

# SLEDOVÁNÍ TEXTURNÍ PROFILOVÉ ANALÝZY U MODIFIKOVANÝCH TUKŮ ZE ZVĚŘINY

## MONITORING TEXTURE PROFILE ANALYSIS OF MODIFIED VENISON FATS

Tereza Novotná<sup>1</sup> – Robert Gál<sup>1</sup> – Pavel Mokrejš<sup>2</sup> – Jana Pavlačková<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Ústav technologie potravin <sup>2</sup>Ústav inženýrství polymerů <sup>3</sup>Ústav technologie tuků, tenzidů  
a kosmetiky Fakulta technologická, Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Vavrečkova 5669, 760 01 Zlín

<https://doi.org/10.11118/978-80-7509-996-9-0273>



### ABSTRAKT

Práce se zabývá změnou texturních vlastností v různých podmínkách enzymatické modifikace dančího loje. K optimalizaci modifikace byl využit Taguchi design se třemi procesními faktory na třech úrovních; množství vody (8; 16; 24 %), množství enzymu (2; 4; 6 %) a teplotě (2; 4; 6 h). Za pomoci texturní profilové analýzy byla zjištěna tvrdost, roztíratelnost, lepivost a relativní lepivost. Výsledky byly hodnoceny dle zjištěného stupně hydrolýzy, který byl v rozmezí od 17,86 % do 49,60 %. Tvrdost byla v rozmezí 21,84–51,02 N, roztíratelnost 17,11–42,77 N/s, lepivost byla od –0,39 do –3,48 N a relativní lepivost od –0,01 do –0,06 N/s. Výsledky texturní profilové analýzy modifikovaného dančího loje jsou důležité pro jeho následné využití v potravinářství, v kosmetickém či farmaceutickém průmyslu.

*Klíčová slova: živočišné tuky, dančí lůj, modifikace, analýza texturního profilu, lipasa, Taguchi design*

### ABSTRACT

The work deals with the change of textural properties under various conditions of enzymatic modification of deer tallow. Taguchi design was used to optimize the modification with three process factors at three levels; water content (8; 16; 24 %), enzyme content (2; 4; 6 %) and temperature (2; 4; 6 h). Hardness, spreadability, stickiness and adhesiveness were determined using texture profile analysis. The results were evaluated according to the observed degree of hydrolysis, which ranged from 17,86% to 49,60%. The hardness ranged from 21,84–51,02 N, the spreadability ranged from 17,11–42,77 N/s, the stickiness ranged from –0,39 to –3,48 N and the adhesiveness ranged from –0,01 to –0,06 N/s. The results of the textural profile analysis of the modified deer tallow are important for its subsequent use in the food industry, cosmetic or farmaceutic industry.

*Keywords: animal fats, deer tallow, modification, texture profile analysis, lipases, Taguchi design*

### ÚVOD / INTRODUCTION

Při dnešní spotřebě masa vzniká značné množství odpadních živočišných zbytků, včetně tuků. Zpracování těchto druhotných tuků je žádoucí z hlediska získání produktů s vyšší přidanou hodnotou, ale rovněž z pohledu snížení zátěže pro životní prostředí (Simpson et al., 2019).

Celosvětová produkce zvěřiny tvoří minoritní podíl, ale v mnoha regionech představuje významný podíl v masném průmyslu (Ceacero et al., 2020). V 70. letech 20. století se světový obchod se zvěřinou odhadoval na jeden milion tun ročně (Kudrnáčová et al., 2020). Ovšem od té doby se tato produkce postupně zvýšila a dnes dosahuje hodnoty kolem dvou milionů tun ročně (Costa et al., 2016). Průměrná spotřeba zvěřiny v ČR za rok se pohybuje kolem 1 kg na osobu (Lesy ČR, 2023). Loje se patří mezi velmi tvrdé tuky, které obsahují málo nenasycených mastných kyselin, a proto jsou stabilnější než jiné zvířecí tuky (James et al., 2002).

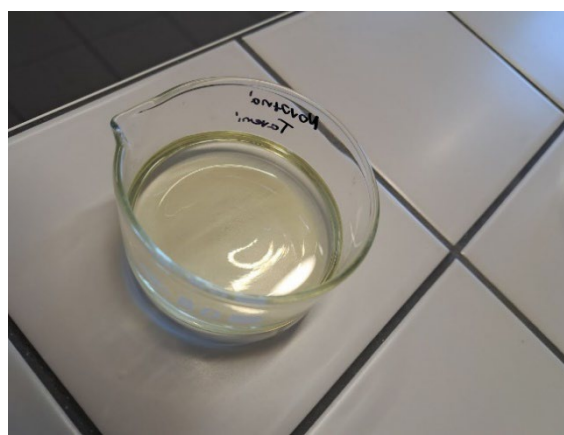
Tuky a oleje jako přírodní produkty nemají vždy vlastnosti potřebné pro specializované účely. Na druhou stranu mohou existovat suroviny, které mají ideální požadované vlastnosti, ale jsou příliš drahé nebo jich je omezené množství. Modifikace olejů a tuků nabízí vhodné řešení. Techniky používané k modifikaci tuků a olejů mění především jejich fyzikální vlastnosti tak, aby vyhovovaly potřebám daného účelu (Bockisch, 1998). Jednou z možností modifikace tuků je enzymatické opracování.

## MATERIÁL A METODIKA / MATERIAL AND METHODS

Pro účely modifikace tuků byl využit lůj z daňky evropského (*Dama dama*), který byl dodán firmou Venison CZ s.r.o. (Míšovice, Česká republika). Opracování a modifikace dančího loje probíhala v několika krocích: homogenizace a purifikace, hydrolýza tuku a charakterizace vlastností. Získaná tuková tkáň obsahovala významné množství svalových bílkovin, a proto byla nutná homogenizace a purifikace. Surovina byla rozmělněna ve dvou technologických krocích za pomoci řezačky na maso (Braher P22/82, San Sebastian, Španělsko) přes řezací soustavu dvou děrovaných desek s otvory tvaru ledviny a následně přes desku s otvory 13 mm. Mezi řezacími deskami byl použit oboustranný nůž. Rozmělněná surovina byla tavena při teplotě 70 °C v sušárně po dobu 2 hodin. Po vytavení byl tuk přefiltrován přes několik vrstev tkaniny a byl získán čistý tuk a bílkovinné a jiné nečistoty, které tvořily asi 30 % hmotnosti. Na Obr. 1 je zobrazen dančí lůj.



(a)



(b)

**Obrázek 1:** (a) – surový dančí lůj, (b) – přečištěný dančí lůj

Enzymová modifikace tuku probíhala pomocí enzymu Lipex® Evity 200 L (Novozymes, Kodaň, Dánsko). K optimalizaci procesu modifikace byla využita metoda Taguchi design, kdy se jedná o metodu více faktorových experimentů. Metoda je využívána i v průmyslu, kdy se snižují náklady tím, že se minimalizuje

počet experimentů na takové množství, aby bylo možno ze získaných výsledků popsat jednotlivé vlivy zkoumaných faktorů. Bylo vyrobeno 10 vzorků podle faktorové metodiky 3<sup>2</sup>. Mezi sledované faktory při modifikaci tuků se řadí množství vody (faktor A), množství enzymu (faktor B) a doba enzymatického opracování (faktor C). K čistému tuku dle faktoru A byla přidána voda (8; 16; 24 %) a enzym dle faktoru B (2; 4; 6 %). Kádinka se směsí byla vložena do vodní lázně o teplotě 50 ± 0,5 °C a při stálé teplotě byla promíchávána po dobu dle faktoru C (2; 4; 6 h). Po uplynutí doby hydrolýzy byl enzym inaktivován zahřátím směsi přibližně na teplotu 85 °C po dobu 5 minut. Následně byl přidán silikagel a směs byla přefiltrována přes filtrační papír pomocí Büchnerovy nálevky do baňky, kdy použité laboratorní sklo bylo zahřáté na teplotu asi 100 °C.

### ***Stupeň hydrolýzy***

Stupeň hydrolýzy byl stanoven za pomoci metodiky podle American Oil Chemists' Society methods (AOCS, 1998). Ke stanovení bylo zapotřebí změření čísla kyselosti (AV) a čísla zmýdelnění (SV) originálního tuku (O) a hydrolyzovaného tuku (H). Z naměřených hodnot byl vypočítán stupeň hydrolýzy (DH) podle rovnice (1):

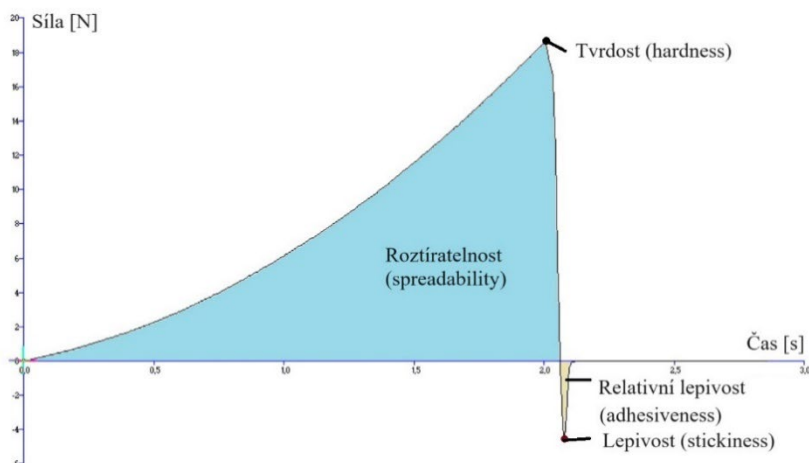
$$DH (\%) = \frac{AV_H}{SV_O - AV_O} \times 100 \quad (1)$$

### ***Texturní profilová analýza***

Texturní vlastnosti byly měřeny modifikovanou metodou, která byla aplikovaná na polotuhé matrice (Glibowski et al., 2008) za pomoci TA.XT Plus Texture Analyzer (Stable Micro Systems Ltd, Godalming, UK). Měření bylo provedeno penetrometricky pomocí sondy HDP/SR v hloubce 2 mm na daný vzorek a rychlost sondy byla 1 mm/s. Vzorky byly 24 hodin před měřením roztaveny a nality do misek a ponechány při laboratorní teplotě 21 °C po dobu 2 hodin. Následně byly misky se vzorky uloženy do lednice (4 °C) po dobu 22 hodin a před měřením byly misky očištěny. Každý vzorek byl změřen čtyřikrát. Z naměřených hodnot byla stanovena průměrná hodnota texturních parametrů tvrdost (hardness), roztíratelnost (spreadability), lepivost (stickiness) a relativní lepivost (adhesiveness). Na Obr. 2a je zobrazeno měření texturních vlastností a na Obr. 2b je vyobrazena modelová křivka.



(a)



(b)

**Obrázek 2:** (a) – měření texturních vlastností, (b) – modelová křivka

## VÝSLEDKY A DISKUZE / RESULTS AND DISCUSSION

Podmínky modifikace a výsledky texturní profilové analýzy jsou zaznamenány v Tab. 1.

**Tabulka 1:** Podmínky modifikace a výsledky texturní profilové analýzy

| Faktor A [%] | Faktor B [%] | Faktor C [h] | Stupeň hydrolýzy [%] | Tvrlost [N] | Roztíratelnost [N/s] | Lepivost [N] | Relativní lepivost [N/s] |
|--------------|--------------|--------------|----------------------|-------------|----------------------|--------------|--------------------------|
| 8            | 2            | 2            | 23,93                | 22,76±0,1   | 18,79±0,2            | -1,91±0,3    | -0,05±0,01               |
| 8            | 2            | 6            | 17,86                | 31,66±0,7   | 25,05±0,9            | -1,79±0,1    | -0,03±0,003              |
| 8            | 6            | 2            | 18,73                | 24,74±0,9   | 21,95±1,3            | -3,48±0,9    | -0,06±0,009              |
| 8            | 6            | 6            | 31,97                | 32,08±1,2   | 26,55±1,4            | -2,60±0,7    | -0,05±0,009              |
| 24           | 2            | 2            | 31,46                | 35,70±1,5   | 28,26±1,2            | -2,14±0,3    | -0,04±0,005              |
| 24           | 2            | 6            | 44,75                | 50,86±1,6   | 42,77±1,2            | -0,39±0,2    | -0,01±0,01               |
| 24           | 6            | 2            | 43,58                | 39,60±1,3   | 31,57±1,5            | -1,43±0,8    | -0,03±0,01               |
| 24           | 6            | 6            | 49,60                | 51,02±1,3   | 41,72±0,8            | -1,19±0,3    | -0,03±0,002              |
| 16           | 4            | 4            | 44,00                | 36,57±1,2   | 31,73±1,2            | -2,73±0,4    | -0,05±0,01               |
| 16           | 0            | 4            | –                    | 21,84±0,1   | 17,11±0,2            | -0,68±0,2    | -0,05±0,01               |

Faktor A – množství vody v reakci; faktor B – množství enzymu v reakci; faktor C – doba reakce

### Stupeň hydrolýzy

Stupeň hydrolýzy byl v rozmezí 17,86–49,60 %, kdy velikost byla nejvíce ovlivněna množstvím vody v reakci. Se zvyšujícím se množstvím vody v reakci se zvyšoval i stupeň hydrolýzy. Nejvyššího stupně hydrolýzy bylo dosaženo při 24% množství vody, 6% množství enzymu v reakci a 6 hodinách doby reakce, zatímco nejnižšího stupně hydrolýzy bylo dosaženo při 8% množství vody, 2% množství enzymu a 6 hodinách doby reakce.

Ve studii Carvalho et al. (2009) byl enzymaticky modifikován lososový olej za pomoci mikrobiální lipasy. Během enzymatického opracování byly použity 3 různé enzymy a reakce probíhala při třech různých teplotách (35–45 °C), přídavek enzymu byl 100–500 U/g a různém poměru vody a oleje. Během studie byly použity 4 různé časy reakce (6–48 hodin). Dle použitého enzymu a podmínek reakce se stupeň hydrolýzy pohyboval

od 1,0–57,2 %. Velikost stupně hydrolýzy se zvyšovala s vyšším množstvím vody v reakci a vyšším množstvím enzymu. Hodnota tohoto parametru je velmi podobná jako v prezentovaných výsledcích. Byl potvrzen také trend, kdy se zvyšujícím se množstvím vody a enzymu v reakci se zvyšuje i stupeň hydrolýzy.

### ***Texturní profilová analýza***

Tvrdost vzorků byla nejvíce ovlivněna časem reakce, kdy vyšších hodnot dosahovaly vzorky, které byly opracovány při delší době reakce (<4 h). Nejnižších hodnot tvrdost dosahovala při krátké době reakce kolem 2 hodin. Bylo vysledováno, že při vyšším množství vody v reakci byla zjištěna i vyšší tvrdost vzorků. Při porovnání se stupněm hydrolýzy byla zjištěna vyšší tvrdost vzorků s vyšší hodnotou stupně hydrolýzy. Dančí lůj, který nebyl podroben enzymatické modifikaci, měl nejnížší hodnotu tvrdosti, která mohla být také způsobena vyšší lámavostí dančího loje.

Parametr roztíratelnosti byl stejně jako tvrdost nejvíce ovlivněn časem reakce. Vyšší hodnota byla zjištěna u vzorků, které byly opracovány při delší době reakce a také při vyšším množství vody použité během reakce. Při vyšším stupni hydrolýzy byla zjištěna i vyšší hodnota roztíratelnosti. Nejnížší roztíratelnost byla zjištěna u vzorku, který nebyl enzymaticky modifikován.

Lepivost je důležitým parametrem zejména z hlediska následného využití takto připraveného tuku. Hodnoty lepivosti byly od 0,39 do 3,48 N. Lepivost byla ovlivněna zejména časem reakce, kdy nižší hodnoty lepivosti byly zjištěny u vzorků opracovaných při nižším množství vody a kratší době reakce. Se zvyšujícím se množstvím vody a delší dobou reakce se zvyšovala i hodnota lepivosti.

Relativní lepivost se pohybovala v rozmezí od 0,01 do 0,05 N/s a dosahovala tak nejnižších hodnot. Relativní lepivost nebyla příliš ovlivněna jednotlivými faktory.

Nebyly zjištěny žádné studie, které by se věnovaly texturním vlastnostem modifikovaných tuků, pouze byly provedeny studie u podobných druhů polotuhých matric (másla). Ve studii Ziarno et al. (2023) byly sledovány texturní vlastnosti másla a substituentů másla. Texturní vlastnosti byly měřeny při různých teplotách. Pro porovnání byla zvolena teplota 4 °C. Tvrdost byla v rozmezí 2,61 N do 19,28 N a námi zjištěná hodnota byla až dvakrát vyšší než nejvyšší hodnota zjištěná ve studii. Roztíratelnost se pohybovala v rozmezí od 13,21 N/s do 94,62 N/s a lepivost od –1,01 do –5,03 N. Uvedený rozsah hodnot odpovídá hodnotám zjištěných u zkoumaných vzorků. Relativní lepivost byla v rozmezí od –3,92 do –18,46 N/s, výsledky u připraveného dančího tuku byly až 100krát nižší.

### **ZÁVĚR / CONCLUSIONS**

Podmínky hydrolýzy dančího loje ovlivnily texturní vlastnosti. Ovlivněna byla především tvrdost a roztíratelnost vzorků, kdy tyto parametry po enzymatické modifikaci dosahovaly vyšších hodnot. Nejvíce texturní parametry ovlivňovalo množství vody v reakci a doba reakce. Charakteristika texturních parametrů se ukazuje jako významná pro přípravu matric v kosmetickém nebo farmaceutickém průmyslu.

## PODĚKOVÁNÍ / ACKNOWLEDGEMENT

Príspevek byl zpracován s podporou IGA/FT/2024/005.

## LITERATURA / REFERENCES

AOCS (1998): Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemist's Society; AOCS: Champaign, IL.

Bockisch, M. (1998): Fats and Oils Handbook - 6.1.1 Summary and Process Overview. 448. AOCS Press. Dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt0068MY01/fats-oils-handbook/summary-process-overview>

Carvalho, P.O.; Campos, P. R. B.; Noffs, M. D'A.; Fregolente, P. B. L.; Fregolente, L. V. (2009): Enzymatic hydrolysis of salmon oil by native lipases: Optimization of process parameters. Journal Brazilian Chemical Society. 117–124.

Ceacero, F.; Clar, M. A.; Ny, V.; Kotrba, R. (2020): Differential effects of ruminally protected amino acids on fattening of fallow deer in two culling periods. Animal. 14(3), 648-655. DOI:10.1017/S1751731119002325

Costa, H.; Mafra, I.; Oliveira, M. B. P. P.; Amaral, J. S. (2016): Game: Types and composition. Encyclopedia of Food and Health. 177–183. DOI: 10.1016/B978-0-12-384947-2.00345-7

Glibowski, P.; Zarzycki, P.; Krzepkowska, M. (2008): The Rheological and Instrumental Textural Properties of Selected Table Fats. International Journal of Food Properties. 11, 678–686. DOI: 10.1080/10942910701622599

James, S. J.; James, C. (2002): Chilled and frozen storage. In Meat refrigeration; James, S. J.; James, C., Eds.; Woodhead Publishing: Sawston, United Kingdom. 207–229.

Kudrnáčová, E., Bartoň, L., Bureš, D., Hoffman, L. C. (2018): Carcass and meat characteristics from farm-raised and wild fallow deer (*Dama dama*) and red deer (*Cervus elaphus*): A review. Meat Science. 141, 9–27. DOI: 10.1016/j.meatsci.2018.02.020

Lesy ČR: Z lesa na váš stůl (2023): Online. Lesy ČR. Dostupné z: <https://www.zlesanastul.cz/>. [cit. 2024-02-09].

Simpson, B. K., Aryee, A. N. A., Toldrá, F. (2019): Byproducts from agriculture and fisheries: Adding value for food, feed, pharma, and fuels; John Wiley & Sons: Chichester, England. pp. 43–55. DOI:10.1002/9781119383956

*Kontaktní adresa / Contact Information: Ing. Tereza Novotná, Ústav technologie potravin, Fakulta technologická, Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Vavrečkova 5669, 760 01 Zlín, Česká republika, e-mail: t2\_novotna@utb.cz*