

# TERMICKÁ A HYDROTERMICKÁ ÚPRAVA SÓJOVÝCH BOBŮ

## *Thermic and Hydrothermic Processing of Soybean*

Ladislav Zeman, Jan Vavrečka, Miroslav Sikora, Petr Mareš

*Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Agronomická fakulta, Ústav výživy a krmení hospodářských zvířat*

**Summary:** Before the oil is extracted from soybeans, they are known as full fat soybeans. With the right processing, full fat soybeans can be used efficiently and profitably as animal feed. If properly processed, full fat soybeans can be efficiently and profitably used in animal feeding. Without that processing, full fat soybeans may, in fact, be harmful. To reach their full nutritional potential, soybeans must be treated with heat. Extrusion processing can provide the heat needed to enhance full fat soybeans' nutritional value.

**Keywords:** *soybean, heat processing, extrusion*

**Souhrn:** Z krmivářského pohledu jsou sójové boby před extrakcí nazývané jako „plnotučná sója“. Po termické nebo hydrotermické úpravě mohou být používány ve výživě zvířat. Zkrmování neupravených sójových bobů (surová sója) může být pro zvířata nebezpečné. Pro dosažení optimální výživné hodnoty musí sójové boby být tepelně ošetřeny. Extruze může být jedním ze základních procesů úpravy plnotučných sójových bobů.

**Klíčová slova:** *sójové boby, termické úpravy, extruze*

Pro zpracování sójových bobů se používá celá řada speciálních úprav. Mezi speciální úpravy řadíme především tepelné úpravy krmiv. Cílem tepelných úprav je zahřátím dosáhnout:

- snížení vlivu antinutričních faktorů limitujících jejich použití,
- zvýšení využitelnosti živin a zlepšení dietetických vlastností (např. sóji),
- snížení nebezpečí popřípadě vyloučení výskytu nežádoucích mikroorganismů,
- umožnění použití (živočišných i rostlinných odpadů) pro výživu zvířat,
- snížení ztrát živin.

Možnost použití tepelných úprav zpřístupňuje výrobcům tradičních krmných směsí i širokou oblast výroby speciálních krmných směsí pro domácí zvířata (pet food), ryby apod. Principem tepelných úprav je ošetření, které jednodušším způsobem a na vyšší technické úrovni nahrazuje dřívější úpravy vařením, pražením, pečením či pařením. Jednotlivé metody tepelných úprav používají buď suchého tepla, nebo kombinaci tepla a vlhka - vlhkého tepla. Vysokých teplot se často dosahuje zvýšením tlaku v pracovním prostoru, což má za následek změnu struktury a měrné hmotnosti konečného produktu. Tepelné úpravy jsou často také doplňovány mechanickými úpravami sóji (mačkání, drčení, lisování apod.).

### **Vliv tepelných úprav na živiny a další vlastnosti krmiva**

**Bílkoviny** - působením vyšších teplot, popř. v kombinaci s vyšší vlhkostí a tlakem dochází k denaturaci bílkovin a ke snížení aktivity inhibitoru trypsinu (TIA), což je velice důležité zvláště u surových sójových bobů, kdy je možno TIA snížit až o 90 %. Využití živin snížením TIA se zvyšuje o 5 – 10 %. I při vysoké teplotě (120°C), pokud je aplikována po krátkou dobu, se nezhoršuje využitelnost aminokyselin (lehce denaturovaný protein je lépe využitelný proteázami). Kritické hodnoty jsou nad 130°C. U skotu vyšší míra denaturace bílkovin je pozitivní, protože se zvyšuje podíl v bacheru nerozpustného N (by-pass protein), což je vlastně cílem tepelných úprav sóji pro skot. Pro skot je tedy možno používat teploty 130 - 140°C, pro prasata do 120°C. Silně denaturovaný protein má zhoršenou využitelnost, zvláště pokud dochází k Maillardově reakci, popř. tepelnému rozkladu aminokyselin.

**Škrob** - hydrotermickými úpravami při teplotách 120 - 130°C se dosahuje vyššího stupně zmazovatění škrobu. Škrob začíná bobtnat při 50 - 60°C u obilovin a 55 - 75°C u luštěnin. Optimální hodnoty pro zmazovatění pšeničného škrobu jsou vlhkost 20 % a teplota 120°C. Kromě zlepšení využitelnosti zmazovatělého škrobu

(škrob je částečně rozložený a lépe přístupný enzymům) působí jako přirozené pojivo a snižuje potřebu pojiv pro granulaci. Zmazovatělý škrob vytváří matrix, do které se lépe naváží přidané tuky, melasa a ostatní kapaliny, což zlepšuje kvalitu granulí.

**Tuky** - tepelně jsou denaturovány lipáza a lipooxidázy, zpomaluje se rozklad a oxidace tuků, zvyšuje se stabilita přidané tukové složky, což je důležité zvláště u směsí pro brojlery a pro ryby. Je prodloužena trvanlivost výrobku. Pokud dochází i k expandaci materiálu (nadouvání materiálu a porušení buněčných stěn) dochází k uvolnění více oleje z buněk a zpřístupnění vyššího podílu energie krmiva. To je důležité pro monogastry, kteří mají horší enzymatickou výbavu ke štěpení buněčných stěn.

Na tepelné úpravy jsou citlivé některé vitamíny. Většina antikocidů a antibiotik (až na výjimky), stejně tak probiotik, je stabilní a při tepelných úpravách nedochází k jejich ztrátám. Zchutňovač i přírodní mohou obsahovat různé estery, které začínají unikat - téskat při 100°C. Tyto se z tepelně upravené sóji rychle ztratí. Oleje, mentol, anýz, česnek jsou látky, které při vysoké teplotě oxidují a jsou rychle rozloženy. Pokud je

používáno zchutňovač je třeba konzultovat s dodavatelem a zvolit takové, u kterého je zajištěna odolnost proti tepelnému ošetření. Nejvíce jsou náchylné enzymy. U fytázy dochází ke ztrátám už při teplotách nad 70°C, u karbohydráz při 80°C. Krátkodobým působením vyšších teplot 140 - 160°C lze dosáhnout hlubšího rozrušení faktorů omezujících využití živin, jako jsou některé silice a terpeny. Pomocí tepelných úprav je možno redukovat obsah glukosinolátů v řepkovém extrahovaném šrotu, obsah alkylresorcinolů v otrubách a pod.

Co se týče hygieny krmiva, největší význam mají tepelné úpravy pro prevenci výskytu salmonel. Protože

### **Způsoby tepelných úprav a jejich charakteristika**

Tepelné úpravy můžeme dělit na dvě základní skupiny:

- metody používající suchého vzduchu (extruze, expandace, pufování - explodace, toustování, ozařování - hlavně mikronizace, fluidní ohřev aj.)
- metody používající vlhkého vzduchu (granulace, extruze, napařování a vločkování, aj.)

**Vločkování** je metoda používaná hlavně pro obiloviny. Principem je napařování obilky po dobu 5 - 20 minut, kdy stoupne teplota v zrna na 100 - 120°C a vlhkost na 18 - 20 %. Napařování se může provádět při atmosférickém tlaku či přetlaku. Voda v semeni se přemění v páru a semeno praskne buď již během napařování, či bezprostředně při mačkání (mezi dvěma válci). Délka napařování a síla stlačení při vločkování rozhoduje o kvalitě výsledného produktu. Ošetřením je možno dosáhnout zvýšení využitelnosti energie o 7 - 15 %. Metoda je používána hlavně pro mladá zvířata (telata, selata), pro prasata je nutno vytvořit výslednou vločku co nejtenčí. Vločky je třeba dosušet, popř. chladit, jinak existuje nebezpečí zaplísnění.

**Toustování** je založeno na krátkodobém působení (1 - 10 minut) vyšších teplot 140 - 160°C. Toustování může být opět doplněno mačkáním na vločky. Toustování je používáno především pro sójové boby, zařízení lze používat i k intenzivnímu sušení obilovin. Existují dva systémy toustování. *Rotační* systém je lepší, protože materiál neleží na pásu, je ohříván stejnoměrně a zamezí se připalování nejvíce exponovaných ploch produktu. *Pásové* systémy jsou vhodné pro ošetření většího či křehčího materiálu, kde hrozí nebezpečí zvýšeného odrolu materiálu.

**Fluidní sušení** - materiál je při zahřívání nadnášen proudem horkého vzduchu a udržován ve vznosu, kde dochází k vlastní tepelné úpravě. Dokonaleji se eliminuje nebezpečí spékání a připalování. Systémy jsou použitelné k úpravě široké škály materiálů. Často je používáno pro ošetření sójových bobů, odpadů z potravinářského průmyslu, apod.

**Mikronizace** je nejčastěji používaná metoda ozařování. Krátkodobé působení vysokých teplot dosahované infrazářením (o vlnové délce 1,8 - 3,4 mikronů) z infrapanelu umožňuje ohřev v celém

v míchárnách není možno kontrolovat materiál na vstupu - jednotlivé šarže na salmonelu infikované oddělit a desinfikovat, nejbezpečnější způsob jak produkovat krmné směsi salmonely prosté je tepelné ošetření všech komponentů - hotové směsi. Při teplotě granulí 80°C je salmonela zničena na 99 %. Efektivní teploty pro zničení zárodků salmonely jsou 87,8°C po dobu 90 sekund či 89,4°C po dobu 30 sekund při 15 % vlhkosti. Sterilizační význam je důležitý i při likvidaci hub a plísní v krmivu. Nutno ovšem říci, že tímto ošetřením se nezničí všechny mykotoxiny a že krmivo po tepelné úpravě prosté plísní a hub je může obsahovat.

průřezu zrna na 120 - 160°C, odpaření vnitřní vlhkosti, přičemž vznikne v buňkách přetlak a podmínky pro želatinizaci. Následně se může produkt mačkat na vločky. Při vstupní vlhkosti materiálu 15 % je vlhkost hotového výrobku cca 10 %. Mikronizační zařízení jsou konstruována jako pásové pece, umožňující využití recirkulace tepelného média a snížení energetické náročnosti.

**Extruze** patří mezi tzv. HTST (high temperature-short time) metody tepelných úprav, které jsou založeny na použití vysokých teplot po velmi krátkou dobu (většinou kratší než 1 minutu). Principem extruze je zahřátí materiálu na vysokou teplotu buď přímo v pracovním prostoru extrudéru (suchá extruze), či v prekondicionéru, kde se i zvlhčí, většinou párou (2 - 4 %), na optimum vlhkosti (22 - 29 %) a během 2 - 3 minut, za stálého míchání, se ohřeje na 80 - 95°C (vlhká extruze). Posunem pomocí šnekovnice extrudéru je materiál opět promícháván a za zvyšování teploty a tlaku dochází k hlubokým biochemickým změnám a plastifikaci materiálu (mazovatění škrobu). Nakonec je materiál protlačen matricí a při výstupu z extrudéru se rozpíná a ztrácí až 10 % vlhkosti. Pro rychlé dosažení vysokých teplot je někdy první část extruzního pouzdra přehřívána. K protlačení přes matrici je nutný vysoký tlak, pokud není v zrna dostatek tuku, vhání se nástřikovými tryskami do pláště extrudéru pára pod tlakem 0,1 - 0,2 MPa. Uspořádáním jednotlivých dílů šnekovnice a nastavením otáček rotoru lze měnit dobu průchodu materiálu pracovním prostorem (5 - 120 s), ta je obvykle kratší než 1 minuta. Extrudovaný materiál, pokud se používá vlhké extruze, má výstupní vlhkost 20 - 30 % a je nutno ho sušit.

Maillardova reakce probíhá převážně u extruze za vysokých teplot a nízké vlhkosti. Zvýšením vlhkosti (použitím vlhké extruze) můžeme riziko snížit. Extruzí se dosahuje vyššího stupně mazovatění škrobu, což zvyšuje stabilitu ve vodě (neuvolňují se živiny do vody) a to je důležité u krmiv pro ryby. Extruze oproti samotné expandaci umožňuje produkovat krmivo pro aquakultury, které rychle klesá ke dnu (expandát má měrnou hmotnost přibližně 380 - 430 kg/m<sup>3</sup> takže plave, extrudát 560 - 640 kg/m<sup>3</sup>, což je dostačující aby klesal ke dnu). Extruze je používána při sterilizaci pěťového hydrolyzátu a dalších odpadů potravinářského průmyslu

jako finální operace (při 150°C). Kvalita extrudovaných pelet je ovlivněna i rozdílnými fyzikálními vlastnostmi jednotlivých proteinů (kukuřice, masokostní moučka, sójový proteinový izolát).

Nejčastěji se používají extrudéry *šnekovnicové*, které můžeme dělit na jedno či dvoušnekovnicové s prekondicionérem - vlhké teplo či bez něho - suché teplo. U jednošnekovnicového extrudéru slouží prekondicionování k prodloužení doby pobytu materiálu v tepelné zóně, redukování potřeby mechanické energie a zvýšení výkonnosti. Dvoušnekovnicové extrudéry mají širší oblast použití, ale mají vyšší pořizovací náklady, dají se seřizovat podle zpracovávaného materiálu a požadavků na hotový výrobek. Jejich provoz je plynulejší a snadněji se odstraňují závady. Ve světě se menší extrudéry prosazují hlavně na velkých farmách, anebo na menších specializovaných výrobnách.

**Expandace** se dříve používala hlavně jako způsob napařování ke sterilaci krmiva před klasickým granulováním, což mělo největší význam u směsí pro drůbež. Nyní se z linek často vyřazuje granuláční lis a pak je výsledným produktem expandát, případně rozsekaný na požadovanou velikost. Princip expandace je stejný jako u extruze. Jedná se také o HTST úpravu. Expandéry se v podstatě liší od extrudérů výstupní částí stroje. Expandéry nemají matrici, ale materiál se

protlačuje šterbinou mezi pouzdrem a výstupní hlavou. Stupeň želatinizace je možno ovlivnit zvýšením tlaku v pracovním prostoru expandéru - změnou velikosti výstupní šterbiny. Nejvyšší stupeň mazovatění se dosahuje právě v prostoru těsně před opuštěním pracovního prostoru (při tzv. expandaci). Po opuštění pracovního prostoru dojde k náhlému snížení tlaku a k prasknutí nabobtnalého škrobového zrna a ke změně struktury. Při expandaci je možno použít levnějších komponentů, přidávat lze i větší množství tekutin a je možné použít vysokých teplot při zpracování. Expandát díky své porézní struktuře se jinak chová v toku, jsou vyšší náklady na jednotku přepravy a někdy si vyžádá úpravu balící linky. Pro svou nízkou měrnou hmotnost se nedoporučuje zkrmovat brojlerům a výkrmu krůt. Jinak je vhodný pro skot, prasata a ostatní kategorie drůbeže.

Expandéry jsou většinou konstruovány na vyšší výkony za nižší pořizovací náklady než extrudéry, ale mají nevýhodu, že není možné tvarování. Tuto nevýhodu odstranila zařízení, která díky výměně hlavy jsou schopna vyrábět jak extrudát, tak expandát tzv. expantrudéry. Pořizovací investice expandérů se pohybuje okolo 5,25 – 7,00 milionů Kč. V poslední době se vyvíjí konstrukčně podobná zařízení, která nebudou tak flexibilní, budou pracovat s delší dobou ohřevu, a budou pouze za 1/4 pořizovacích investic.

## Závěr

Zpracování sóji se provádí nejčastěji toastováním a nebo extrusí. Podle našeho názoru bude asi nejvhodnější zpracovávat sóju zařízením, které je vyráběno jako extruder / expander (se snadno

vyměnitelnou matrici). V každém případě musí být do linky zařazeno zařízení na dokonalé chlazení produktu (cooler).

## Adresa autora

Prof. Ing. Ladislav Zeman, CSc.	
MZLU v Brně, Ústav výživy a krmení hospodářských zvířat Zemědělská 1 613 00 Brno	Tel.: 545133173 Fax: 545133199 e-mail: zeman@mendelu.cz