

Vedlejší produkty z porážky drůbeže jako zdroj hodnotných bílkovin

Ing. Petr Mrázek, doc. Ing. Pavel Mokrejš, Ph.D., Ústav inženýrství polymerů, Fakulta technologická, Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Vavrečkova 275, 760 01 Zlín

Ing. Robert Gál, Ph.D., Ústav technologie potravin, Fakulta technologická, Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Vavrečkova 275, 760 01 Zlín

Tel.: +420 57 603 1331 (e-mail: petrmriz@seznam.cz)

Souhrn

Masozpracující průmysl produkuje velké množství vedlejších jatečných produktů, které mají jen velmi malé využití, přičemž objem těchto odpadů se neustále zvyšuje. Příkladem takového typu odpadu mohou být drůbeží či běháky, hlavy, vnitřnosti, kůže. Výhodou je, že se jedná o materiály bohaté na bílkoviny, zejména kolagen, který lze získat během série kroků, při nichž je surovina nejprve rozmělněna a poté odtučněna, neboť odpadní tkáň zahrnuje většinou velké množství tuků, které je nutno odstranit, stejně jako pigmenty a bílkoviny rozpustné ve vodě. Surovina takto získaná obsahuje vysoký podíl kolagenu a je možné ji využít např. v potravinářském průmyslu.

Klíčová slova: *běháky, bílkovina, drůbež, kolagen, odpad, vedlejší jatečný produkt*

Úvod

S růstem ekonomiky souvisí i změna diety směrem k lepší chuti a dobrému vyvážení proteinů z živočišných zdrojů. Taková strava přináší jisté výhody, ale stále zůstává velký objem tzv. vedlejších produktů, často přesahujících 25-30 % z celkové produkce. Je důležité, aby tyto vedlejší živočišné produkty byly zužitkovány a mohl tak tento průmysl zůstat konkurenceschopným rostlinným zdrojům bílkovin. [1]

Podle ročenky ministerstva zemědělství USA bylo v roce 2016 poraženo celkem 8.909.014.000 kusů kuřat, 232.389.000 kusů krocanů a 27.749.000 kusů kachen. Celková živá hmotnost kuřat byla 24.5 milionů tun, krocanů 3.2 milionů tun, kachen 86.200 tun a 1.700 tun ostatní drůbeže, což je celkem 27.8 milionů tun. [2]

Maso-zpracující průmysl generuje vedlejší produkty, jako jsou krev, kosti, odřezky z masa, kůže, tuková tkáň, rohy, kopyta, končetiny, vnitřnosti a další produkty. Ekologická likvidace těchto odpadů je velmi nákladná. Určité vedlejší produkty mohou být někdy považovány za potraviny v závislosti na zemi a tradicích, zatímco jinde jsou pokládány za nepoživatelné. Existuje velké množství vedlejších produktů s vysokým obsahem esenciálních aminokyselin, minerálů a vitaminů, které představují příležitost pro ekonomické zhodnocení těchto surovin. Z vedlejších produktů jatečného průmyslu jsou získávány např. potravinové ingredience, krmivo pro hospodářská zvířata a domácí mazlíčky, hnojiva, energie, léčiva nebo chemikálie. Vedlejší produkty mohou být také surovinou pro výrobu biomolekul, jako jsou proteinové hydrolyzáty nebo enzymy, extrakty s funkčními vlastnostmi nebo bioaktivní peptidy. [3]

Bianchi a kol. studovali energetické využití vedlejších drůbežích produktů, které může být výhodné především v produkci elektrické energie, zvláště v deregulovaném trhu z energií. Využití nepřímou zapalované parní turbíny může být konkurenceschopné, přestože potřebuje ke svému provozu fosilní paliva. Volba velikosti zařízení a tomu odpovídající množství vyprodukované energie jsou závislé na aktuální ceně elektrické energie a zemního plynu. Např. při ceně 0,06 USD / kWh je jako optimální uváděno zařízení s výkonem 10 MW, bez použití paliva; s rostoucí cenou elektrické energie a zároveň klesající cenou zemního plynu pak zařízení s výkonem 50 MW i více. [4]

Vedlejšími produkty ze zpracování drůbeže jsou jedlá tkáň a kosti, krev, tuk, skořápky, nevylihnutá vejce, vyřazená kuřata, peří, hlavy, nožky a další. Drůbeží podestýlka je považována za vedlejší produkt

z produkční fáze drůbežářského průmyslu. Při mechanické separaci masa a kostí vzniká velké množství drůbežích zbytků, které průměrně obsahují 17 % proteinů (zejména kolagenu) a 13 % tuku. Podle údajů FAO (Food and Agricultural Organisation) z roku 2012 roste celková spotřeba drůbežního masa ročně o 3,6 %. V letech 2000 až 2009 vzrostla spotřeba kuřecího masa na osobu z 30 na 38 kg. V roce 2010 bylo celosvětově spotřebováno asi 78 milionů tun drůbežního masa. Podle odhadů tvoří vedlejší produkty asi 20 až 30 % z produkce drůbežního masa. Ve vyspělých zemích jsou tyto produkty použity např. pro výrobu krmiv nebo kompostovány pro zemědělské účely, zatímco v rozvojových zemích jsou běžně skládkovány. [1] [5]

Jedním z tradičních využití vedlejších jatečných produktů je jejich začlenění jako přísady do krmiv hospodářských zvířat a významně také jako pet food (krmiva pro psy a kočky). Masová, kostní a krevní moučka, mletá plazma, moučka z hydrolyzátu peří, lůj nebo sádlo obsahují proteiny, tuky, minerály a stopové prvky, stejně tak vitaminy skupiny B a některé vitaminy rozpustné v tucích, důležité pro výživu zvířat. [6]

Cíle práce

Cílem práce je vybrat vhodný tuhý vedlejší produkt vznikající při produkci drůbežního masa, který má potenciál stát se surovinou s významným zdrojem bílkovin, zejména kolagenu a navrhnout zpracování suroviny, při kterém bude zbavena nežádoucích tuků, pigmentů a bílkovin rozpustných ve vodě, tak aby mohla být využita jako surovina bohatá na kolagen. Dílčím cílem je nalézt efektivní metodu odtučnění suroviny.

Materiály a metody

Kuřecí běháky

Jako vhodný vedlejší produkt drůbežářského průmyslu byly zvoleny kuřecí běháky, vzhledem k vysokému obsahu bílkovin. Surovina byla dodána firmou RACIOLA Uherský Brod, s.r.o. a podrobena analýze; výsledky jsou uvedeny v tab. 1. Nejprve byl stanoven obsah sušiny sušením při teplotě 103 °C do konstantní hmotnosti. Ze sušin byl poté stanoven obsah bílkovin mineralizací varem s kyselinou sírovou metodou podle Kjeldahla [7]; obsah kolagenu byl vypočten z obsahu hydroxyprolinu vynásobením koeficientem 8 [8], obsah tuku extrakcí na Soxhletově aparatuře ve dvou cyklech při použití dvou rozpouštědel (chloroform a etanol) [9] a obsah minerálních látek spálením vzorku nad kahanem a vyžiháním při teplotě 650 °C po dobu minimálně 1 h v muflové peci [9]. Každé stanovení bylo provedeno 3x; výsledky jsou prezentovány jako aritmetický průměr se směrodatnou odchylkou.

	Sušina [%]	Bílkoviny [%]	Kolagen [%]	Tuk [%]	Minerální látky [%]
Kuřecí běháky	35,5±3,0	48,3±0,4	82,8±0,7	34,8±0,8	16,1±0,2

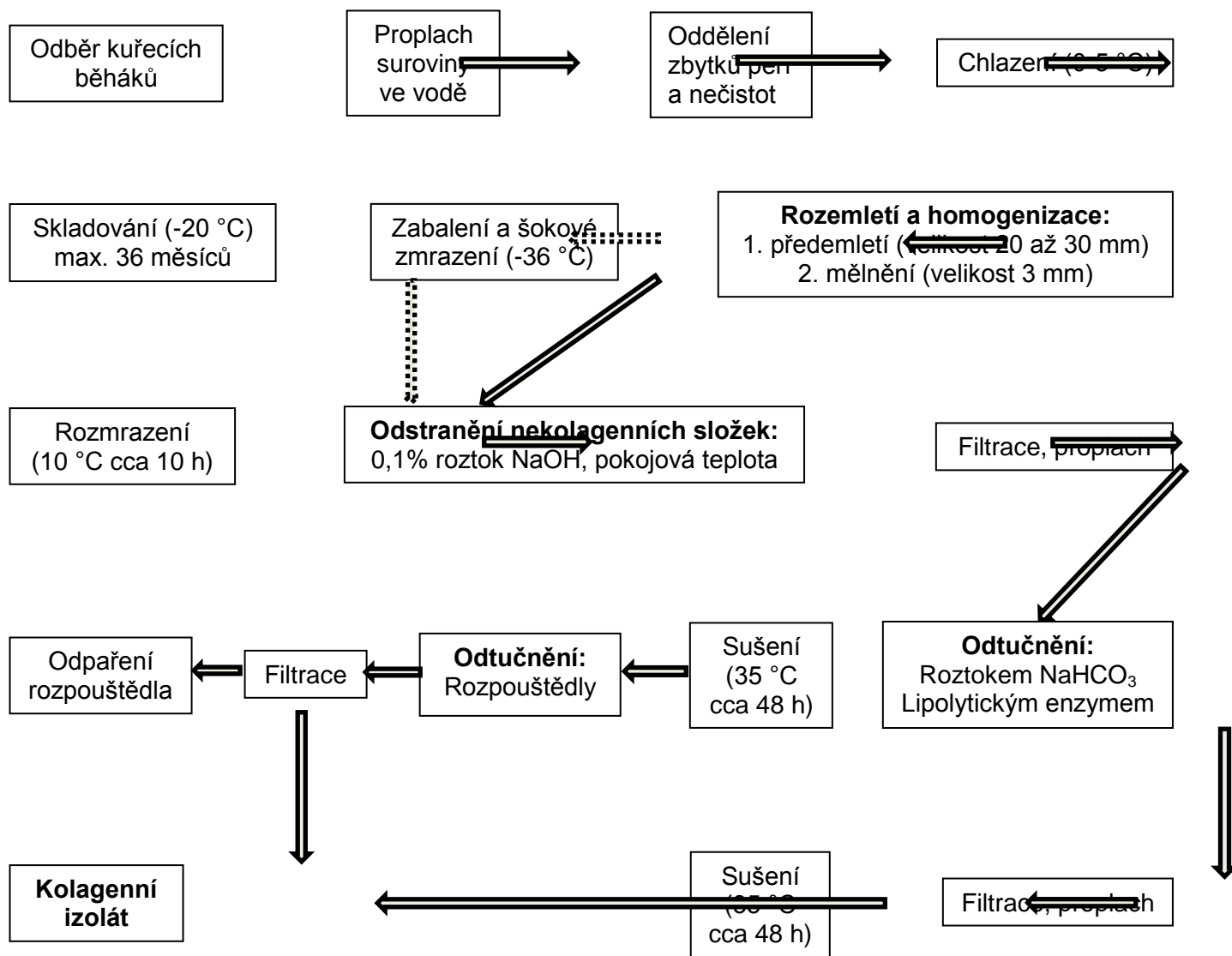
Tab. 1: složení kuřecích běháků

Přístroje, pomůcky a chemikálie

Řezačka masa SPAR Mixer SP-100AD-B, sušárna Memmert ULP 400, třepačka LT 3, elektronické předvážky Kern 440 – 47, elektronické analytické váhy Kern 770, exsikátor, lednička s mrazničkou Samsung, Calex, kovové filtrační síto (velikost pórů 0,5 mm), PA filtrační tkanina (velikost pórů 200 µm), muflová pec Nabertherm, Parnas – Wagner destilační přístroj, NaHCO₃, petrolether, ethanol, chloroform, aceton, butylakohol, diethylether, pentan, hexan, Lipolase 100 T je lipáza s *Thermomyces lanuginosus* produkovaná submerzní fermentací geneticky modifikovaného mikroorganismu *Aspergillus oryzae*; optimální pracovní teplota 30 °C a pH 7,0±0,3, deklarovaná aktivita enzymu: 100 KLU/g, výrobce: Novozymes A/S, Dánsko.

Zpracování kuřecích běháků na produkt s vysokým obsahem kolagenu

Zpracování kuřecích běháků na produkt s vysokým obsahem kolagenu se skládá z několika technologických kroků, viz schéma na obr. 1.



Obr. 1 : schéma zpracování kuřecích běháků

I. Rozemletí a homogenizace suroviny

Příprava výchozí suroviny, rozemletí na požadovanou strukturu (jemnost), na další technologické zpracování je velmi důležitým krokem. Je tedy nutné nastavit takové podmínky, aby nedocházelo k denaturaci (kolagenní) bílkoviny a aby čištění kolagenu při zpracování proběhlo s optimální účinností a vedla k přípravě produktu bohatého na kolagen. Prvotním předpokladem kvalitního a hygienicky nezávadného produktu je dodržení základních hygienických podmínek při získávání drůbežích běháků. Důležitým aspektem v tomto ohledu je, ihned po oddělení běháků, tuto surovinu propláchnout ve vodě. V jatečném provozu při zpracování drůbeže se běháky přepravují plavicím a zároveň čistícím systémem potrubní dopravy, ve kterém dojde k prvotnímu očištění a zároveň potřebnému zchlazení této cenné suroviny.

Surovina se umístila do sběrných nádob (kontejnerů) po přečištění a odkapání přebytečné vody. Zásobní kontejnery se umístily v chlazených prostorech, tak aby se zabránilo nežádoucímu mikrobiálnímu pomnožení a znehodnocení suroviny. Běháky se skladovaly při teplotě 0-5 °C max. 36 h od porážky. Homogenizace (rozemletí suroviny) celých drůbežích běháků se provedla co nejrychleji po jatečném vytěžení tak, aby teplota suroviny nepřesáhla 12 °C. Vzhledem k tomu, že při homogenizaci dochází k zahřívání suroviny, byla před vlastní homogenizací surovina mírně zmrazena na teplotu -2 až -5 °C. Mělnění probíhalo ve dvou fázích na průmyslové řezačce masa. Při prvním mělnění – předemletí, se využívala řezací deska se čtyřramenným nožem. Otvory řezné desky tvaru ledviny s velikostí otvorů 20 až 30 mm. Druhá fáze mělnění probíhala na stejném typu řezačky masa, s řeznou deskou s velikostí otvorů 3 mm s využitím stejného čtyřramenného nože. Teplota mělněné suroviny se během mělnění zvyšuje. Při využití výše zmíněného postupu dvoufázového mletí docházelo k reálnému navýšení teploty finální suroviny na max. 3 °C. Rozmělněná a zhomogenizovaná surovina se zabalila do PE obalů o tloušťce stěny 150 µm. Zabalená surovina se následně hluboce zamrazila (šokové zmrazení) při teplotě -36±2 °C. Takto zamražená surovina se následně skladovala v mrazicím boxu při teplotě -20±2 °C. Před vlastními experimenty se surovina nechala rozmrazit v chladicím boxu při teplotě 10±2 °C po dobu 12 h.

II. Odstranění nekolagenních doprovodných složek ze suroviny

Dostupná literatura uvádí různé postupy pro odstranění pigmentů a bílkovin rozpustných ve vodě. Např. Du a kol. (2013) zvolili následující postup: kuřecí běháky byly smíseny s 0,5 M NaOH v poměru 1 : 10 a třepány po dobu 6 h při teplotě 4 °C. Alkalický roztok byl měněn každé 2 h. [10] Almeida s Lannesem (2013) použili naopak 4% kyselinu octovou po dobu 16 h při pokojové teplotě. [11] Huda a kol. (2013) u kachních nožek použili 5% roztok kyseliny mléčné v poměru 1 : 8 po dobu 24 h při teplotě 4-7 °C. [12]

Pro odstranění nekolagenních složek byl zvolen postup podle Du a kol. (2013) s mírnou modifikací. Rozmrazená surovina byla smísena s 0,1% roztokem NaOH v poměru 1 : 8 a byla třepána na třepačce při pokojové teplotě po dobu 45 min. Surovina byla poté přefiltrována přes filtrační síto s 1 vrstvou PA tkaniny a propláchnuta běžnou vodou z kohoutku. Celý proces byl opakován celkem 4x. Během této fáze procesu došlo i k částečnému odtučnění suroviny.

III. Odtučnění suroviny

Odtučnění je velmi důležitým krokem, vzhledem k vysokému obsahu tuku v kuřecích běhácích. V dostupné literatuře existuje jen velmi málo studií zabývajících se odtučněním kuřecích běháků, nebo jiných drůbežích tkání. Du a kol. (2013) při zpracování drůbežích hlav postupoval takto: čisté vzorky byly smíchány s 15 mM roztokem NaHCO₃ v poměru 1 : 4 a míchány po dobu 1 h při 4 °C, poté odstředěny při 10,000 x g po dobu 10 min při 4 °C. Tento krok byl opakován 3x, dokud v kalu nebyl sledován žádný tuk. [10] Sarbon a kol. (2012) při studii kuřecích kůží použili Soxhletovu metodu. [13] Tento způsob se v této práci ukázal jako nevhodný, vzhledem k náročnosti procesu. Huda a kol. (2013) zvolili pro odtučnění kachních nožek metodu, při které je odstraněna horní vrstva tuku lžící na konci fáze opracování suroviny zásadou. [12] Tento postup byl také otestován, ale ukázal se jako velmi málo efektivní.

Byly navrženy 3 potenciální způsoby odtučnění suroviny: roztokem NaHCO_3 , lipolytickým enzymem a rozpouštědly. U odtučněné suroviny byl stanoven obsah zbylého tuku metodou podle Soxhleta ve 2 extrakčních krocích: nejprve se ze suroviny tuk extrahoval chloroformem 8 h a po oddestilování chloroformu ethanolem po stejně dlouhou dobu. Zbytkový obsah tuku byl zjištěn gravimetricky. Každé stanovení bylo provedeno 2x; výsledky jsou prezentovány jako aritmetický průměr.

1. Odtučnění roztokem NaHCO_3

Během experimentu se postupovalo podle (již zmíněné) metody Du a kol. (2013) s mírnou modifikací. Rozmrazené kuřecí běháky byly smíseny s 150 mM NaHCO_3 v poměru 1 : 5 v Erlenmayerově baňce a třepány na třepačce 1 h při pokojové teplotě. Poté byla surovina přefiltrována na filtračním sítku; celý proces byl 4x opakován. Zpracovaná surovina byla přesušena po dobu cca 24 h při teplotě 35 °C.

2. Odtučnění lipolytickým enzymem

Při tomto způsobu byl pro odtučnění použit lipolytický enzym Lipolase 100 T. Účinnost odtučnění byla studována faktorovými schémata 2^2 s jedním centrálním experimentem a jedním opakováním, přičemž sledovanými faktory byly přídavek enzymu a doba odtučňování. 100 g kuřecích běháků bylo smíseno v Erlenmayerově baňce s 500 ml destilované vody, byl přidán lipolytický enzym Lipolase 100 T v množství podle rozpisu experimentů (faktor A), viz tab. 2. pH bylo upraveno na hodnotu $7,0 \pm 0,3$ (optimální pH pro nejvyšší enzymovou aktivitu). Baňka byla uzavřena a umístěna na třepačku umístěnou v inkubátoru, který byl vytemperován na teplotu 12 °C (optimální teplota). Směs byla třepána po stanovenou dobu, viz rozpis experimentů (faktor B) v tab. 2. Po 1., 2. a 5. hodině třepání byla prováděna kontrola pH a případná úprava na stanovenou hodnotu. Opracovaná surovina byla přefiltrována na sítu opatřeném 3 vrstvami PA tkaniny, rozmístěna na plech a vysušena při teplotě 35 °C v sušárně s cirkulací vzduchu po dobu cca 24 h.

3. Odtučnění rozpouštědly

Experimenty odtučňování rozpouštědly byly provedeny s 8 rozpouštědly a byla rovněž testována kombinace 2 typů rozpouštědel.

Kuřecí běháky byly před těmito odtučňovacími experimenty přesušeny při teplotě 35 °C v sušárně s cirkulací vzduchu po dobu cca 48 h. Poté byly smíseny s rozpouštědlem, nebo jejich směsí v poměru 1 : 10 v Erlenmayerově baňce; směs rozpouštědel byla připravena jejich smícháním v objemovém poměru 1 : 1. Baňka byla uzavřena a umístěna na třepačku. Třepání probíhalo celkem 32 h při pokojové teplotě ve čtyřech třepacích cyklech (3, 6, 15 a 8 h). Po každém cyklu následovala výměna rozpouštědla. Surovina byla poté cca 30 min ponechána v digestoři, dokud nedošlo k odpaření zbylého rozpouštědla.

Výsledky a diskuze

Výsledky odtučňování:

1. Odtučnění roztokem NaHCO_3

Zbytkový obsah tuku v surovině odtučněné 15 mM roztokem NaHCO_3 přesahuje 25 % a je pro další využití suroviny neefektivní.

2. Enzymový způsob

Výsledky experimentů jsou uvedeny v tab. 2. Z výsledků experimentů je patrné, že enzym Lipolase 100 T vykazuje jen velmi malou účinnost odtučnění, neboť množství zbytkového tuku bylo u všech provedených experimentů v rozmezí od 24 do 28 %, což jsou velmi vysoké hodnoty vzhledem k původnímu obsahu tuku v surovině (cca 35 %). Množství přidaného enzymu, ani doba opracování neměly výraznější vliv na účinnost procesu.

Experiment č.	Přídavek enzymu [%]*	Doba odtučňování [h]	Zbytkový tuk [%]
1	1,0	18	26,5
2	1,0	48	28,5
3	2,5	18	26,1
4	2,5	48	26,0
5	1,75	33	23,8

* vztaženo na navážku suroviny

Tab. 2: rozpis experimentů a dosažené výsledky odtučnění

3. Rozpouštědlový způsob

V tab. 3 jsou znázorněny výsledky experimentů. Nejvyšší účinnosti odtučnění suroviny bylo dosaženo při použití směsi petroletheru a ethanolu v objemovém poměru 1 : 1, při kterém bylo zjištěno v odtučněné surovině přibližně 5% zbytkového tuku. Projevil se zde tzv. synergický efekt směsi rozpouštědel, jelikož účinnost odtučnění při použití čistého petroletheru byla přibližně 1,5x nižší (téměř 8 % zbytkového tuku) a účinnost u čistého ethanolu byla cca 4x nižší (≈ 21 % zbytkového tuku). Nezanedbatelnou úlohu pro průmyslové zpracování představuje rovněž cena použitých rozpouštědel. Aktuální maloobchodní ceny rozpouštědel jsou: butylalkohol: 457 Kč, diethylether: 270 Kč, pentan: 205 Kč, hexan: 150 Kč, petrolether: 140 Kč, chloroform: 140 Kč, aceton: 100 Kč, ethanol: 59 Kč (zdroj: www.verkon.cz). Cena petroletheru patří k nižším z použitých rozpouštědel a jelikož cena ethanolu je velmi nízká, tak směs petroletheru a ethanolu lze považovat za nejúčinnější a zároveň ekonomicky nej přijatelnější systém na odtučnění drůbeží tkáně.

Rozpouštědlo (směs)	Zbytkový tuk [%]	Rozpouštědlo	Zbytkový tuk [%]
Petrolether+ethanol	4,97	Butylalkohol	7,66
Petrolether+aceton	6,41	Aceton	7,74
Pentan	6,67	Petrolether	7,93
Hexan	6,95	Choroform	8,42
Diethylether	7,56	Ethanol	21,22

Tab. 3: chemikálie použité pro proces odtučnění a efektivita procesu odtučňování

Závěr

Kuřecí běháky, obsahující vysoký podíl kolagenu, byly po odběru v jatečném provozu očištěny, zchlazeny, rozemlety a zhomogenizovány. Po odstranění bílkovin rozpustných ve vodě a pigmentů byly, vzhledem k vysokému obsahu tuku v surovině (30-35 %), testovány různé způsoby odtučnění suroviny. Odtučnění roztokem NaHCO_3 a lipolytickým enzymem bylo nedostatečné, neboť množství zbytkového tuku v odtučněné surovině bylo v prvním případě vyšší než 25 % a ve druhém cca 25 %. Nejefektivnější způsob odtučnění suroviny byl směsí petrolether a ethanol po dobu 32 h (3x výměna směsi) při pokojové teplotě za třepání; při tomto způsobu je obsah zbytkového tuku v surovině přibližně 5 %. Připravený kolagenní izolát z kuřecích běháků má potenciál využití v mnoha oborech, např. v potravinářství jako potravinový doplněk či v kosmetickém průmyslu.

Poděkování

Tato práce vznikla za finanční podpory interní grantové agentury Fakulty technologické UTB ve Zlíně IGA/FT/2018/008 a a IGA/FT/2018/003.

Literatura

1. Ockerman, H., Hansen C. L. *Animal By-Product Processing & Utilization*, Lancaster, PA: Technomic Pub. Co., Inc., 2000, stran 523 ISBN: 1-56676-777-6.
2. Poultry Slaughter 2016 Summary. United States Department of Agriculture, National Agricultural Statistics Service, February 2017, ISSN: 2159-7480, dostupné z: <http://usda.mannlib.cornell.edu/usda/current/PoulSlauSu/PoulSlauSu-02-24-2017.pdf>
3. Toldra, F., Mora, L., Reig, M. *New Insights Into Meat By-Product Utilization*, Meat Science, 2016, 120, strany 54-59.
4. Bianchi, M., Cherubini, F., De Pascale, A., Peretto, A., Elmegaard, B. *Co Generation From Poultry Industry Wastes: Indirectly Fired Gas Turbine Application*, Energy, 2006, 31, 10, strany 1417-1436.
5. Jayathilakan, K., Sultana, K., Radhakrishna, K., Bawa, A. S. *Utilization Of By Products And Waste Materials From Meat, Poultry And Fish Processing Industries: A Review*, Journal of Food Science and Technology, 2012, 49, 3, strany 278-293.
6. Toldra, F., Aristoy, M., Mora, L., Reig, M. *Innovations In Value Addition Of Edible Meat By-Products*, Meat Science, 2012, 92, 3, strany 290-296.
7. ISO 937:1978. *Meat and meat products - Determination of nitrogen content*.
8. ISO 3496-1978. *Meat and meat products -- Determination of L(-)- hydroxyproline content (Reference method)*.
9. Davídek, J., Hrdlička, J., Karvánek, M., Pokorný, J., Seifert, J., Velíšek, J. *Laboratorní příručka analýzy potravin*, SNTL, Praha 1985.
10. Du, L., Khiari, Z., Pietrasik, Z., Betti, M. *Physicochemical And Functional Properties Of Gelatins Extracted From Turkey And Chicken Heads*, Poultry Science, 2013, 92, 9, strany 2463-2474.
11. Almeida, P. F., Lannes, S. C. S. *Extraction And Physicochemical Characterization Of Gelatin From Chicken By-Product*, Journal Of Food Process Engineering, 2013, 36, strany 824-833.
12. Huda, N., Seow E. K., Normawati, M. N., Nik Aisyah, N. M. *Preliminary Study On Physicochemical Properties Of Duck Feet Collagen*, International Journal Of Poultry Science, 2013, 12, 10, strany 615-621.
13. Sarbon, Mhd, N., Badii, F., Howell, K. N. *Preparation And Characterisation Of Chicken Skin Gelatin As An Alternative To Mammalian Gelatin*, Food Hydrocolloids, 2013, 30, 1, strany 143-151.

