

ZYGMUNT KOWALSKI, AGNIESZKA MAKARA*

WŁASNOŚCI I METODY OTRZYMYWANIA TŁUSZCZY SPOŻYWCZYCH W PRZEMYSŁE MIĘSNYM

PROPERTIES AND METHODS OF PRODUCTION OF THE FOOD FATS IN THE MEAT INDUSTRY

Streszczenie

Tłuszcze są jednym z podstawowych składników odżywczych, a także pełnią ważne funkcje w organizmie człowieka. Są głównym składnikiem energetycznym żywności i są niezbędne do prawidłowego funkcjonowania organizmu. Tłuszcze spożywcze otrzymuje się w wyniku wytopu surowych tłuszczów zwierzęcych przy zastosowaniu wysokiej temperatury w procesach technologicznych. W artykule przedstawiono ogólne właściwości tłuszczów spożywczych, wymagania jakościowe oraz metody ich otrzymywania. Przetwarzanie surowców tłuszczowych na topione tłuszcze może odbywać się według jednej z trzech metod wytopu: suchej, mokrej i ciągłej. Wytop tłuszczu metodą suchą polega na ogrzewaniu surowego tłuszczu bez dodatku wody. Wytop tłuszczu metodą mokrą oparty jest na procesie ogrzewania surowego tłuszczu w autoklawie pod ciśnieniem z dodatkiem wody. Metodą ciągłą otrzymuje się produkt o najlepszych parametrach jakościowych, dzięki temu można usunąć maksymalną ilość wody z surowca, a prowadzenie procesu w łagodnych warunkach powoduje zminimalizowanie obcych zapachów i smaków.

Słowa kluczowe: własności fizykochemiczne, tłuszcze spożywcze i techniczne, metody otrzymywania, przemysł mięsny

Abstract

Fat is one from major nutrients realizing important function in the human organism. Fats are basic energetic component of food and are indispensable for proper functioning of human organism. Food fats are typically obtained with melting of raw animal fats using high temperature in technological processes. The paper presents properties of food fats, their quality requirements and production methods. Treatment of the fat raw materials into melted fats could be realized with use of the dry, wet and continuous melting methods. Dry melting method consists in heating of raw fat without addition of water. Melting of fat with use of wet method is realized in autoclaves with heating of raw under pressure with addition of water. Continuous process allows obtaining the product with the best quality, with minimum content of water. Realization of the process with use of the favourable conditions decreases foreign odours and tastes.

Keywords: physic-chemical properties, food and technical fats, production method, meat industry

* Prof. dr hab. inż. Zygmunt Kowalski, mgr inż. Agnieszka Makara, Instytut Chemii i Technologii Nieorganicznej, Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej, Politechnika Krakowska.

1. Wstęp

Tłuszcze są estrami wyższych kwasów monokarboksylowych (kwasów tłuszczowych) z glicerolem. Tłuszcze zwierzęce (stałe) oraz oleje tłuszczowe (ciekle tłuszcze roślinne) zawierają ok. 97% rzeczywistych tłuszczów, zaś obok nich występują substancje tłuszczopodobne oraz inne związki, strukturalnie odmienne, określane jako komponenty dodatkowe. Tłuszcze zwierzęce występują głównie w postaci stałej i zawierają nasycone reszty kwasowe o długich łańcuchach, zaś tłuszcze roślinne są zazwyczaj cieciami i zawierają nienasycone reszty kwasowe [1, 2]. Tłuszcze są ważnym wysokoenergetycznym składnikiem diety każdego człowieka, obok węglowodanów i białek, są podstawową grupą składników pokarmowych, spełniającą w organizmie ważne funkcje [3]. Prawie połowę spożywanego tłuszczu stanowią wyodrębnione tłuszcze jadalne, które mogą być pochodzenia roślinnego lub zwierzęcego.

Tłuszcze roślinne otrzymuje się z nasion lub owoców roślin oleistych, zaś tłuszcze zwierzęce pozyskuje się z tkanek lub mleka zwierząt lądowych oraz z tkanek zwierząt morskich. Tłuszcze spożywcze otrzymywane w przemyśle mięsnym otrzymuje się w wyniku obróbki tusz zwierzęcych, które zostały uznane za zdatne do spożycia bez żadnych ograniczeń. W przemyśle mięsnym półtusze wieprzowe klasyfikuje się do odpowiedniej klasy jakościowej EUROP [4, 5]. Surowe tłuszcze zwierzęce dzielą się na jadalne i techniczne [3–5].

Przetwarzanie surowców tłuszczowych na topione tłuszcze może odbywać się według jednej z trzech metod wytopu: suchej, mokrej i ciągłej. Wytop tłuszczu metodą suchą polega na ogrzewaniu surowego tłuszczu bez dodatku wody, podczas wytopu zostaje odparowana woda znajdująca się w surowcu. Wytop tłuszczu metodą mokrą oparty jest na procesie ogrzewania surowego tłuszczu w autoklawie pod ciśnieniem z dodatkiem wody. Proces ciągły wytopu tłuszczu może różnić się parametrami czy poszczególnymi urządzeniami, jednakże jego prowadzenie jest zwykle podobne. Metodą ciągłą otrzymuje się produkt o najlepszych parametrach jakościowych, dzięki temu można usunąć maksymalną ilość wody z surowca, a prowadzenie procesu w łagodnych warunkach powoduje zminimalizowanie obcych zapachów i smaków [5].

Tłuszcze muszą być przechowywane w odpowiednich warunkach, gdyż ulegają utlenieniu czyli jełczeniu, które zachodzi pod wpływem procesów chemicznych będących wynikiem działania światła, wilgoci, a także bakterii i enzymów. Głównym procesem jełczenia tłuszczów jest rozpad tłuszczów na kwasy tłuszczowe, m.in. na kwas mlekowy i glicerol. Zjełczenie 0,1% tłuszczu dyskwalifikuje go jako produkt jadalny. W celu opóźnienia procesu jełczenia tłuszczów, są stosowane przeciwutleniacze do których należą m.in. tokoferole lub żywice gwajakolowe [3, 4].

2. Rodzaje tłuszczu i ich ogólne własności fizykochemiczne

Ze względu na stan skupienia tłuszcze dzielą się na ciekłe i stałe. Tłuszcze stałe są związkami nasyconymi i są to tłuszcze zwierzęce z wyjątkiem tranu. Głównymi składnikami tłuszczów stałych są glicerydy wyższych nasyconych kwasów tłuszczowych. Tłuszcze roślinne, np. oliwa, olej rzepakowy, słonecznikowy, arachidowy, lniany, masło kakaowe, są to tłuszcze

nienasycone, a w ich skład wchodzi głównie glicerydy wyższych nienasyconych kwasów tłuszczowych. Najważniejszymi kwasami tłuszczowymi, które występują we wszystkich spożywanych tłuszczach są kwas palmitynowy i kwas stearynowy. Nienasycone kwasy tłuszczowe pełnią w organizmie funkcję energetyczną oraz budulcową, zaś nasycone kwasy tłuszczowe są wykorzystywane niemal wyłącznie jako doraźne lub zapasowe źródło energii [3, 6, 7].

Czyste tłuszcze są substancjami bezbarwnymi i bezwonnymi (zapach, barwa i smak tłuszczów naturalnych pochodzą od ich domieszek), bardzo dobrze rozpuszczają się w rozpuszczalnikach organicznych, nie rozpuszczają się w wodzie, wstrząsane z wodą tworzą nietrwałą emulsję rozdzielającą się na dwie warstwy [1, 4].

Tłuszcze determinują nie tylko zachowanie się produktów żywnościowych podczas procesów przetwarzania (np. stabilność cieplna, lepkość, krystalizacja, zdolność do napowietrzania się), lecz także ich właściwości po zakończonych procesach (np. kurczliwość, lepkość, migracja i dyspersja) i stabilność podczas magazynowania, w tym fizyczną (np. deemułgowanie, migracja i oddzielanie się tłuszczu), chemiczną (jeliczenie hydrolytyczne, utlenianie) i mikrobiologiczną (np. aktywność wodna). Funkcje sensoryczne tłuszczów w żywności to przede wszystkim wygląd, tekstura, smak, zapach oraz wrażenia zmysłowe po wprowadzeniu ich do ust. Tłuszcze pełnią wiele funkcji w technologii żywności. Stosuje się je jako czynniki kontrolowanego przenoszenia ciepła (np. tłuszcze smaźalnice), jednocześnie nadające produktom pożądaną barwę, zapach oraz swoisty smak [6, 7].

Tłuszcze przechowywane przez dłuższy okres czasu ulegają utlenieniu, czyli jeliczeniu, które powodowane jest procesami chemicznymi zachodzącymi w tłuszczach stałych i olejach pod wpływem światła, wilgoci, a także bakterii i enzymów. Głównymi procesami jeliczenia tłuszczów są rozpad tłuszczów na kwasy tłuszczowe, między innymi na kwas mlekowy i glicerol, procesy utleniania kwasów nienasyconych, oraz ich polimeryzacja. Charakterystyczny ostry zapach zjełczalego tłuszczu przypisuje się głównie aldehydom i ketonom zawierającym w cząsteczkach od 7 do 9 atomów węgla. Zjełczenie 0,1% tłuszczu dyskwalifikuje go jako produkt jadalny. Antyutleniacze tłuszczów mogą być substancjami pochodzenia naturalnego lub syntetycznego, a maksymalna ich zawartość może wynosić 0,005-0,1% [2-4].

W wyniku działania wysokich temperatur oraz procesów hydrolizy uwalniane są z tłuszczu kwasy tłuszczowe niższe i wielkocząsteczkowe. Kwasy wielkocząsteczkowe ($C_{14}-C_{20}$) nie mają wpływu na własności organoleptyczne produktu, jednakże niższe kwasy tłuszczowe (C_4-C_{18}) nadają produktom charakterystyczny niepożądany mydlany zapach i smak. Innym ważnym czynnikiem mającym wpływ na własności produktu jest stopień separacji tłuszczu po jego wytopie. Poza oczywistymi zaletami, takimi jak lepsza klarowność tłuszczu czy jego większa czystość, wysoki stopień rozdziału powoduje znaczne zmniejszenie ilości wody, która może pozostać w smalcu lub łoju. Ponieważ tłuszcz zwierzęcy podczas przechowywania bardzo łatwo ulega procesom jeliczenia, które w dużym stopniu uzależnione są od wilgotności produktu, wskazane jest maksymalne odseparowanie wody w trakcie procesu obróbki tłuszczu po jego wytopie. Hydrolytyczne procesy rozkładu produktu najczęściej wywoływane są przez czynniki biologiczne o charakterze enzymatycznym. Przykładem takiego enzymu może być lipaza, występująca w tkankach pochodzenia zwierzęcego lub wytwarzana przez drobnoustroje. Procesy te mogą również prowadzić do powstawania niższych kwasów tłuszczowych, których zawartość powinna być możliwie zminimalizowana w tłuszczu spożywczym [3, 4].

Przemiany niekorzystne, które zachodzą w produkcji, mogą być efektem działania czynników utleniających. W wyniku procesów utleniania, wywołanych głównie obecnością tlenu atmosferycznego, następuje rozpad cząsteczek trójglicerydów do krótkołańcuchowych związków pochodnych. W procesach utleniania powstają wolne rodniki, do których przyłącza się tlen, dzięki czemu powstają nadtlenki i hydronadtlenki, które rozpadają się dalej na aldehydy, niższe kwasy tłuszczowe, alkohole czy ketony. Szybkość tych procesów może być katalizowana takimi czynnikami jak podwyższona temperatura przechowywania produktu czy obecność światła (głównie promienie ultrafioletowe). Dlatego też ważnym czynnikiem wpływającym na własności smalcu czy łoju jest temperatura i sposób ich przechowywania. Im niższa temperatura, tym bardziej zahamowane zostają niepożądane procesy rozkładu, które mogą prowadzić do zmian sensorycznych w tym do przemian struktury czy konsystencji tłuszczu. Procesy te mają również wpływ na obniżenie kaloryczności produktu [3–5].

Chemiczne właściwości tłuszczów można określić za pomocą następujących parametrów [4]:

- liczba kwasowa (liczba Kottstorfera) będąca miarą świeżości – jest to liczba mg KOH zużytego do zobojętnienia wolnych kwasów tłuszczowych w 1 g tłuszczu,
- liczba zmydlenia – jest to liczba mg KOH potrzebna do zmydlenia 1 g tłuszczu,
- liczba jodowa – liczba gramów wolnego I_2 przyłączonego do 100 g tłuszczu,
- liczba Reicherta-Meissla – ilość cm^3 roztworu NaOH o stężeniu $0,1 \text{ mol/dm}^3$ potrzebna do zobojętnienia lotnych, rozpuszczalnych w wodzie kwasów, otrzymanych z 5g tłuszczu w ściśle określonych warunkach.

Nienasycone kwasy tłuszczowe pełnią w organizmie funkcję energetyczną oraz budulcową, zaś nasycone kwasy tłuszczowe są wykorzystywane niemal wyłącznie jako doraźne lub zapasowe źródło energii.

3. Wykorzystanie i zapotrzebowanie na tłuszcze

Tłuszcze są podstawowym składnikiem energetycznym żywności, posiadają dużą wartość kaloryczną. Organizm człowieka, spalając 100 g tłuszczu, otrzymuje 900 kcal przy przeciętnym zapotrzebowaniu wynoszącym 2500 kcal na dzień. Tłuszcze są również głównym źródłem niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych (NNKT) oraz witamin rozpuszczalnych w tłuszczach (A, D, E, K). Niektóre kwasy tłuszczowe biorą także udział w syntezie niektórych hormonów tkankowych [3, 4].

Prawie połowę spożywanego tłuszczu stanowią wyodrębnione tłuszcze jadalne, które mogą być pochodzenia roślinnego lub zwierzęcego. Tłuszcze roślinne otrzymuje się z nasion lub owoców roślin oleistych, a tłuszcze zwierzęce pozyskuje z tkanek lub mleka zwierząt lądowych oraz z tkanek zwierząt morskich. Źródłem tłuszczu zwierzęcego, oprócz tłuszczów jadalnych (masła, smalcu, słoniny itp.), są mięso i wędliny, ryby, jaja i produkty mleczne [3, 4, 6].

Trawienie tłuszczu zachodzi głównie w jelicie cienkim i jest poprzedzone jego rozdrobnieniem na małe kuleczki (zemulgowanie), w czym zasadniczą rolę odgrywa żółć. Zdrowy człowiek może strawić i wchłoniąć w ciągu godziny 8–12 g tłuszczu. Strawione tłuszcze są wchłaniane z przewodu pokarmowego za pomocą złożonego mechanizmu, zamieniane w ścianie jelita na większe cząsteczki i transportowane do różnych tkanek i komórek w połączeniu z białkami jako tzw. lipoproteiny. Lipoproteiny dostarczają: triglicerydów, fosfoli-

pidów, cholesterolu i innych substancji lipidowych do trzech różnych odbiorców: wątroby, zapasowej tkanki tłuszczowej oraz pozostałych tkanek. Uwalnianie kwasów tłuszczowych z triglicerydów zawartych w lipoproteinach odbywa się z udziałem enzymu lipazy lipoproteinowej. Uwolnione kwasy tłuszczowe, po przejściu przez błonę komórki są, zależnie od aktualnego jej zapotrzebowania na energię, katabolizowane, wykorzystywane do syntezy nowych triglicerydów, które gromadzą się w cytoplazmie w postaci kropelek tłuszczu, lub użyte są do budowy membran [6].

Tłuszcze znajdują zastosowanie jako produkty spożywcze (np. masło, smalec, słonina, oleje jadalne) oraz jako surowce do otrzymywania mydeł, detergentów, pokostów, farb olejnych, linoleum. Tłuszcze powinny dostarczać 25–30% wartości energetycznej dziennej racji pokarmowej dorosłego człowieka. Powinny to być tłuszcze nienasycone, nie utwardzane chemicznie, pozbawione izomerów trans. W tabeli 1 podano dzienne zapotrzebowanie na tłuszcze dla poszczególnych grup wiekowych [7].

Tabela 1

Dzienny poziom zalecanego spożycia tłuszczu dla różnych grup ludności [7]

Grupy ludności	Tłuszcze	
	ogółem [g]	[%] energii z tłuszczów
Dzieci 1–3 lat	50	35
Dzieci 4–6 lat	60	32
Dzieci 7–9 lat	75	32
Chłopcy 10–12 lat	90	31
Dziewczeta 10–12 lat	80	31
Młodzież męska 13–15 lat	105–115	31
Młodzież męska 16–20 lat	110–125	30–31
Młodzież żeńska 13–15 lat	90–95	30–31
Młodzież żeńska 16–20 lat	85–90	30–31
Mężczyźni 21–64 lat praca umiarkowana	95–110	29–30
Mężczyźni 21–64 lat praca ciężka	125–135	30–32
Kobiety 21–59 lat praca umiarkowana	85–95	30–32
Kobiety 21–59 lat praca ciężka	105–110	31–33

4. Surowce do wytwarzania tłuszczu spożywczych

Surowcem do produkcji tłuszczu pochodzenia zwierzęcego jest tkanka tłuszczowa zwierząt rzeźnych, będąca odmianą tkanki łącznej. Tkanka tłuszczowa zawiera głównie tłuszcz, który stanowi około 98% oraz białka, wodę, enzymy, witaminy czy fosfolipidy. W zależności wieku zwierzęcia, gatunku lub miejsca pochodzenia surowca tłuszczowego z określonych partii ciała, zawartość tłuszczu, białka i wody jest zmienna [8, 9]. W tabeli 2 podano udział poszczególnych składników pokarmowych w tłuszczach surowych.

Tłuszcze spożywcze otrzymuje się w wyniku obróbki tusz zwierzęcych, które zostały uznane za zdadne do spożycia bez żadnych ograniczeń. Mogą być one wykorzystywane w przemyśle spożywczym w formie surowej, gotowanej, peklowanej, topionej lub smażonej.

Zawartość głównych składników pokarmowych w surowcach tłuszczowych [5, 12]

Surowiec tłuszczowy	Zawartość [%]		
	tłuszczu	wody	białka
Wieprzowy:			
– słonina	83,5–95,5	4,0–7,7	1,5–1,8
– sadło	83,0–96,5	2,5–13,2	2,2
– otoka	67,6–83,2	8,2–20,1	5,7
Wołowy:			
– łój okołonerkowy	28,4–93,0	2,9–23,6	1,1–7,0
– łój sieciowy	33,0–95,0	4,9–32,2	1,3–7,4
Barani:			
– łój okołonerkowy	87,88	10,48	1,64

Surowce tłuszcze zwierzęce można podzielić na dwie główne grupy: jadalne i techniczne [10–12]. Do grupy tłuszczów jadalnych zalicza się:

Surowce tłuszczowe wieprzowe:

- Sadło – tkanka tłuszczowa wyścielająca jamę brzuszną i otaczająca nerki, uzyskana po obróbce poubojowej półtuszy wieprzowych,
- Słonina – podskórna tkanka tłuszczowa zdjęta z grzbietu, tylnej części i boków półtuszy wieprzowej, ze skórą lub bez skóry,
- Tuszcz z podgardla – wieprzowa podskórna tkanka tłuszczowa uzyskana przy wykrawaniu podgardla,
- Tuszcz z pachwiny – wieprzowa podskórna tkanka tłuszczowa uzyskana przy wykrawaniu pachwiny,
- Tuszcz otokowy – wieprzowa tkanka tłuszczowa uzyskana przez oddzielenie od jelit i żołądka,
- Tuszcz drobny – podskórny i międzymięśniowy tłuszcz surowy uzyskany przy rozborze półtuszy wieprzowych, wykrawawianiu i obróbce części zasadniczych.

Surowce tłuszczowe wołowe, cielęce, baranie:

- Łój okołonerkowy – tkanka tłuszczowa wyścielająca jamę brzuszną i okrywającą nerki, uzyskana przy obróbce poubojowej tusz wołowych, cielęcych i baranich,
- Łój sieciowy – tkanka tłuszczowa wołowa lub barania uzyskana przez oddzielenie od żołądka i przedżołądków,
- Łój drobny – podskórna i międzymięśniowa tkanka tłuszczowa uzyskana przy rozborze i wykrawaniu ćwierćtuszy wołowych, tusz cielęcych lub baranich,
- Łój otokowy – tkanka tłuszczowa wołowa, cielęca lub barania uzyskana przez oddzielenie od jelit.

W tabeli 3 zestawiono średnie wartości uzysku poszczególnych surowców tłuszczowych od zwierząt rzeźnych.

W przemyśle mięsnym półtusze wieprzowe klasyfikuje się, według oceny organoleptycznej, do odpowiedniej klasy jakościowej EUROP [5, 8]. Podczas klasyfikacji bierze się pod uwagę przede wszystkim umięśnienie półtuszy. W nowoczesnych zakładach przetwórstwa mięsnego klasyfikację wykonuje się przy użyciu elektronicznych urządzeń, które są przeznaczone do oceny mięsności metodą liniową. Do klasy jakościowej E zalicza się tusze o zawar-

tości mięsa 55% i powyżej, klasa U obejmuje mięsność od 50 do 54,9%, klasa R od 45 do 49,9%, klasa O od 40 do 44,9%, natomiast do klasy P zalicza się tusze posiadające mięsność poniżej 40%. W zależności od klasy tuszy zmienia się również zawartość surowców tłuszczowych uzyskiwanych podczas wykrawania.

Tabela 3

**Średnie wartości uzysku surowców tłuszczowych
od zwierząt rzeźnych [5, 12, 13]**

Surowce tłuszczowe	Wartość uzysku w stosunku do masy poubojowej ciepłej [%]
Masa poubojowa (trzoda)	100
Sadło	2,75
Tłuszcz ze skór	0,50
Tłuszcz otokowy	1,15
Masa poubojowa (bydło)	100
Lój okołonerkowy	2,50
Lój otokowy	1,60
Lój pozostały	1,30

W tabeli 4 zestawiono średnie uzyski tłuszczu surowych, otrzymanych w wyniku wykrawania półtuszy wieprzowych, w zależności od klasy tuszy [8].

Tabela 4

Średnie uzyski tłuszczu surowych wieprzowych w klasach EUROP [8]

Rodzaj tłuszczu surowego	Uzysk w klasach [%]				
	E	U	R	O	P
Tłuszcz drobny	6,62	8,16	9,20	11,06	11,83
Tłuszcz z podgardla	1,48	1,64	1,51	1,59	2,10
Tłuszcz z pachwiny	2,40	1,77	1,94	2,64	3,10

Jadalny surowiec tłuszczowy powinien posiadać odpowiednie cechy fizykochemiczne, z których podstawowymi są: barwa, zapach, konsystencja, stan powierzchni oraz zanieczyszczenia.

Czyste chemicznie tłuszcze są bezbarwne, zaś zabarwienie surowych tłuszczu jest dość zróżnicowane i wynika z obecności substancji towarzyszących, którymi są przede wszystkim karotenoidy. Barwa tłuszczu surowego wieprzowego powinna być biała z delikatnym odcieniem jasnoszarym, jasnoróżowym lub kremowym. Tłuszcze wołowe i cielęce powinny mieć barwę od kremowej do ciemnożółtej, zaś tłuszcze baranie charakteryzują się barwą białą z odcieniem kremowym lub jasnoróżowym. Wahaniami w kolorystyce tłuszczu danego gatunku mogą być spowodowane względami żywieniowymi zwierząt. Podczas długiego okresu przechowywania tłuszczu może również dojść do ich szarzenia i ciemnienia, co spowodowane jest głównie rozkładem białek. Zapach tłuszczu zwierzęcego, bez względu na gatunek zwierząt z jakich pochodzi, powinien być swoisty, bez zapachów obcych czy też zapachu

charakterystycznego dla zjełczałego tłuszczu. Konsystencję tłuszczu surowych określa się w temp. 15–20°C i uzależniona jest ona od zawartości kwasów tłuszczowych nasyconych i nienasyconych oraz ich wzajemnego stosunku. Tłuszcze wieprzowe powinny w tych warunkach posiadać konsystencję od ściślej do miękkiej, cielece ściśłą, natomiast wołowe i baranie od ściślej do kruchej. W produkcji spożywczej powierzchnia każdego rodzaju tłuszczu powinna być sucha i czysta z niewielką ilością wilgoci. Za zanieczyszczenia niedopuszczalne w surowcu tłuszczowym jadalnym uznaje się naloty pleśniowe, występowanie resztek tkanki mięśniowej, obecność gruczołów lub skrzepów krwi, jak również omulenia. Każde z tych zanieczyszczeń dyskwalifikuje taki surowiec do użytku w produkcji spożywczej [9, 10].

Oprócz własności organoleptycznych i fizykochemicznych, polskie normy [9–11] określają również wymagania chemiczne dla surowców tłuszczowych jadalnych. Najważniejsze z badanych parametrów to [10, 11]:

- liczba nadtlenkowa, której wartość powinna wynosić od 2,0 do 2,5 meq/kg,
- liczba kwasowa mierzona w mg KOH/g, której wartość dla surowych tłuszczu wynosi od 1,4 do 1,7,
- surowce tłuszczowe nie mogą zawierać metali ciężkich: dopuszczalne normą wartości to [mg/kg]: arsen – 0,1; ołów – 0,1; miedź – 0,4; żelazo – 1,5.

5. Metody otrzymywania tłuszczu spożywczych

Tłuszcze spożywcze otrzymuje się w wyniku wytopu surowych tłuszczu przy zastosowaniu wysokiej temperatury w procesach technologicznych. W dziale produkcji tłuszczów spożywczych, zwanym również smalcownią, znajdują się [12, 13]:

- chłodnia surowca, w której maksymalna temperatura nie powinna przekraczać 7°C,
- urządzenie do wytopu tłuszczu z surowców tłuszczowych,
- zbiornik magazynowy wytworzonego płynnego smalcu (ogrzewany węzownicą lub przeponowo),
- urządzenie dozujące smalec do opakowań finalnych,
- pakowaczka,
- chłodnia produktu, w której maksymalna temperatura nie powinna przekraczać 10°C.

Do przetwarzania surowców tłuszczowych na tłuszcze topione jadalne stosuje się trzy podstawowe metody: suchą, mokrą i ciągłą [5, 12, 13]. Wytop tłuszczu metodą suchą polega na ogrzewaniu surowego tłuszczu bez dodatku wody. Podczas procesu ogrzewania odparowaniu ulega woda znajdująca się w surowcu tłuszczowym. W metodzie tej stosuje się kocioł wyposażony w mieszadło, który jest ogrzewany przeponowo płaszczem grzejnym zasilanym parą. Surowy tłuszcz poddaje się wstępnemu rozdrobnieniu na drobne części w tzw. wilku, a następnie jest on podawany do kotła, gdzie w czasie 3–5 godzin prowadzony jest wytop w temp. 110–120°C. Mieszadło znajdujące się w kotle zapewnia ciągły ruch podawanego surowca zabezpieczając przed lokalnymi przegrzaniem, które mogą powodować zmiany fizykochemiczne produktu końcowego. Zakończenie procesu wytopu następuje, gdy otrzymywany tłuszcz staje się klarowny, zaś skwarki mają jasnożółte zabarwienie. Po procesie wytopu prowadzony jest rozdział na sitach smalcu od części stałych. W nowoczesnych instalacjach materiał poddaje się doczyszczaniu na prasach oraz w dekanterze i wirówkach separacyjnych. Tłuszcz schładza się do temperatury około 20°C i podaje do dozownika skąd jest wlewany do opakowań końcowych [5, 12].

Wytop tłuszczu metodą moką polega na ogrzewaniu surowego tłuszczu w autoklawie pod ciśnieniem z dodatkiem wody. Odbywa się on w reaktorze ciśnieniowym, ogrzewanym bezpośrednio parą. Surowiec tłuszczowy analogicznie jak w metodzie suchej poddaje się wstępnemu rozdrobnieniu, a następnie jest on podawany do autoklawu. Proces wytopu w autoklawie zachodzi w temp. 70–140°C, w czasie 2–3 godzin. Po przeprowadzeniu dekompresji reaktora, następuje rozdział smalcu od skwarek, a następnie schłodzenie do temperatury ok. 20°C i rozlewanie do opakowań końcowych. Metoda mokra, w porównaniu z metodą suchą, charakteryzuje się większą wydajnością procesu oraz lepszą jakością otrzymanego produktu [5, 12, 13].

Proces ciągły wytopu tłuszczu w zależności od producenta może różnić się parametrami lub poszczególnymi urządzeniami, jednakże jego prowadzenie jest zwykle podobne. Surowiec tłuszczowy poddaje się wstępnemu rozdrobnieniu w „wilku” (młyn młotkowo-nożowy), skąd jest podawany na podgrzewacz przepływowy w celu ogrzania go do ok. 70°C. Półpłynną masę przepompowuje się do kolejnego rozdrabniacza, po czym jest ona podawana na podgrzewacz rurowy, gdzie następuje rozgrzanie do ok. 90°C. Kolejnym etapem jest odmulenie, gdzie następuje dalszy wytop tłuszczu z równoczesnym oddzieleniem skwarków. Następnie tłuszcz splywa do ogrzewanego zbiornika, a następnie jest rozdzielany w wirówce na trzy frakcje. Pierwszą frakcją jest czysty smalec będący gotowym produktem, drugą zanieczyszczony tłuszcz zawracany do zbiornika znajdującego się przed wirówką, zaś trzecią frakcją stanowi tzw. mułek, czyli drobne części stałe, traktowane jako odpad [5, 12, 13].

W metodzie ciągłej można również stosować autoklaw i kaskadę kilku wirówek oczyszczających tłuszcz. W nowoczesnych instalacjach rozdrobniony surowiec podgrzewa się do 50–60°C, a następnie szybko ogrzewa się go do 80–90°C w celu dezaktywacji enzymów oksydacyjnych. Tłuszcz jest rozdzielany w dekanterze, po czym jest wirowany, schładzany i pakowany. Wydajność takiego procesu wynosi nawet 99%, a otrzymany produkt zawiera 0,1–0,2% wilgoci, natomiast zawartość wolnych kwasów tłuszczowych jest identyczna jak w surowcu. Łagodne warunki prowadzenia procesu wytopu w metodzie ciągłej powodują zminimalizowanie obcych zapachów i smaków [2, 8, 14]. W tabeli 5 zestawiono wydajność przetopową dla różnego rodzaju tłuszczów [13].

Tłuszczu najwyższej jakości, spełniające wymagania przemysłu spożywczego czy farmaceutycznego, uzyskuje się prawie wyłącznie na drodze wytopu metodą ciągłą. Proces ten zapewnia bowiem powstawanie minimalnej ilości niższych kwasów tłuszczowych, które niekorzystnie wpływają na cechy organoleptyczne tłuszczu. Równocześnie, w tej metodzie możliwe jest maksymalne usunięcie wody znajdującej się w surowcach tłuszczowych, dzięki czemu smalec lub łój posiadają wysokie parametry użytkowe.

Jednym z najciekawszych rozwiązań przetwarzania surowców tłuszczowych jest technologia opracowana przez firmę Alfa Laval (tzw. *Centriflow*). Oparta jest ona na typowych rozwiązaniach linii ciągłych, stosujących zamknięty cykl wytopu, minimalne temperatury i krótkie czasy podgrzewania. Charakterystyczną cechą tego systemu jest praktyczne wyeliminowanie powstawania odpadów w cyklu produkcyjnym. Białko zwierzęce (tzw. skwarki), przetworzone z surowców tłuszczowych w tej technologii, posiada bowiem duże własności odżywcze, dzięki czemu może znaleźć zastosowanie w produkcji mięsnej lub w produkcji karmy dla zwierząt [5, 12]. Proces przetwarzania surowców tłuszczowych w technologii Alfa Laval rozpoczyna się od dozowania surowca przy pomocy przenośnika ślimakowego do rozdrabniacza. Jako rozdrabniacz może być stosowane urządzenie firmy Palmia, które umożliwia otrzymanie rozdrobnionego surowca o określonej wielkości cząstek.

**Wydajność przetopowa (dla metody ciągłej)
tłuszczów zwierząt rzeźnych [5, 13]**

Rodzaj surowca	Wydajność przetopowa [%]
Sadło wychłodzone	90
Sadło ciepłe	89
Słonina świeża i mrożona	86
Słonina przemysłowa	85
Tłuszcz drobny świeży i mrożony	82
Tłuszcz drobny peklowany	75
Otoka wychłodzona	70
Otoka ciepła	68
Pachwina	75
Podgardle	67
Tłuszcz ze skór	72
Łój bydlęcy okołonerkowy	81
Łoje pozostałe	75

Surowiec bezpośrednio z rozdrabniacza kierowany jest do rury wytopowej zasilanej żywą parą, a następnie jest dostarczany do zbiornika wytopowego, gdzie zachodzi końcowe uwalnianie się tłuszczu. Zbiornik wytopowy jest wyposażony w mieszałdo oraz bezpośredni wtrysk pary grzejnej, która podnosi temperaturą surowca do 64–75°C. Po zakończeniu procesu wytopu, tłuszcz pompowany jest do dwufazowego dekantera Alfa Laval, którego maksymalna wydajności wynosi 600 kg/h. Na tym etapie procesu zostaje oddzielona faza stała (białko zwierzęce) od cieczy procesowej. Oddzielone skwarki zawierają: białko 30–35%, wodę 65–70% i tłuszczu 6–10%. Tłuszcz z dekantera jest transportowany do zbiornika przejściowego, a następnie do wirówki (w której zostaje podgrzany do temperatury 90–95°C). W tej linii stosowany jest separator Alfa Laval, o wydajności oczyszczania tłuszczu 4000 l/h. Oddzielona na wirówce gęstwa skwarkowa kierowana jest do zbiornika wytopowego znajdującego się przed dekanterem, natomiast tłuszcz po przejściu przez system pomiaru klarowności jest schładzany. Gdy tłuszcz nie spełnia zadanych parametrów, zostaje on automatycznie skierowany do zbiornika przejściowego, znajdującego się przed wirówką, i ponownie poddany procesowi separacji. Tłuszcz kierowany do wymiennika płytowego zawiera 99,8% głównego składnika, 0,2% wody i pozbawiony jest zanieczyszczeń stałych. W wymienniku ciepła produkt schładzany jest z temperatury ok. 90°C do 40°C, a następnie kierowany jest do dozownika opakowań finalnych [5, 12].

Główną różnicą między poszczególnymi metodami produkcji jest temperatura prowadzenia procesu, która ma dość duży wpływ na właściwości otrzymywanego smalcu bądź łoju. W metodach wysokotemperaturowych >100°C, dochodzi do częściowego rozkładu czy przemian substancji znajdujących się w surowcach tłuszczowych (np. denaturacja białek), co wpływa m.in. na barwę produktu końcowego, która jest znacznie ciemniejsza niż w przypadku procesów ciągłych, w których stosuje się łagodniejsze warunki. Przegrzanie wytapianego materiału również może pogorszyć smak czy zapach, co jest skutkiem przemian składników

mieszaniny reakcyjnej. Podczas działania wysokich temperatur oraz zachodzenia procesów hydrolizy uwalniane są z tłuszczu kwasy tłuszczowe niższe i wielkocząsteczkowe.

6. Własności tłuszczu spożywczych

W przemyśle spożywczym istnieją trzy podstawowe rodzaje produktów, które są otrzymywane w wyniku przetwarzania tłuszczu surowych [11]:

- Smalec wyborowy: sadło, słonina, tłuszcz drobnym, tłuszcz z pachwiny, tłuszcz z podgardla.
- Smalec popularny: sadło, słonina, tłuszcz drobnym, tłuszcz z pachwiny, tłuszcz z podgardla, tłuszcz otokowy, tłuszcze solone, peklowane, wędzone oraz tłuszcz ze skór.
- Łój topiony: wołowy, cielęcy i barani, okołonerkowy, otokowy oraz drobny.

Na rynku dostępny jest również tzw. tłuszcz rafinowany ze smalcu lub łoju topionego. W wyniku rafinacji tłuszczu zostają oddzielone zanieczyszczenia mechaniczne, zostaje obniżona liczba kwasowa i nadtlenkowa oraz jak następuje poprawa smaku i zapachu produktu.

Smalec wyborowy powinien charakteryzować się w temp. 18–20°C: białą barwą z ewentualnym odcieniem jasnoniebieskim lub jasnokremowym; stałą, miękką i smarowną konsystencją oraz jednolitą i gładką strukturą. Smalec popularny powinien mieć barwę identyczną jak smalec wyborowy jednakże dopuszczone jest występowanie odcieni jasnoszarokremowych, zaś wymagania dotyczące struktury i konsystencji są takie same jak dla smalcu wyborowego. Łój topiony może mieć barwę od jasnokremowej do żółtej, natomiast konsystencja powinna być twarda, krucha i rozsypująca się. Wymagania dotyczące struktury są takie same jak dla smalcu, jednakże dopuszczalna jest tzw. kaszkowatość [11].

Transport tłuszczu spożywczych ze względu na dość wysoką temperaturę zestalania się tego produktu musi odbywać się przez ogrzewane urządzenia i rurociągi. Magazynowanie wytopionego smalcu przed jego wychłodzeniem i zapakowaniem, powinno odbywać się w zbiorniku ogrzewanym przeponowo płaszczem, z zamontowanym mieszadłem, co chroni go przed miejscowym przegrzaniem. Po częściowym wychłodzeniu smalec formuje się w bloki o odpowiednich wymiarach, przez dozowanie go do odpowiedniego kartonu wyłożonego folią bądź pergaminem. W przemyśle spożywczym najczęściej spotyka się smalec w blokach o masie 12,5 kg. Smalec może być również pakowany w kostki o masie 250 g oraz 125 g, które jako smalec paczkowany są wykorzystywane w handlu. Okres przechowywania tłuszczów jadalnych topionych w obrocie detalicznym wynosi 14 dni od daty dostawy przez producenta pod warunkiem, że będą one przechowywane w temperaturze nie wyższej niż 10°C. Smalec może być magazynowany przez określony czas w chłodniach w temperaturze od +4°C do –2°C, przy zachowaniu wilgotności względnej powietrza w zakresie 75–80% [8, 9].

Smak i zapach powinny być charakterystyczne dla danego tłuszczu i są uzależnione od rodzaju wytopu. Niedopuszczalne jest występowanie obcych zapachów czy posmaków, poza lekko skwarkowym. W tabeli 6 zestawiono wymagania fizykochemiczne dla wszystkich typów tłuszczu spożywczych [11].

Produktem ubocznym otrzymywanym podczas wytopu surowców tłuszczowych są części stałe, czyli tzw. skwarki. Otrzymuje się je we wszystkich etapach klarowania smalcu. W procesach wykorzystujących prasy lub dekantery, również powstają mniejsze frakcje skwarek.

Podczas klarowania tłuszczu w wirówkach zostaje od gotowego produktu oddzielona tzw. gęstwa skwarek. Skład gęstwy skwarkowej pochodzącej z wytopu surowców wieprzowych i bydłych przedstawiono w tabeli 7.

Tabela 6

Wymagania fizykochemiczne dla tłuszczu spożywczych [11]

Cecha	Smalec wyborowy	Smalec popularny	Łój topiony
Zawartość wody i substancji lotnych w %, nie więcej niż	0,25	0,35	0,25
Liczba nadtlenkowa, meq aktywnego tlenu/kg, nie więcej niż:			
– przed składowaniem	2,0	3,0	2,0
– po składowaniu	4,0	4,5	4,0
– w obrocie	6,0	6,0	6,0
Liczba kwasowa, mg KOH/g, nie więcej niż:			
– przed składowaniem	1,1	1,6	1,2
– w obrocie	1,1	2,0	1,2
Obecność aldehydu epihydrinowego	niedopuszczalna		
Zawartość zanieczyszczeń w %, nie więcej niż:			
– naturalnych	0,02	0,05	0,05
– obcych	0,02	brak	0,05
Zawartość metali ciężkich w mg/kg:			
– żelazo		1,5	
– miedź		0,4	
– ołów		0,1	
– arsen		0,1	
Temperatura topnienia, °C	28–40		42–48
Liczba zmydlenia	192–203		190–202
Liczba jodowa	45–70		32–50

Tabela 7

Skład gęstwy skwarkowej w zależności od rodzaju surowca [5, 8]

Gęstwa skwarkowa	Składnik w [%]		
	woda	tłuszcz	białko
Wieprzowa	65	25–35	5
Bydłęca	75	15–20	9

Skwarki charakteryzują się bardzo krótką trwałością, głównie ze względu na szybki rozkład tłuszczu i białka. Mogą być stosowane jako składnik pokarmu dla zwierząt hodowlanych, jak również jako dodatek do pasz jednakże muszą być odpowiednio przygotowane. Skwarki natychmiast po wytopie powinny być ułożone w cienkie warstwy, a następnie szybko wychłodzone i przechowywane w chłodzonym magazynie. Inną metodą ich przygotowania do dalszego przerobu może być konserwacja poprzez zakwaszenie.

7. Wnioski

Tłuszcze są głównym składnikiem energetycznym żywności i posiadają dużą wartość kaloryczną. W diecie człowieka spełniają ważne funkcje i są niezbędne do prawidłowego funkcjonowania organizmu. Według zaleceń WHO dzienna dawka spożywanego tłuszczu nie powinna przekraczać 20 g.

Surowcem do produkcji tłuszczu pochodzenia zwierzęcego jest tkanka tłuszczowa zwierząt rzeźnych. Tłuszcze spożywcze można otrzymywać metodą wytopu suchego, mokrego i ciągłego. W zależności od zastosowanej metody wytopu otrzymywany produkt końcowy posiada różne parametry. Najwyższej jakości tłuszcze, które spełniają wymagania dla różnych gałęzi przemysłu, uzyskuje się praktycznie wyłącznie na drodze wytopu metodą ciągłą. Tłuszcze oprócz własności organoleptycznych i fizykochemicznych muszą spełniać również wymagania chemiczne określone przez odpowiednie normy.

Literatura

- [1] Lautenschläger K.-H., Schröter W., Wanninger A., *Nowoczesne Kompendium Chemii*, WN PWN, Warszawa 2007.
- [2] *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry*, 6th Edition, Wiley-VCH, 2002.
- [3] Sikorski Z. E., *Chemia żywności*, WNT, Warszawa 2002.
- [4] Drapała T., *Chemia dla przemysłu spożywczego*, WSiP, Warszawa 1993.
- [5] Kowalski Z., i inni, *Sprawozdanie z badań: Modelowe rozwiązania gospodarki odpadami mięsnymi z wykorzystaniem czystszych technologii*, Kraków 2007 – praca niepublikowana.
- [6] Wandrasz A.J., Wandrasz A.Z., *Badanie składu elementarnego i właściwości kalorycznych produktów zwierzęcych*, Paliwa z odpadów, t. 5, Helion, Gliwice 2005.
- [7] Szczygieł A. i inni, *Normy żywienia IŻŻ*, Żywnienie Człowieka i Metabolizm 1983, 10, 2, 143.
- [8] Olszewski A., *Technologia przetwórstwa mięsa*, WNT, Warszawa 2002.
- [9] Prost E.K., *Zwierzęta rzeźne i mięso-ocena i higiena*, Lubelskie Towarzystwo Naukowe, Lublin 2006.
- [10] PN-89 A-85816 Tłuszcze zwierzęce surowe jadalne.
- [11] PN-90 A-85802 Tłuszcze zwierzęce jadalne topione.
- [12] Kowalski Z., Cholewa J., Bzymek P., Kowalski Ł., Włodarczyk G., *Zastosowanie tłuszczu z ubocznych półproduktów pochodzenia zwierzęcego do celów energetycznych*, Kraków 2007 – praca niepublikowana.
- [13] *Integrated Pollution Prevention and Control Reference Document on Best Available Techniques in the Slaughterhouses and Animal By-products Industries*, European Commission May 2005.
- [14] Eckermann W., Hansen C.L., *Animal by-product processing & utilization*, CRC Press LLC, Boca Raton, Florida 2000.