=682557&md5=0b466102bc5f388d114f56270a21ef1f).

- JAMES, M., 2007: *Physical and Chemical Attributes of a defatted Soy Flour Meat Analog*. University of Missouri-Columbia, 96 s., 21. Vedoucí diplomové práce Fu-Hung Hsieh. Dostupný z [www: <http://edt.missouri.edu/Winter2007/Thesis/JamesM-050307-T6721/short.pdf>](http://edt.missouri.edu/Winter2007/Thesis/JamesM-050307-T6721/short.pdf).
- KEARNS, J.P., 1989: *Extrusion of Texturized Protein*. In: APPLEWHITE, T. H. *Proceedings of the World Congress on Vegetable Protein Utilization in Human Foods and Animal Feedstuffs*. USA: American Oil Chemist' Society, s. 353–362. Dostupný z [www:<http://books.google.com/books?hl=cs&lr=&id=CuARGRnPGKUC&oi=fnd&pg=PA353&dq=related:N9edN5he048J:scholar.google.com/&ots=JQdppK8Ntz&sig=37fwyWg-MOn1VIsINGjkBWDXuZKs#v=onepage&q=&f=true>](http://books.google.com/books?hl=cs&lr=&id=CuARGRnPGKUC&oi=fnd&pg=PA353&dq=related:N9edN5he048J:scholar.google.com/&ots=JQdppK8Ntz&sig=37fwyWg-MOn1VIsINGjkBWDXuZKs#v=onepage&q=&f=true). ISBN 0-935315-25-X.
- MUELLER, I., et al., ST. LOUIS: SOLAE, LLC. *Meat Compositions Comprising Colored Structured Protein Products* [online]. [cit. 2009-07-16]. Dostupné z [www: <http://www.faqs.org/patents/app/20080260913>](http://www.faqs.org/patents/app/20080260913). IPC8 Class: AA23L1314F, USPC Class: 426 92.
- KATAYAMA, M., WILSON, L. A., 2008: Utilization of Soybeans and Their Components through the Development of Textured Soy Protein Foods. *Journal of Food Science*, Vol. 73, No. 3, s. 158–164.
- KILCAST, D., 2004: *Texture in Food, Volume 2 Solid Foods*. 1st edition. Cambridge, England: CRC Press, 537 s. ISBN 0-849325-37-4.
- Production of Textured Soy Protein (TSP). *Informační materiál Insta-Pro* [online]. 2009 [cit. 2009-09-12]. Dostupný z [www: <http://www.insta-pro.com/pdfs/TexturedSoyProtein.pdf>](http://www.insta-pro.com/pdfs/TexturedSoyProtein.pdf).
- LIN, S., HUFF, H. E., HSIEH, F., 2000: Texture and Chemical Characteristics of Soy Protein Meat Analog Extruded at High Moisture. *Journal of Food Science*, Vol. 65, No. 2, s. 264–269.
- SOCHOR, J., 2007: *Hodnocení textury masa fyzikálními a senzorickými metodami*. MZLU Brno. 111 s. Disertační práce.

Adresa

Ing. Šárka Hanzelková, prof. Ing. Jana Simeonovová, CSc., Ústav technologie potravin, Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika, e-mail: sarka.hanzelkova@gmail.com

