TEXTURAL PROPERTIES OF SOY MEAT ANALOGS

Hanzelková Š., Simeonovová J.

Department of Food Technology, Faculty of Agronomy, Mendel University of Agriculture and Forestry in Brno, Zemedelska 1, 613 00 Brno, Czech Republic

E-mail: sarka.hanzelkova@mendelu.cz

ABSTRACT

A texture of meat analogues made of soy flour is essential for consumer's perception of its palatability. Inappropriate hardness, springiness or chewiness can cause low interest in this valuable source of proteins. It is important to understand fundamentals of the physical properties of the textured soy protein in order to assure proper preparation of this food. A range of food products made from textured soy protein (TSP) known also as "soy meat" were studied for their textural properties. Samples produced by various producers were obtained in the market. It was a variety of stripes, cubes and slices made from TSP. Textural properties were measured by three objective methods: Warner – Bratzler (WB) shear device, Kramer shear cell and the compression test on a device Tira test 27025. Specimens were prepared from the TPS which was boiled under controlled conditions. The effect of cooking time and the influence of addition of salt during cooking were evaluated. The results were compared to the experiment with beef. A statistical method (ANOVA) was used to determine the significance of the variable and the relationship between the results. In order to give a resume of the results the most significant was the effect of brand name and addition of salt. The differences between different cooking times were noticeable.

Key words: Textured soy protein, meat analogue, hardness, Warner–Bratzler test, compression test, Kramer shear cell test

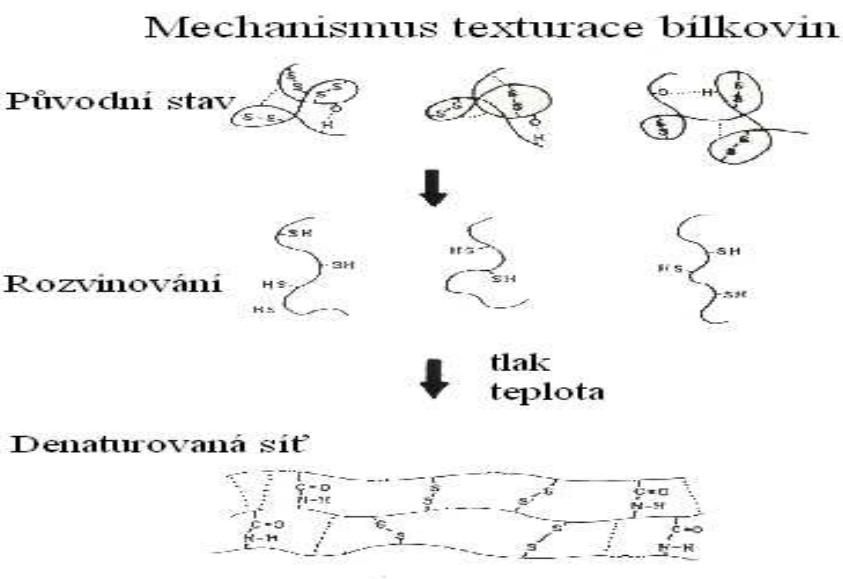
Acknowledgments: The study was supported by the internal grant No. 234/2102/IG290171 of Mendel University of Agriculture and Forestry in Brno.

ÚVOD

Sója luštinatá, která se botanicky řadí mezi luštěniny, se v potravinářství využívá jako náhrada živočišných bílkovin ve formě analogů masa, plnidel masných výrobků, sójových nápojů a potravin asijského původu (tofu, tepmpeh, sójová omáčka aj.). Moderní texturované formy výrobků se vyrábí od 60. let 20. století, kdy byla vyvinuta technologie výroby texturované sójové bílkoviny (Textured Soy Protein, TSP). Varný extruzní proces na jeho výrobu byl patentován Atkinsonem v roce 1970 (BERK, 1992). Hlavní a nespornou předností tzv. sójového masa je ekonomika výroby a kvalitní, dostupná a zdraví prospěšná surovina.

Texturovaná sójová bílkovina je nepravidelně tvarovaný produkt vyráběný extruzní texturací sójových bílkovin. Pro výrobu se používá odtučněná sójová mouka (50 % bílkovin, 1,5 % tuku), jež je vedlejším produktem při lisování sójového oleje. V prostoru extrudéru dochází k termoplastické extruzi. Podmínky extruze ovlivňují vlastnosti finálního výrobku, vysoká teplota a tlak zajišťují přeměnu hůře stravitelných složek na látky lépe stravitelné. Bílkoviny podléhají rychlé denaturaci (Obrázek 1), částečně se inaktivuje tripsin inhibitor, odpařuje se voda a dochází k nafouknutí materiálu. Žádoucím výsledkem je porézní, vláknitá struktura. Texturovaná sójová bílkovina vykazuje pozoruhodnou podobnost s masem ve vzhledu, textuře i pocitu, který vyvolávají v ústech (APPLEWHITE, 1989).

Obr. 1 Znázornění změn struktury, ke kterým dochází při vysokotlaké extruzi



FOEGEDING et al. (2003) uvádí obecnou definici textury, která zahrnuje reologické a strukturní vlastnosti produktu vnímané mechanickými, taktilními a případně zrakovými a sluchovými receptory. Dříve bylo k hodnocení texturních vlastností preferováno senzorické hodnocení, ale v současné době se stále více uplatňují instrumentální metody, které jsou objektivnější a lépe reprodukovatelné. Při přístrojovém měření textury masa a masných výrobků je velmi často využívaný Warner-Bratzler a kompresní nástavec, a proto byly použity také při zjišťování textury masných analogů v našich pokusech.

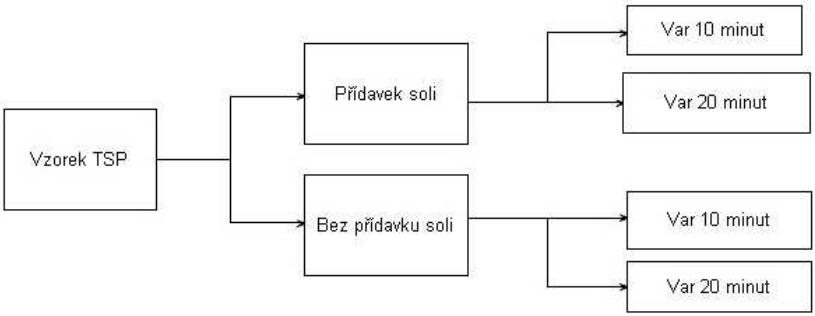
Projekt si kladl za cíl zhodnotit rozdíly v textuře sójových analogů masa, které jsou volně dostupné na českém trhu. Předpokládali jsme, že produkty různých výrobců a různých tvarových kategorií budou vykazovat rozdílné texturní vlastnosti. Ovšem nejen vstupní surovina a výrobní postup má vliv na finální vlastnosti potraviny. Významný může být také vliv kulinární přípravy. Z tohoto důvodu byly testovány odlišné doby varu a přídavek soli a výsledky byly vzájemně porovnány. V naší laboratoři byla v minulosti zpracovávána studie hovězího masa. Těchto výsledků jsme využili pro srovnání hodnot tvrdosti masa a masných analogů.

MATERIÁL A METODIKA

Vzorky texturované sójové bílkoviny byly získány z běžné obchodní sítě. Sortiment na českém trhu zahrnuje plátky velikosti steaku, kostky, kousky a granulát. Pro potřeby studie byli výrobci z důvodů ochrany identity označeni čísly 1, 2, 3 a 4. Testovány byly tři základní druhy produktů: plátky, kostky a granuláty.

Testy byly provedeny na Ústavu technologie potravin MZLU ve fyzikální laboratoři, která je vybavena přístrojem pro měření texturních vlastností potravin Tira Test 27025. Základní příprava vzorků probíhala obdobně u všech tří tvarových druhů. Vzorky TSP byly přidány do vroucí vody a doba varu byla 10 nebo 20 minut dle metodiky (Obrázek 2). 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-Bratzler testem, kompresní zkouškou a měření pomocí Kramerovy cely.

Obr. 2 Znázornění změn struktury, ke kterým dochází při vysokotlaké extruzi



Warner-Bratzler test simuluje skousnutí vzorku řezáky a síla k tomu potřebná vyjadřuje tvrdost potraviny. Z uvařených plátků a kostek byly připraveny hranolovité vzorky o hranách 10x10 mm Warner-Bratzlerovým nožem tvaru V byl vzorek přestřižen (rychlost pohybu příčníku 10 mm/min). Maximum střihové 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 10x10x10 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 střihové 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, jež odpovídá tvrdosti produktu.

VÝSLEDKY A DISKUZE

Měřením na Tira Testu byly u všech tří metod získány hodnoty tvrdosti TSP, vyhodnocení je nutné provést odděleně vzhledem k odlišnosti průběhu zkoušky. Všechny pokusy byly statisticky vyhodnoceny (ANOVA) k posouzení statistické průkaznosti rozdílů.

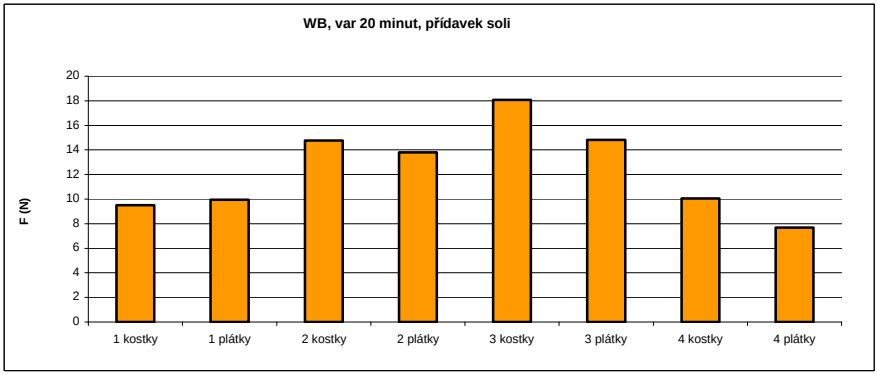
Mezi výsledky testu Warner-Bratzler u sójových plátků i kostek různých výrobců byly nalezeny statisticky průkazné rozdíly a můžeme říct, že svojí tvrdostí nejsou všechny totožné. Souhrnné výsledky W-B testu ukazuje Tabulka 1.

Tab. 1 Tvrdost TSP (N) měřená dle Warner-Bratzler testu

Vzorek	10 minut, bez soli (N)	20 minut, bez soli (N)	10 minut, sůl (N)	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

Nejvýraznější rozdíly v textuře vykazovaly výrobky různých výrobců (Graf 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 kvalitě) a také odlišný extruzní proces a následné zpracování. Vliv tvaru nebyl výrazný – plátky a kostky stejného výrobce nevykazovaly průkazné rozdíly.

Graf 1 Variabilita tvrdosti (WB test) u plátků a kostek různých výrobců



Také přídavek soli ovlivnil tvrdost sójového analogu. Ovšem je nutné dodat, že sůl způsobila jak pokles, tak vzrůst tvrdosti a její vliv je tedy nejednoznačný.

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 o průměrně 28 % u tří druhů sójových plátků.

Výsledky kompresního testu uvádí Tabulka 2.

Tab. 2 Tvrdost TSP (N) jako výsledek kompresního testu

Vzorek	10 minut, bez soli (N)	20 minut, bez soli (N)	10 minut, sůl (N)	20 minut, sůl (N)
1 kostky	34,23	21,63	37,58	34,7
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	12,5	29,92	32,88

Podle multifaktoriální analýzy rozptylu byly také v tomto případě zjištěny rozdíly 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 přídavkem 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.

Při srovnání dvou dob varu (10 a 20 minut) u všech 16 možných variant vzorků byl objeven průkazný rozdíl pouze mezi 4 vzorky (lišily se TSP 2 a 4 bez přídavku soli).

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

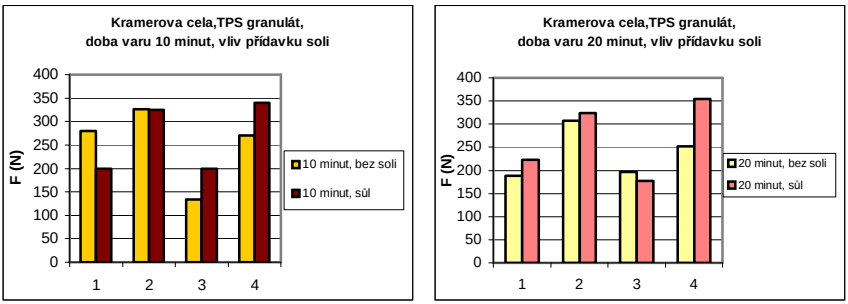
Metoda měření Kramerovou celou byla využita u granulovaného materiálu, který znemožňuje využití ostatních metod). Také v tomto případě jsme mohli pozorovat odlišnosti vzorků jednotlivých výrobců. Tabulka 3 uvádí souhrnné výsledky. Můžeme znovu uvést extrémní hodnoty tvrdosti při době varu 20 minut v osolené vodě, které se pohybovaly od 177,81 N to 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.

Tab. 3 Tvrdost (N) sójových granulátů zjištěná metodou Kramerovy cely

Vzorek	10 minut, bez soli (N)	20 minut, bez soli (N)	10 minut, sůl (N)	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

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 (Graf 3).

Graf 2 Tvrdost (N) granulovaných výrobků. Výsledky vyjadřují efekt přídavku soli při 10 a 20 minutách doby varu.



V předchozích experimentech jsme obdobným způsobem hodnotili také texturu hovězího masa. Výsledky pokusu jsme využili pro vytvoření srovnání textury masa a masných analogů.

Tab. 4 Srovnání tvrdosti TSP a hovězího masa

WB (N)		Komprese (N)		Kramer (N)	
Hovězí (2 týdny zrání)	TSP (sůl, var 20 minut)	Hovězí (2 týdny zrání)	TSP (sůl, var 20 minut)	Hovězí (2 týdny zrání)	TSP (sůl, var 20 minut)
86,2	12,33	209,51	35,5	1050,57	269,67

Z výsledků pokusů (Tabulka 4) vyplývá, že průměrná tvrdost měřená Warner-Bratzler testem u hovězího masa po dvoutýdenním zrání je mnohem vyšší než tvrdost texturované sójové bílkoviny. V případě kompresního testu byla u hovězího masa zjištěna hodnota 228,28 N. Také v tomto případě jsou hodnoty tvrdosti na skusu stoličkami u TPS řádově nižší. Stejného výsledku bylo dosaženo i v případě srovnání tvrdosti mletého hovězího masa a sójového granulátu. Po srovnání s výsledky u masného analogu zjistíme, že texturovaná sójová bílkovina má průměrně výrazně nižší tvrdost a texturními vlastnostmi nesnese srovnání s hovězím masem.

ZÁVĚR

V souvislosti se současným trendem snižování spotřeby tzv. červeného masa (především hovězího masa) a s požadavkem na dietu s nízkým obsahem cholesterolu se stala texturovaná sójová bílkovina populární potravinou mezi širším spektrem spotřebitelů. 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 zdraví prospěšných látek pocházejících ze sóje. Ale 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.

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 senzorická tvrdost této potraviny velmi ovlivněna původem vzorku a jeho výrobcem, naznačuje, že zásadní vliv na texturu TSP má technologický postup výroby. Můžeme dojít k závěru, že je zřetelný vliv obchodní značky produktu, přídavku soli a doby varu na tvrdost materiálu. Z našich pokusů vyplývá, že produkty různých výrobců nejsou z hlediska texturních vlastností identické a existují velké rozdíly. Kuchyňská příprava má nižší vliv na tvrdost sójových analogů než typ výrobku, ale rozdíly se také vyskytují. Přídavek soli měl výraznější vliv než doba varu. Prodloužení varu z 10 na 20 minut nemělo jednoznačný vliv na tvrdost potraviny, zaznamenali jsme jak pokles, tak vzrůst tvrdosti. Obdobných výsledků bylo dosaženo měřením všemi třemi instrumentálními metodami – Warner-Bratzler testem, kompresní zkouškou i Kramerovou celou v případě granulovaných výrobků.

LITERATURA

APPLEWHITE, T. H. *Proceedings of the World Congress on Vegetable Protein Utilization in Human Foods and Animal Feedstuffs*. USA: American Oil Chemist´ Society, 1989. 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=37fwyWgMOn1VIsINGjkBWDXuZKs#v=onepage&q=&f=true>. ISBN 0–935315-25-X. Extrusion of Texturized Protein, Kearns, J.P. et al., s. 353-362.

BERK, Zeki. *Technology of production of edible flours and protein products from soybeans*: *FAO Agricultural Services Bulletin No. 97*. Rome, Italy: FAO of the United Nations, 1992. Dostupné z WWW: <http://www.fao.org/docrep/t0532e/t0532e00.htm>. ISBN 92-5-103118-5.

FOEGEDING, E. Allen, et al. Sensory and mechanical aspects of cheese texture. *International Diary Journal* [online]. 2003, 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>.