

Mgr inż. Magdalena KOSTECKA  
Dr Marta ŁOBACZ  
Wydział Nauk o Żywności, SGGW w Warszawie

## LIPIDY MIĘSA KURZEGO – TŁUSZCZ NIE(D)OCENIONY

### Część I

## CHARAKTERYSTYKA TŁUSZCZU KURZEGO I WYBRANE METODY MODYFIKACJI®

*Tłuszcz kurzy stanowiący jeden z odpadów produkcyjnych w przemyśle mięsnym, jest surowcem tanim i produkowanym w znacznych ilościach, ale nieatrakcyjnym dla konsumentów. W porównaniu z tłuszczem ssaków odznacza się bardzo pożądanym składem kwasów tłuszczowych. Mimo to tłuszcz kurzy do XXI wieku nie był tematem wielu badań. W artykule przedstawiono informacje dotyczące charakterystyki tłuszczu kurzego i przykłady wybranych metod jego modyfikacji przeprowadzonych głównie w ostatnich latach, takich jak: acydoliza, transestryfikacja oraz pośrednio przez modyfikacje pasz.*

### WPROWADZENIE

W Polsce tylko w 2005 roku wyprodukowano ok. 639 tys. ton żywca drobiowego [10], podczas gdy w USA w 1998 ok. 12 milionów ton [20]. Produkcja i konsumpcja mięsa drobiu na świecie rośnie średnio o 5% rocznie. Decydują o tym naturalne cechy podstawowych gatunków drobiu, efekty postępu genetycznego i żywieniowego oraz krótki cykl produkcyjny ptaków. W Polsce ok. 90% spożywanego mięsa drobiowego to mięso brojlerów kurzych i indyczych. Spożycie mięsa drobiu wodnego bardziej kalorycznego jest niskie, a gęsi przeznaczone są głównie na eksport [16]. Na dodatek, rynek produktów drobiowych rozwija się dynamicznie, ponieważ jedzenie drobiu nie jest zabronione przez żadną z religii [3].

Mimo wysokiej produkcji drobiu tłuszcz tego pochodzenia, w przeciwieństwie do łoju wołowego, zazwyczaj nie jest wykorzystywany jako składnik innej żywności, jak również w produktach nieżywnościowych [20]. Jednakże w porównaniu z tłuszczem ssaków, tłuszcz drobiowy odznacza się bardzo pożądanym składem. Charakteryzuje się korzystną relacją ilości wielonienasyconych (polienowych) kwasów tłuszczowych do nasyconych wynoszącą od 0,4 do 0,8 oraz większym udziałem długołańcuchowych kwasów nienasyconych [16, 17].

**Celem artykułu jest zaprezentowanie krótkiej charakterystyki tłuszczu kurzego oraz wybranych zagadnień dotyczących jego modyfikacji za pomocą takich metod, jak acydoliza, transestryfikacja i żywienie drobiu.**

### TŁUSZCZ KURZY – STRUKTURA I WŁAŚCIWOŚCI TERMICZNE

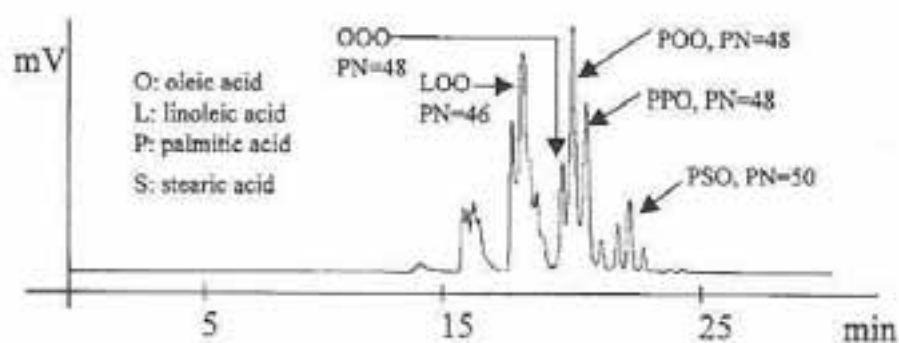
Tłuszcz kurzy charakteryzuje się znacznymi walorami żywieniowymi [3]. Zawiera on ok.60-70% nienasyconych kwasów tłuszczowych (UFA) i ma wyższy stopień nienasyconienia niż łoś wołowy i inne tłuszcze zwierzęce. Ma wyższą zawartość kwasów wielonienasyconych niż

inne tłuszcze drobiowe, takie jak tłuszcz z kaczki (ok. 17%) czy gęsi (ok. 10%) [3, 7]. Obecne wśród UFA mononienasycone kwasy tłuszczowe (w tłuszczu kurzym – 45-50%, w łoju wołowym – 30-40%), jak np. kwas oleinowy, są uważane za pożądane z punktu widzenia ich wpływu na zmniejszanie ryzyka chorób wieńcowych [8, 14, 19, 20]. Stwierdzono, że triacyloglicerole (TAG) wyodrębnione z tłuszczu kurzego zbudowane są głównie z: trzech nienasyconych, tłuszczowych reszt acylowych (UUU, ok. 28%) lub jednej nasyconej (S) i dwóch nienasyconych, tłuszczowych reszt acylowych (SUU, ok. 38%). Dla porównania, większość TAG wyodrębnionych z łoju jest zbudowana z trzech nasyconych reszt acylowych (SSS, ok. 29%) lub dwóch nasyconych i jednej nienasyconej grupy acylowej (SUS, SSU, ok. 33%) [6, 20]. Analiza HPLC z odwróconym układem faz (RP-HPLC) triacylogliceroli tłuszczu kurzego przeprowadzona przez Lee i Foglia [20] (rys. 1) ukazuje, że TAG z PN (pontine nucleus) w przedziale 46 do 48 atomów węgla reprezentują 81,5% ich całkowitej puli. Wśród nich, LOO (jeden kwas linolenowy i dwa kwasy oleinowe, 23,5%) oraz POO (jeden kwas palmitynowy i dwa kwasy oleinowe, 18,8%) zostały uznane za główne rodzaje triacylogliceroli.

Profil kwasów tłuszczowych TAG wyizolowanych z tłuszczu kurzego przebadanego przez Lee i Foglia [20] oraz Arnaud i wsp. [3] przedstawia tabela 1.

**Tabela 1.** Skład kwasów tłuszczowych triacylogliceroli (TAG) tłuszczu kurzego: A – [20], B – tłuszcz brzuszny (tłuszcz zapasowy odkładający się w jamie brzusznej) [3]

Kwas tłuszczowy		14:0	14:1	16:0	16:1	18:0	18:1	18:2	18:3	20:1
Udział [%]	A	0,7	0,3	25,2	7,8	5,9	40,5	18,4	0,7	0,5
	B	0,5	-	24,0	5,8	5,8	38,2	23,8	1,9	-



**Rys. 1.** Chromatogram triacylogliceroli wyodrębnionych z tłuszczu kurzego z RP-HPLC [20].

Głównym kwasem tłuszczowym występującym w tłuszczu kurzym jest kwas oleinowy – powszechny dla wszystkich tłuszczów zwierzęcych. Kwas palmitynowy jest natomiast głównym nasyconym kwasem tłuszczowym. Tłuszcz kurzy charakteryzuje się niską zawartością kwasu stearynowego (dla porównania: ok. 13% i 15% odpowiednio w tłuszczu wieprzowym i wołowym) i wyższą zawartością kwasu linolowego (ok. 9% – w smalcu i 3% – w łożu) w porównaniu do innych tłuszczów pochodzenia zwierzęcego.

Tłuszcz kurzy jest także dobrym źródłem kwasu  $\alpha$ -linolenowego. Charakteryzuje się wysokim potencjałem żywieniowym w stosunku do innych tłuszczów zwierzęcych, gdyż rekomendowany stosunek zawartości SFA: MUFA: PUFA wynosi ok. 32:45:23 a stosunek kwasu  $\alpha$ -linolenowego do kwasu linolowego powinien mieć wartość 0,166 (tabela 1 i 2). Według Brockerhoffa i wsp. [8] pozycja *sn*-2 TAG tłuszczu kurzego zawiera odpowiednio ok. 80% nienasyconych i ok. 20% nasyconych kwasów tłuszczowych. W tym wśród UFA, ok. 29% stanowią wielonienasycone kwasy tłuszczowe [3].

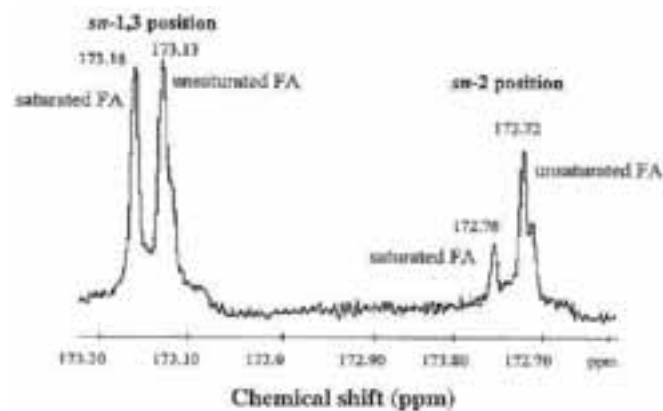
**Tabela 2.** Rozkład kwasów tłuszczowych w pozycjach zewnętrznych (*sn*-1,3) i wewnętrznych (*sn*-2) TAG tłuszczu kurzego brzuszego [3]

Typ kwasów tłuszczowych	Tłuszcz kurzy – TAG [%-mol.]
$\Sigma$ SFA	33,3
SFA <i>sn</i> -1,3	41,1
SFA <i>sn</i> -2	17,7
$\Sigma$ MUFA	46,1
MUFA <i>sn</i> -1,3	42,4
MUFA <i>sn</i> -2	53,5
$\Sigma$ PUFA	20,6
PUFA <i>sn</i> -1,3	16,5
PUFA <i>sn</i> -2	28,8

Na ogół, tłuszczowe reszty acylowe zlokalizowane w pozycji *sn*-2 triacylogliceroli są uważane za bardziej przyswajalne żywieniowo i fizjologicznie niż podobne tłuszczowe grupy acylowe zlokalizowane w pozycjach *sn*-1,3 TAG [18, 25]. Hydroliza przy udziale lipazy trzustkowej, która jest re-

gioselektywna w stosunku do pozycji *sn*-1,3, prowadzi głównie do tworzenia wolnych kwasów tłuszczowych pochodzących z pozycji zewnętrznych i 2-monoacylogliceroli. Wolne kwasy tłuszczowe, szczególnie nasycone, tworzą nierozpuszczalne sole wapnia, a te nie są w stanie przejść przez ścianę jelita, podczas gdy 2-monoacyloglicerole przechodzą. Stąd nasycone kwasy tłuszczowe zajmujące tę pozycję (*sn*-2) będą absorbowane w dużym stopniu. Zaobserwowano, że w przypadku tłuszczu kurzego (np. brzuszego lub podskórnego), a także tłuszczu kaczego i gęsiego w *sn*-2 monoacyloglicerolach wysoki udział mają PUFA natomiast

mniej licznie występują SFA. Nasycone kwasy tłuszczowe w ok. 70% znajdują się w pozycjach zewnętrznych. Dla porównania w łożu tylko ok. 30% SFA znajduje się w pozycjach *sn*-1,3. Nasycone kwasy tłuszczowe są znane z ich wpływu na sprzyjanie rozwojowi chorób układu sercowo-naczyniowego [3]. NMR jest dobrą metodą pozwalającą prześledzić rozkład pozycyjny kwasów tłuszczowych w TAG. Rysunek 2 przedstawia widmo  $^{13}\text{C}$  NMR tłuszczu kurzego, za pomocą którego można określić pozycje nasyconych i nienasyconych tłuszczowych grup acylowych w TAG, bez dokładnego określenia rodzaju kwasu. Przesunięcia chemiczne (ppm) dla karbonylowych atomów węgla: nienasyconych i nasyconych tłuszczowych grup acylowych w pozycji *sn*-1,3 wynoszą odpowiednio 173,13 i 173,16, natomiast dla nienasyconych i nasyconych tłuszczowych grup acylowych w pozycji *sn*-2 – 172,72 i 172,76.

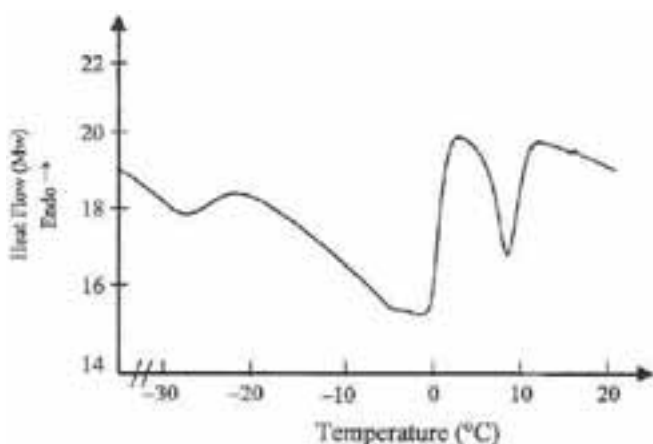


**Rys. 2.** Widmo  $^{13}\text{C}$  NMR regionu karbonylowych atomów węgla tłuszczu kurzego [20].

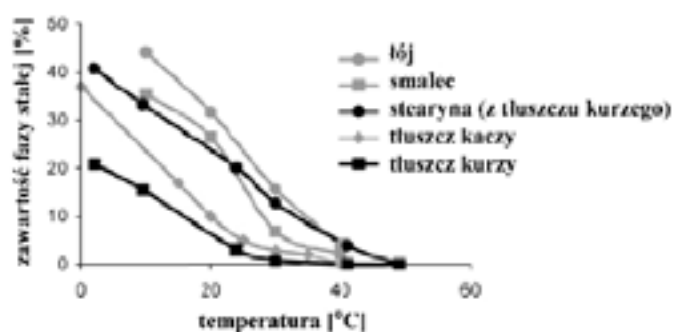
Tłuszcz kurzy składa się głównie z triacylogliceroli ale może zawierać także wolne kwasy tłuszczowe. Wysokiej jakości tłuszcz kurzy charakteryzuje się jasnym kolorem i śladowymi zawartościami WKT. Niższej jakości tłuszcz kurzy może być koloru brązowego lub nawet czarnego i zawierać wysokie ilości WKT (> 3% wagowych) [26]. Lee i Foglia [20] wykonali również charakterystykę krystalizacji (krzywa chłodzenia) tłuszczu kurzego (rys. 3).

Piki egzotermiczne, reprezentujące krystalizację (krzepnięcie) tłuszczu kurzego, ukazują wyraźne, szerokie piki z minimummi przy 9,8°C i -0,6°C. Podobne wyniki badań otrzymali

także Coni i wsp. [9]. Na termogramie można dostrzec trzy strefy topnienia. Zakres od  $-35$  do  $-23^{\circ}\text{C}$  odpowiada niskotopliwym TAG, zakres od  $-23$  do  $10^{\circ}\text{C}$  odpowiada TAG o średniej temp. topnienia a zakres od  $10$  do  $41^{\circ}\text{C}$  – wysokotopliwym TAG [1]. Początkowa temperatura topnienia tłuszczu kurzego (pomiar w kapilarze otwartej) wynosi ok.  $26^{\circ}\text{C}$ . Zawartość fazy stałej w tłuszczu kurzym spada z ok. 21% w  $2^{\circ}\text{C}$  ( $8\%$  w  $20^{\circ}\text{C}$ ) do ok. 3% w  $24^{\circ}\text{C}$  i osiąga zero w  $35^{\circ}\text{C}$  (rys. 4).



Rys. 3. Termogram DSC tłuszczu kurzego [20].



Rys. 4. Zawartość fazy stałej w tłuszczu kurzym i frakcji stearynowej wyodrębnionej z tego tłuszczu, w porównaniu do innych tłuszczów zwierzęcych [3].

Dane te tłumaczą półciekłą konsystencję tłuszczu kurzego w warunkach pokojowych. Tłuszcz ten, ze względu na swoją półciekłą konsystencję w temperaturze otoczenia, może być stosowany wyłącznie z ciepłymi lub odwodnionymi produktami [3]. Kwestie tą poruszają w swoich badaniach prowadzonych w latach osiemdziesiątych Gomes i wsp. [12] a także współcześni Arnaud i wsp. [1].

## PASZE – WPŁYW ŻYWIENIA KURCZAKÓW NA ICH TKANKĘ TŁUSZCZOWĄ

Znaczne obniżenie ilości tłuszczów zapasowych i cholesterolu w tuszkach drobiowych, a jednocześnie polepszenie składu kwasów tłuszczowych (zwiększenie stopnia ich nienasyceń) powoduje, że mięso drobiu – w szczególności grzebiącego – staje się coraz bardziej cenne z żywieniowego i ekonomicznego punktu widzenia, dając korzyści zarówno konsumentom, jak i producentom drobiu. Badania ostatnich lat wykazują, że skład kwasów tłuszczowych lipidów tuszek

kurcząt może być poprawiony poprzez rodzaj i ilość tłuszczów podawanych w mieszankach paszowych. Odkładanie się tłuszczów zapasowych jest kontrolowane przez regulowanie stosunku energii do białka w paszy. Wprowadzając do paszy drobiu nasiona roślin oleistych, odtłuszczone mączki lub oleje roślinne można w znacznym stopniu zwiększyć udział kwasów polienowych, w szczególności kwasów z rodziny n-3. Otrzymane w ten sposób mięso drobiu wzbogacone w kwasy tłuszczowe z rodziny n-3 może być dodatkowo polecane, jako źródło wzbogacające dietę ludzi w kwasy tłuszczowe z tej rodziny. Stosunek polienowych kwasów z rodziny n-6 do kwasów n-3 w lipidach kurcząt i indyków jest również bardzo zbliżony do wartości obecnie zalecanych w żywieniu ludzi [23].

## ACYDOLIZA – OBNIŻANIE KALORYCZNOŚCI TŁUSZCZU KURZEGO

Zazwyczaj tłuszcze zwierzęce zawierają więcej nasyconych kwasów tłuszczowych (głównie długołańcuchowych C16:0 i C18:0) w porównaniu z olejami roślinnymi, co jest kwestią istotną dla dbających o zdrowie konsumentów. Ponieważ SFA w triacyloglicerolach tłuszczu kurzego są zasadniczo zlokalizowane w pozycjach *sn*-1,3, mogą być zastępowane przez kwasy tłuszczowe o większej wartości żywieniowej, poprzez na przykład proces acydolizy katalizowanej enzymatycznie z wykorzystaniem 1,3-stereospecyficznej lipazy. Lee i Foglia [20] strukturyzowane lipidy syntetyzowali enzymatycznie z tłuszczu kurzego poprzez wprowadzenie do triacylogliceroli tego tłuszczu kwasów tłuszczowych o średniej długości łańcucha (kwasu kaprylowego – C8:0). Zastosowali oni lateks *Carica papaya* (CPL), jako biokatalizator. Lateks z *C. papaya* jest szeroko stosowany w przemyśle spożywczym ze względu na jego aktywność proteolityczną. Jednakże lateks ten charakteryzuje się także aktywnością lipolityczną, a w hydrolizie TAG wykazuje maksymalną aktywność w stosunku do krótkołańcuchowych kwasów tłuszczowych i *sn*-3 stereospecyficzność [11, 24]. W reakcjach estryfikacji, *C. papaya* lateks wykazuje specyficzność w stosunku do średniołańcuchowych kwasów tłuszczowych (MCFA) i pozycji *sn*-1,3 TAG, ale wymiana acyli jest częściej stwierdzana dla pozycji *sn*-3. Inne źródła sugerują także, że CPL w procesach estryfikacji preferuje *cis*-9 nienasycone kwasy tłuszczowe, takie jak kwas oleinowy czy  $\alpha$ -linolenowy. Optymalny stosunek molowy substratów w procesie acydolizy wyniósł 1:2 (kwasy tłuszczowe tłuszczu kurzego/kwas kaprylowy). Przy tym stosunku molowym, zawartość wbudowanego kwasu kaprylowego była największa w  $65^{\circ}\text{C}$  – najwyższej zastosowanej temperaturze procesu i wynosiła 23,4% molowych. Zawartość nasyconych grup acylowych w pozycjach *sn*-1,3 TAG wzrosła do 62% w porównaniu z ich zawartością w TAG wyjściowego tłuszczu kurzego (ok. 39%), co sugeruje, że kwas kaprylowy był preferencyjnie wbudowywany w pozycje zewnętrzne TAG [15]. Oprócz tego Lee i Foglia porównali charakterystykę krystalizacji wyjściowego tłuszczu kurzego z produktami po jego modyfikacji za pomocą termogramów uzyskanych ze skaningowej kalorymetrii różnicowej. W wyniku acydolizy nastąpiło przesunięcie pików egzotermicznych TAG-modyfikowanych w kierunku niższych wartości (do  $3,4^{\circ}\text{C}$  i  $-46^{\circ}\text{C}$ ) w porównaniu z czystym tłuszczem kurzym. Przesunięcie mi-

nimów krystalizacji związane było z wprowadzeniem do TAG tłuszczu kurzego kwasu kaprylowego, który charakteryzuje się niższą temperaturą topnienia niż długołańcuchowe kwasy, takie jak: kwas palmitynowy czy kwas stearynowy [20].

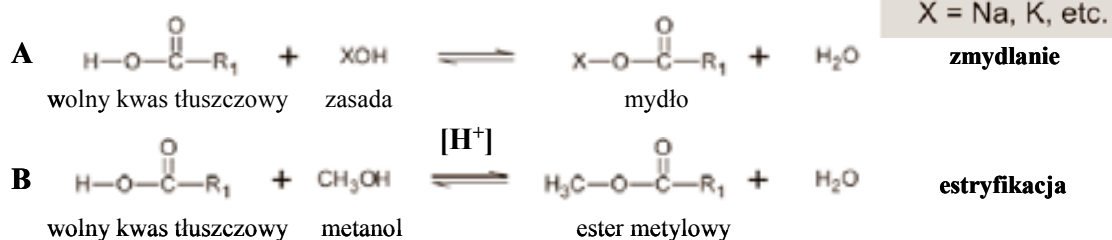
Nasycone średniołańcuchowe kwasy tłuszczowe (MCFA) zawierają od C8 do C12 atomów węgla w cząsteczce. LCFA obejmują kwasy tłuszczowe o 14 lub więcej atomach węgla i mogą posiadać jedno lub więcej wiązań podwójnych. Te strukturalne różnice wpływają na ich rozpuszczalność w wodzie i mogą prowadzić do różnicowania MCFA i LCFA podczas procesów: trawienia, absorpcji czy transportu. Absorpcja MCFA odbywa się głównie przez transport przy udziale albumin układem wrotnym (żyłą wrotną) bezpośrednio do wątroby. Są one metabolizowane szybciej niż LCFA, które są włączane do chylomikronów i transportowane przez limfę (układem limfatycznym) na początku omijając wątrobę. Dotarcie do wątroby i dostarczenie potrzebnej energii zajmuje LCFA więcej czasu. MCFA są niechętnie magazynowane w tkance tłuszczowej czy gromadzone w układzie siateczkowo-śródbłonkowym. Ze względu na to są one mniej kaloryczne niż nasycone, długołańcuchowe kwasy tłuszczowe. MCFA są wykorzystywane, jako suplementy diety, a ich zastosowanie w diecie obejmuje m.in. leczenie przypadków zaburzeń we wchłanianiu pokarmu, hiperlipidemii, otyłości czy cukrzycy [1, 19, 22].

## ESTRY METYLOWE TŁUSZCZU KURZEGO – POTENCJALNE PALIWO BIODIESEL

W wielu ośrodkach od kilku lat prowadzone są badania dotyczące otrzymania biopaliwa z tłuszczu kurzego [4, 5, 21, 26]. Od kiedy biodiesel staje się coraz ważniejszym źródłem paliwa, inwestycje w różne możliwości produkcji biodiesla są kontynuowane po to, aby znaleźć ekonomicznie osiągalne źródła tego paliwa wśród olejów roślinnych i tłuszczów zwierzęcych. Jednym z tych tłuszczów zwierzęcych może być właśnie tłuszcz drobiowy. Surowiec ten jest stosunkowo niedrogi w porównaniu do innych olejów i tłuszczów, jak na przykład oleju sojowego. Dla porównania, cena tłuszczu drobiowego do produkcji biodiesla w USA w 2007 roku wynosiła ok. 20-25 centów, natomiast rafinowanego oleju sojowego – 40 centów za funt wagi (czyli ok. 454 gramy) [5].

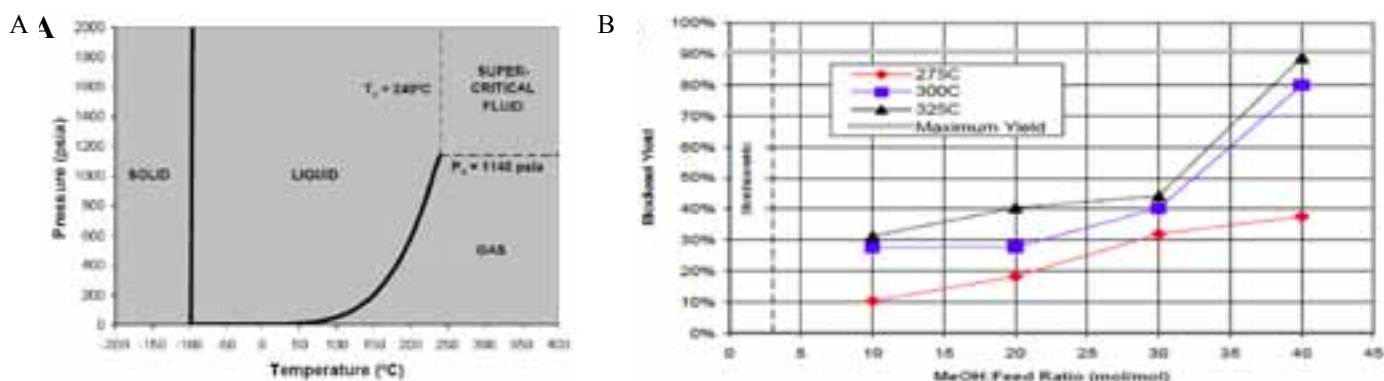
Zawartość wolnych kwasów tłuszczowych w tłuszczu drobiowym może zmieniać się znacznie w zależności od profilu tłuszczu danego ptaka i jest zależna od wielu czynników. Zawartość WKT wpływa na wydajność biodiesla i, co się z tym wiąże, ma największy wpływ na wykorzystanie danego surowca do produkcji biopaliwa pod względem ekonomicznym. Wysoka zawartość FFA w połączeniu z powszechnie stosowaną katalizowaną zasadą transestryfikacji, obniża wydajność biopaliwa i generuje powstawanie produktów ubocznych, jak alkaliczne mydła (tzw. soapstock) i gliceryna. Babcock i wsp. [4, 21] stwierdzili, że tłuszcz kurzy może być z powodzeniem przekształcany w biodiesel w wyniku jednoetapowej transestryfikacji katalizowanej zasadą. Wydajność tego procesu

obniżona przez tworzenie mydeł w trakcie procesu może być szacowana na podstawie ilości zastosowanego wodorotlenku sodu. Stosując tłuszcz kurzy o zawartości wolnych kwasów tłuszczowych ok. 0,1% otrzymano estry metylowe z wydajnością 90%, natomiast gdy zastosowano tłuszcz kurzy o WKT ok. 2,3% wydajność biopaliwa spadła do mniej niż 70%. Reakcja transestryfikacji może być przyspieszana przez podniesienie temperatury reakcji i zawartości katalizatora – NaOH. Najwyższą stosowaną temperaturą, w której Babcock, Mattingly i wsp. [4] przeprowadzili proces było 60°C pod ciśnieniem atmosferycznym. W przypadku tłuszczu kurzego zawierającego małą ilość WKT zastosowanie jednoetapowej transestryfikacji, przy użyciu minimalnej ilości zasady i temp. reakcji 55-60°C powoduje otrzymanie biodiesla z wysoką wydajnością. Jednakże gdy tłuszcz kurzy zawiera więcej wolnych kwasów tłuszczowych należy zastosować transestryfikację dwuetapową. Mydła utworzone podczas procesu transestryfikacji mogą być usuwane przez dodanie kwasu siarkowego (VI) (jako drugi etap procesu) zanim zakończy się reakcja – estryfikacja mydeł. Katalizowana kwasem estryfikacja jako etap wstępny przed głównym etapem transestryfikacji może być także zastosowana do usunięcia WKT (schemat 1).



**Schemat 1.** Ogólne równania reakcji procesów wstępnych usuwania WKT przed reakcją transestryfikacji: **A** – jednoetapowej i **B** – dwuetapowej [5].

Metoda otrzymywania biodiesla katalizowana kwasem charakteryzuje się długim czasem reakcji i dużym nadmiarem wymaganego metanolu. Babcock, Schulte i wsp. [5, 26] zastosowali do produkcji biodiesla z tłuszczu kurzego proces transestryfikacji metanolem w stanie nadkrytycznym (rys. 5). W temperaturze otoczenia TAG i WKT nie są za dobrze rozpuszczalne w metanolu. Kontakt między dwoma reagentami będącymi dwoma trudno mieszalnymi fazami jest mały, co tłumaczy długie czasy reakcji (powyżej 10 godzin) wymagane do produkcji biodiesla bez użycia katalizatora. Dopiero dodatek katalizatora powoduje wzrost tempa reakcji. Katalityczny proces transestryfikacji jest dość drogi i skomplikowany. Nowy sposób otrzymywania biodiesla oferuje bliski kontakt między surowcem tłuszczowym a metanolem bez użycia katalizatora oraz lepszą jego rozpuszczalność w metanolu, w temperaturach i ciśnieniach powyżej punktu krytycznego alkoholu. Proces ten przebiega szybciej niż konwencjonalne katalityczne metody, gdyż w jego wyniku nie tworzą się mydła oraz nie wymaga on regeneracji katalizatora. Podczas przebiegu procesu w jednym etapie następuje zarówno transestryfikacja TAG, jak i estryfikacja WKT. Nie wymaga on więc żadnych wstępnych procesów. W swoich badaniach naukowcy z Arkansas reakcje otrzymywania biodiesla przeprowadzili przy stałym ciśnieniu – 1650 psia i czasie – 20 minut, natomiast w różnych temperaturach, w zakresie 275-325°C oraz stosunkach molowych metanolu do tłuszczu kurzego – 10-40 (mol/mol). Użyty tłuszcz kurzy charakteryzował się 12% zawartością WKT.



**Rys. 5.** A – Diagram fazowy metanolu, B – Wyniki procesu otrzymywania biopaliwa z tłuszczu kurzego przy użyciu metanolu w stanie nadkrytycznym [5].

Maksymalna wydajność biodiesla otrzymanego z tłuszczu kurzego jest ograniczona ze względu na tworzący się glicerol i w przypadku zastosowanego w tych badaniach tłuszczu wynosiła 91%. Najwyższą wydajność (około 89%) estrów metylowych z tłuszczu kurzego otrzymano w temp. 325°C i przy stosunku molowym MeOH: tłuszcz – 40:1. Określono także właściwości niskotemperaturowe (tzw. „cold-flow”) otrzymanych estrów metylowych czyli określono ich lepkość, temperaturę płynności oraz mętnienia i sprawdzono czy spełniają one standardy Amerykańskiego Stowarzyszenia Badań i Materiałów (ASTM). Otrzymane biopaliwo na bazie tłuszczu kurzego posiadało lepkość o ok. 23% wyższą niż ta maksymalna dopuszczalna dla czystego (100%) biodiesla. O ile punkt mętnienia i odbarwienia może być do uzgodnienia z kupującym, o tyle wysoka lepkość nie pozwala nazwać tych estrów metylowych „biodieslem” zgodnie z regulacjami ASTM. Dobrym rozwiązaniem może być więc tworzenie mieszanek tłuszczu kurzego z olejami roślinnymi np. olejem sojowym, aby sprostać wymaganiom ASTM [5].

## PODSUMOWANIE

Oprócz wymienionych wcześniej technik istnieje jeszcze wiele potencjalnych metod technologicznej modyfikacji tłuszczu kurzego. Postęp w uzyskiwaniu wartościowych produktów z tłuszczów i olejów odpadowych powoduje rozwój rynków dla producentów tego rodzaju produktów ubocznych. Takie odpadowe tłuszcze są generalnie usuwane (utyliczowane) przez producenta lub sprzedawane po niskich cenach [13]. Tłuszcze zatem należą do surowców odnawialnych, których znaczenie gospodarcze dotyczy nie tylko aspektu żywieniowego, lecz przede wszystkim związane jest z wykorzystaniem ich jako chemicznych surowców podstawowych [2]. Wdrażanie pożytecznych i opłacalnych programów recyklingowych, dla tego typu odpadów, pozwoli zarówno pomóc w redukcji zanieczyszczenia tłuszczami, jak też wytworzyć nowe, użyteczne produkty [13, 17].

Tłuszcz kurzy obecnie stosowany jest głównie jako składnik pasz dla zwierząt. Tłuszcz ten jednakże, ze względu na korzyści żywieniowe wynikające ze składu kwasów tłuszczowych oraz niższej zawartości cholesterolu niż w tłuszczach mięs czerwonych, może i powinien stanowić cenny element składowy produktów konsumpcyjnych.

## LITERATURA

- [1] Akoh C.C., Yee L.N.: Enzymatic synthesis of position-specific low-calorie structured lipids, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 1997, 74 (11), 1409-1413.
- [2] Antczak T., Krystanowicz A., Galas E.: Enzymatyczna hydroliza tłuszczów odpadowych, *Biotechnologia*, 2000, 2 (49), 120-130.
- [3] Arnaud E., Relkin P., Pina M., Collignan A.: Characterisation of chicken fat dry fractionation at the pilot scale, *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 2004, 106, 591-598.
- [4] Babcock R.E., Clausen E.C., Popp M., Mattingly B.: Biodiesel Production from Varying Grades of Beef Tallow and Chicken Fat. Project Number MBTC – 2058. Mack Blackwell Final Report (University of Arkansas, Mack Blackwell Transportation Center, USA), 2006, 1-11. [http://www.uark.edu/rd\\_engr/MBTC/](http://www.uark.edu/rd_engr/MBTC/).
- [5] Babcock R.E., Clausen E.C., Popp M., Schulte W. B.: Yield Characteristics of Biodiesel Produced from Chicken Fat-Tall Oil Blended Feedstocks, Project Number MBTC-2092. University of Arkansas, Mack Blackwell Transportation Center, USA, 2008, 1-42. [http://www.uark.edu/rd\\_engr/MBTC/MBTC-2092.pdf](http://www.uark.edu/rd_engr/MBTC/MBTC-2092.pdf).
- [6] Belitz H. D., Grosch W.: *Food Chemistry*, New York, Springer-Verlag Inc., 1984.
- [7] Bockisch M.: *Fats and Oils Handbook*, Champaign, Am. Oil Chem. Soc. Press, 1998.
- [8] Brockerhoff H., Hoyle R.J., Wolmark N.: Positional distribution of fatty acids in triacylglycerides of animal depot fats, *Biochimica et Biophysica Acta*, 1966, 116 (1), 67-72.
- [9] Coni E., Di Pasquale M., Coppolelli P., Bocca A.: detection of animal fats in butter by differential scanning calorimetry: A pilot study, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 1994, 71 (8), 807-810.
- [10] Dybowski G.: Perspektywy rozwoju produkcji drobiarskiej w Polsce do 2005 r. *Przemysł Spożywczy*, 2000, 3 (54), 3-5.
- [11] Giordani R., Moulin A., Verger R.: Tributryolglycerol hydrolase activity in *Carica papaya* and other latices, *Phytochemistry*, 1991, 30 (4), 1069-1072.
- [12] Gomes T., Felice M. de, Catalano M.: Chicken fat: determination of solid fat content by wide line NMR and triglyceride composition of fluid and solid fractions, *Rivista Italiana delle Sostanze Grasse*, 1983, 60 (9), 569-573.

- [13] Goodrum J.W., Geller D.P., Adams T.T.: Rheological characterization of yellow grease and poultry fat, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 2002, 79 (10), 961-964.
- [14] Grabowski, T.: *Technologia mięsa drobiowego*, Praca zbiorowa, Warszawa, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, 1993.
- [15] Hou Ch.T.: *Handbook of Industrial Biocatalysts, Low-calorie fat substitutes: Synthesis and analysis*, Boca Raton, USA, CRC Press, 2005.
- [16] Kijowski J.: Wartość żywieniowa mięsa drobiowego, *Przemysł Spożywczy*, 2000, 3 (54), 10-11.
- [17] Kostecka M.: Charakterystyka mieszaniny tłuszczu drobiowego z olejem rzepakowym przed i po przeestryfikowaniu enzymatycznym, *Żywność, Nauka, Technologia, Jakość*, 2008, 5 (60), 257-272.
- [18] Lee K-T., Akoh C.C.: Structured lipid: Synthesis and applications, *Food Reviews International*, 1998, 14 (1), 17-34.
- [19] Lee K-T., Foglia T.A.: Fractionation of chicken fat triacylglycerols: synthesis of structured lipids with immobilized lipases, *J. Food Sci.*, 2000, 65 (5), 826-831.
- [20] Lee K-T., Foglia T.A.: Synthesis, purification, and characterization of structured lipids produced from chicken fat, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 2000, 77 (10), 1027-1034.
- [21] Mattingly B., Babcock R.E., McGowan M.: UA Researchers Create Biodiesel Fuel from Chicken Fat, *University of Arkansas News*, 2005, [http://www.uark.edu/rd\\_engr/MBTC/ChickenFatBiodiesel11-29-05.pdf](http://www.uark.edu/rd_engr/MBTC/ChickenFatBiodiesel11-29-05.pdf).
- [22] Papamandjaris A.A., MacDougall D.E., Jones P.J.H.: Medium chain fatty acid metabolism and energy expenditure: obesity treatment implications, *Life Science*, 1998, 62 (14), 1203-1215.
- [23] Pikul J.: Lipidy mięsa drobiu, *Gospodarka Mięsna*, 1996, 48 (7), 28-31, 34.
- [24] Villeneuve P., Pina M., Montet D., Graille J.: Carica papaya latex lipase: sn-3 stereoselectivity or short-chain selectivity? Model chiral triglycerides are removing the ambiguity, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 1995, 72 (6), 753-755.
- [25] Willis W.M., Lencki R.W., Marangoni A.G.: Lipid modification strategies in the production and nutritionally functional fats and oils, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 1998, 38, 639-674.
- [26] [www.physorg.com/pdf117294505.pdf](http://www.physorg.com/pdf117294505.pdf). Researchers Investigate Supercritical Method of Converting Chicken Fat and Tall Oil into Biodiesel, Źródło: University of Arkansas, Fayetteville.

## LIPIDS FROM CHICKEN FAT – INVALUABLE (UNDERESTIMATED) FAT

### PART I

## CHICKEN FAT CHARACTERISTIC AND CHOSEN MODIFICATION METHODS

### SUMMARY

*Chicken fat, one of the by-products in the meat industry, is an inexpensive raw material produced in considerable quantities; however, it is not attractive to consumers. Compared to the fat of mammals, it is characterized by a highly desirable composition of fatty acids. Despite this, chicken fat has not been the focus of many investigations till XXI century. This article contains information concerning the chicken fat characteristic and examples of modification methods of this fat carried out mainly in the last few years, such as: acidolysis, transesterification and indirectly by feeding modification.*