Teraz rzepak Teraz olej

OLEJ RZEPAKOWY

– NOWY SUROWIEC, NOWA PRAWDA

Tom II

prof. dr hab. Jan Krzymański, prof. dr hab. Iwona Bartkowiak-Broda,
prof. dr hab. Krzysztof Krygier, prof. dr hab. Wiktor B. Szostak,
prof. dr hab. Jerzy Tys, dr inż. Stanisław Ptasznik,
dr inż. Małgorzata Wroniak

PSPO
POLSKIE STOWARZYSZENIE PRODUCENTÓW OLEJU

Teraz
rzepak
Teraz
olej

Tom II

Olej rzepakowy

– nowy surowiec, nowa prawda

Monografia

prof. dr hab. Jan Krzymański
prof. dr hab. Iwona Bartkowiak-Broda
prof. dr hab. Krzysztof Krygier
prof. dr hab. Wiktor B. Szostak
prof. dr hab. Jerzy Tys
dr inż. Stanisław Ptasznik
dr inż. Małgorzata Wroniak

PSPO
POLSKIE STOWARZYSZENIE PRODUCENTÓW OLEJU

Warszawa 2009

Tytuł projektu: Teraz rzepak Teraz olej

Kierownik projektu: Ewa Myśliwiec

Zespół projektu: prof. dr hab. Wojciech Budzyński, prof. dr hab. Jerzy Tys, doc. dr inż. Marek Mrówczyński, dr inż. Roman Rybacki, dr inż. Lech Kempczyński, Jacek Witkowski, Ewa Myśliwiec

Autorzy tytułu serii: Ewa Myśliwiec, Stanisław Rosnowski, Wojciech Mazurkiewicz

Tytuł II tomu: Olej rzepakowy – nowy surowiec, nowa prawda
Autor tytułu II tomu: prof. dr hab. Krzysztof Krygier

Autorzy
Rozdział 1 – prof. dr hab. Iwona Bartkowiak-Broda (Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin)
Rozdział 2 – prof. dr hab. Jerzy Tys (Instytut Agrofizyki PAN)
Rozdział 3 – prof. dr hab. Krzysztof Krygier, dr inż. Małgorzata Wroniak (Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego), dr inż. Stanisław Ptasznik (Instytut Przemysłu Mięsnego i Tłuszczowego)
Rozdział 4 – prof. dr hab. Jan Krzymański (Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin)
Rozdział 5 – prof. dr hab. Wiktor B. Szostak (Instytut Żywności i Żywienia)
Rozdział 6 – prof. dr hab. Krzysztof Krygier (Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego)
Rozdział 7 – prof. dr hab. Krzysztof Krygier (Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego)
Rozdział 8 – prof. dr hab. Jan Krzymański (Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin)

Recenzja: prof. dr hab. Jan Krzymański

Redakcja: prof. dr hab. Jan Krzymański

Korekta: www.korektor.net

Opracowanie graficzne, skład i przygotowanie do druku: Printomato Magda Piotrowska-Kloc
www.printomato.pl

Projekt okładki i zdjęcie: Printomato

Wydawca:
PSPO
POLSKIE STOWARZYSZENIE PRODUCENTÓW OLEJU
Polskie Stowarzyszenie Producentów Oleju
ul. Grzybowska 2 lok. 49, 00-930 Warszawa
tel.: 022 313 07 88; fax: 022 436 39 66
e-mail: biuro@pspo.com.pl; www.pspo.com.pl

© Polskie Stowarzyszenie Producentów Oleju

Druk: Miller Druk sp. z o. o.

Nakład: 5 000 egz.

ISBN 78-83-927541-8-3

Warszawa 2009

Przedmowa

Przez niespełna kilka majowych tygodni, kiedy pola rzepaku rozkwitają w żółtych barwach, mamy okazję podziwiać malownicze pejzaże. Krajobraz ten jest także inspiracją dla wielu artystów. A wszystko to dzięki temu, że 9 miesięcy wcześniej rolnicy zasiali rzepak. Gdy nacieszymy już oczy niezliczonymi żółtymi kwiatami, rośliny dojrzewają i w łuszczynach powstają czarne nasiona – bogactwo zdrowia, zwane też „czarnym złotem". Aby je wydobyć, rolnicy rozpoczynają już w lipcu małe żniwa, a nasiona trafiają wprost do nowoczesnych olejarni. Przy zapewnieniu najwyższych standardów jakości powstaje olej rzepakowy, który zwany jest także „oliwą północy". Do wyprodukowania litrowej butelki oleju potrzeba około 2,5-3 kilogramów nasion rzepaku.

Olej rzepakowy stoi w niemal każdej polskiej kuchni, ale nie wszyscy zdają sobie z tego sprawę. Producenci i dystrybutorzy bowiem opatrują etykiety butelek napisami olej roślinny, uniwersalny, popularny, a niektóre doczekały się już nawet własnych nazw, które stały się uznanymi markami. Kiedy jednak wczytamy się dokładnie w skład, zauważymy, że to rafinowany olej rzepakowy – taki, jakiego dokładnie szukamy – najzdrowszy olej na świecie.

Naukowcy zalecają spożywać 2 łyżki oleju rzepakowego dziennie, aby uzupełniać niedobory w diecie cennych kwasów tłuszczowych. To, co szczególnie wyróżnia olej rzepakowy spośród pozostałych, to fakt, że jest on bogaty w kwasy omega-3, których organizm nie wytwarza, a które powinniśmy mu dostarczyć dla prawidłowego funkcjonowania i dla profilaktyki wielu chorób. Jego zbawienny wpływ odnotowano już w profilaktyce chorób układu krążenia, cukrzycy, nowotworów złośliwych, chorobach układu nerwowego i wielu innych. Na całym świecie trwają kampanie na rzecz zwiększenia spożycia produktów zawierających omega-3.

Oprócz wprowadzania do diety kwasów omega-3, niezbędne jest zachowanie właściwych proporcji pomiędzy omega-6 i omega-3. Olej rzepakowy jest pod tym względem wyjątkowy, gdyż posiada on w naturalnej formie pożądany przez dietetyków stosunek tych kwasów.

Poza tym olej rzepakowy, jak wszystkie oleje roślinne, nie zawiera cholesterolu, lecz co więcej, wpływa na jego obniżenie. Stąd szczególne zalecenia dla osób z grupy ryzyka chorób sercowo-naczyniowych. Oprócz tego olej rzepakowy jest naturalnym źródłem witaminy E, która pełni funkcję antyutleniacza w naszym organizmie.

Na temat oleju rzepakowego krąży jednak w opinii publicznej wiele faktów i mitów. Spowodowane jest to poniekąd niewiedzą, że od początku lat 90. uprawiane są w Polsce wyłącznie odmiany rzepaku podwójnie ulepszone. Praktycznie wyeliminowany został kwas erukowy, który wywołał sporo kontrowersji w latach 70.

Ponieważ od prawie ćwierć wieku nie ukazała się w Polsce żadna książka na temat oleju rzepakowego, Polskie Stowarzyszenie Producentów Oleju postanowiło wydać publikację przybliżającą temat pochodzenia oleju i jego składu z punktu widzenia chemicznego i żywieniowego. Nasze zaproszenie do przygotowania tej książki przyjęły osoby cieszące się najwyższym autorytetem w tej dziedzinie, zarówno w kraju, jak i za granicą. Liczę na to, że informacje, które zawarte są w tej książce, trafią do szerokiego grona czytelników i konsumenci docenią nie tylko cenę i dostępność, ale także walory oleju rzepakowego.

dr inż. Roman Rybacki

prezes zarządu
Polskiego Stowarzyszenia
Producentów Oleju

Polskie Stowarzyszenie Producentów Oleju zrzesza firmy,
których podstawową działalnością jest produkcja oleju rzepakowego.
Od 2008 r. jesteśmy członkiem FEDIOL – Europejskiej Federacji Przetwórców Nasion Oleistych.

Spis treści

1. Nowe odmiany rzepaku, nowa jakość oleju 7
1.1. Wstęp 8
1.2. Rzepak i inne uprawne rośliny oleiste z rodzaju *Brassica* 9
1.3. Statystyka i ewolucja uprawy 12
1.4. Charakterystyka i zastosowanie oleju rzepakowego wczoraj i dziś 17
1.4.1. Kwasy tłuszczowe 17
1.4.2. Możliwości dalszych zmian składu kwasów tłuszczowych w oleju rzepakowym 20
1.5. Substancje aktywne biologicznie 21
1.5.1. Tokoferole 22
1.5.2. Fitosterole 22
1.5.3. Karotenoidy 23
1.5.4. Związki polifenolowe 24
1.6. Podsumowanie 24
2. Wpływ warunków produkcji i obróbki pozbiorowej nasion rzepaku na jakość oleju 25
2.1. Wpływ warunków dojrzewania i zbioru nasion na zawartość oraz jakość oleju 26
2.2. Wpływ technologii zbioru i obróbki pozbiorowej na jakość oleju 28
2.2.1. Suszenie 28
2.2.2. Przechowywanie nasion 29
2.3. Podsumowanie 30
3. Wpływ różnych etapów produkcji oleju rzepakowego na jego właściwości zdrowotne 31
3.1. Jakość nasion a jakość oleju 33
3.2. Metody otrzymywania oleju z nasion 34
3.2.1. Otrzymywanie oleju rzepakowego w skali przemysłowej 34
3.2.2. Ekstrakcja oleju 35
3.2.3. Odlecytynowanie oleju ekstrakcyjnego 38
3.3. Rafinacja (oczyszczanie) oleju rzepakowego 38
3.3.1. Cel rafinacji oleju 38
3.3.2. Odśluzowanie (odszlamowanie) 39
3.3.3. Odkwaszanie (neutralizacja) 40
3.3.4. Odbarwianie (bielenie) 41
3.3.5. Odwanianie (dezodoryzacja) 43
3.4. Jakość oleju rzepakowego rafinowanego 44
3.5. Podsumowanie 46

4. Skład chemiczny oleju rzepakowego na tle innych olejów roślinnych 47
4.1. Porównanie składu kwasów tłuszczowych oleju rzepakowego ze składem innych roślinnych olejów jadalnych 49
4.2. Niezbędne nienasycone kwasy tłuszczowe (NNKT) 51
4.3. Kwas oleinowy – jednonienasycony kwas tłuszczowy 53
4.4. Zawartość nasyconych kwasów tłuszczowych 54
4.5. Znaczenie substancji czynnych zawartych w oleju rzepakowym 55
4.6. Podsumowanie 56
5. Walory zdrowotne oleju rzepakowego w profilaktyce chorób układu krążenia i innych chorób 57
5.1. Występowanie chorób sercowo-naczyniowych w Polsce 58
5.1.1. Miażdżyca – główna przyczyna chorób sercowo-naczyniowych 59
5.1.2. Przyczyny miażdżycy 62
5.1.3. Wadliwe żywienie jako przyczyna dyslipidemii 63
5.1.4. Otyłość, cukrzyca i nadciśnienie tętnicze jako czynniki ryzyka miażdżycy 65
5.2. Zależność nowotworów złośliwych od żywienia 66
5.3. Jak rozwijała się wiedza o roli różnych tłuszczów w zapobieganiu chorobom sercowo-naczyniowym 66
5.4. Rola przeciwutleniaczy w zapobieganiu miażdżycy i nowotworom złośliwym 70
5.5. Rola żywienia w zapobieganiu otyłości i cukrzycy 71
5.6. Cele populacyjne dotyczące spożycia składników pokarmowych i cech stylu życia na rzecz profilaktyki głównych problemów zdrowotnych w Europie 72
5.7. Racjonalny wybór tłuszczu w żywieniu człowieka w polskich warunkach. Zalety oleju rzepakowego 74
5.8. Dowody na skuteczność zmian w doborze tłuszczów w diecie w profilaktyce chorób sercowo-naczyniowych 80
5.9. Dekalog Zdrowego Żywienia dla polskiej rodziny 84
5.10. Podsumowanie 87
6. Właściwości użytkowe rafinowanego oleju rzepakowego 89
7. Olej rzepakowy – mity i fakty 93
8. Wnioski końcowe 101
9. Literatura uzupełniająca 104
10. Słownik i znaczenie skrótów 110

1. Nowe odmiany rzepaku, nowa jakość oleju

prof. dr hab. Iwona Bartkowiak-Broda
Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin
Oddział w Poznaniu

ul. Strzeszyńska 36
60-479 Poznań
tel. 061 823 37 21
e-mail: ibart@nico.ihar.poznan.pl

Specjalista w zakresie: genetyki i hodowli roślin oleistych

Dorobek naukowy i badawczy dotyczy:
- badań determinacji genetycznej cech jakościowych nasion rzepaku,
- badań nad efektem heterozji i systemami hybrydyzacji rzepaku,
- opracowania i włączenia markerów molekularnych do programów hodowli rzepaku.

Badania prowadzone przez prof. I. Bartkowiak-Brodę przyczyniły się do rozwoju hodowli odmian mieszańcowych rzepaku i powstania pierwszych odmian tego typu w Polsce.
Profesor I. Bartkowiak-Broda jest autorem lub współautorem ponad 200 publikacji, współtwórcą 7 populacyjnych i mieszańcowych odmian rzepaku podwójnie ulepszonego, 1 odmiany gorczycy białej bezerukowej.

Członkostwo w prestiżowych organizacjach naukowych:
- GCIRC – *Groupe Consultatif International de Recherche sur le Colza* (Międzynarodowa Grupa Doradcza ds. Badań nad Rzepakiem), członek od 1995, członek zarządu od 2003,
- Eucarpia – *European Association for Research on Plant Breeding* (Europejskie Stowarzyszenie Hodowców Roślin), członek od 1975,
- *International Society for Horticultural Science* (ISHS), od 2003,
- Związek Twórców Odmian Roślin Uprawnych – członek od 1989, wiceprezes zarządu 1996-1998, członek zarządu od 1996,
- Komitet Fizjologii, Genetyki i Hodowli Roślin PAN, od 2003,
- Polskie Towarzystwo Genetyczne, od 1975,
- Polskie Towarzystwo Nauk Agrotechnicznych, od 2003,
- Krajowe Zrzeszenie Producentów Rzepaku – członek honorowy od 2004,
- Polskie Stowarzyszenie Producentów Oleju – członek honorowy od 2008,
- Polska Izba Nasienna, przewodnicząca Sekcji Roślin Oleistych i Włóknistych, od 2005,
- Członek Rady Redakcyjnej czasopisma naukowego „Rośliny Oleiste – Oilseed Crops" oraz popularnego czasopisma Krajowego Zrzeszenia Producentów Rzepaku „Nasz rzepak".

Nagrody:
- Państwowa Nagroda Zespołowa II° „Za wyhodowanie podwójnie ulepszonych odmian rzepaku ozimego", 1988,
- Nagroda Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi – za osiągnięcia w zakresie wdrażania postępu w rolnictwie – „Wytworzenie i wdrożenie do uprawy nowych typów odmian rzepaku ozimego – mieszańców złożonych", 2003,
- Wyróżnienie w plebiscycie Przeglądu Technicznego 2001 o tytuł Złotego Inżyniera 2001 w kategorii „*High-tech*" za badania i rozwój hodowli odmian mieszańcowych rzepaku.

1.1. Wstęp

Ludzie od zarania dziejów poszukiwali sposobów przywracania zdrowia i jego ochrony. W tym celu sięgali także po rośliny i specyfiki z nich produkowane. W celach leczniczych często wykorzystywano rośliny z rodziny kapustowatych, do której należy rzepak. Ochrona zdrowia dzięki rozwojowi medycyny oraz farmacji i farmakologii (słowa te wywodzą się z egipskiego *Ph-ar-maki*, co oznacza „ten, co chroni") pozwoliła na wydłużenie okresu życia człowieka. W VII wieku średnia długość życia na ziemiach polskich wynosiła 28 lat, w XV wieku 35 lat, pod koniec XIX wieku 50 lat. W ciągu XX wieku, który zaznaczył się przyspieszonym rozwojem cywilizacji, a więc poprawą warunków życia człowieka oraz rozwojem możliwości ochrony zdrowia i życia, długość życia człowieka w Polsce wydłużyła się o około 20 lat. Tylko od początku obecnego stulecia średni okres życia człowieka w Polsce wydłużył się o około 2-3 lat.

fot. Printomato

Coraz szybszy wzrost długości życia jest związany między innymi z rozwojem wiedzy o potrzebach żywieniowych człowieka, jak i wartościach odżywczych poszczególnych składników pożywienia. Wiedza ta stymuluje badania i hodowlę roślin wykorzystywanych w żywieniu człowieka.

Dzisiaj dla zachowania zdrowia zaleca się tzw. biofortyfikację, a więc dietę, która powinna dostarczać człowiekowi w pożywieniu substancje pochodzenia naturalnego, występujące normalnie w żywności w ograniczonych ilościach, a które wykazują właściwości sprzyjające zachowaniu zdrowia i prawidłowego funkcjonowania organizmu – tzw. nutraceutyki (ang. *nutrition* – żywienie; *pharmaceuticals* – środki farmaceutyczne). Pierwsza definicja nutraceutyków została podana w 1989 r. i określała jako nutraceutyk każdą substancję, która może być uważana za żywność lub część żywności i dostarcza korzyści zdrowotne, włączając zapobieganie i/lub leczenie chorób. Do nutraceutyków należą między innymi: witaminy, związki mineralne, wielonienasycone

kwasy tłuszczowe, roślinne sterole, flawonoidy, polifenole, błonnik pokarmowy itd. W 1991 r. po raz pierwszy podano definicję żywności funkcjonalnej jako: „żywność, która w oparciu o udokumentowaną wiedzę istnienia dowodów zależności pomiędzy żywnością lub jej składnikami a zdrowiem może mieć korzystny wpływ na stan zdrowia" (Olędzka 2007). Zarówno nutraceutyki, jak i żywność funkcjonalna są źródłem związków naturalnych nie wywołujących skutków ubocznych (także nie mogą być przedawkowane), a są lepiej przyswajane przez organizm człowieka niż związki syntetyczne. W świetle tych definicji olej rzepakowy pochodzący z nowoczesnych odmian – podwójnie ulepszonych można zaliczyć do grupy środków spożywczych określanych jako żywność funkcjonalna, ze względu na obecność w nim kwasów wielonienasyconych, przeciwutleniaczy, witamin, steroli. Powodem powstania koncepcji takiej żywności i jej zastosowania, głównie w profilaktyce, był między innymi wzrost zachorowań na choroby cywilizacyjne, a więc choroby związane z niewłaściwym trybem życia i sposobem żywienia.

1.2. Rzepak i inne uprawne rośliny oleiste z rodzaju *Brassica*

Rzepak (*Brassica napus* L. ssp. *oleifera Metzg*.) należy do rodziny kapustowate (*Brassicaceae*), plemienia – kapustne (*Brassiceae*), rodzaju – kapusta (*Brassica*). Roślina ta występuje w formie jarej i ozimej. Inne rośliny oleiste z rodzaju *Brassica* to: rzepik (*Brassica campestris* syn. *Brassica rapa* L.) także występujący w formie jarej i ozimej oraz istniejące tylko w formie jarej gorczyce.

Rzepak w języku angielskim nazywany jest *rapeseed*, ale nazwę tę stosuje się także do rzepiku, a w danych statystycznych również do wszystkich roślin oleistych z rodzaju *Brassica*. Ponadto w języku angielskim rzepak nazywany jest także *swede rape*, *Argentine rape* lub *colza*; natomiast rzepik – *turnip rape*, *Polish rape*, *toria*, *sarson, navette*.

Niektóre z roślin oleistych z rodzaju *Brassica* zostały udomowione bardzo wcześnie. Pierwsze wzmianki o uprawie rzepiku w Indiach pochodzą z około 3000 roku p.n.e. Grecy, Rzymianie i Chińczycy wymieniają ten gatunek 500-200 lat p.n.e. W księgach sanskrytu z lat 2000-1500 p.n.e. wspomina się roślinę oleistą odpowiadającą „rzepakowi" (*rapeseed*). W Polsce już w osadach pochodzących z X wieku znajdowano nasiona roślin oleistych z rodzaju *Brassica* (Krzymański 1997; Gupta i Protap 2007).

Udomowienie rzepaku w Europie rozpoczęło się we wczesnych wiekach średnich. Rozwój uprawy rzepaku w Europie Zachodniej na północ od Alp rozpoczął się w XIII wieku. W XVI wie-

ku rzepak ozimy był najszerzej uprawiany w Holandii, głównie w celu uzyskania oleju do lamp oliwnych, produkcji mydła i smarów. Udokumentowana współczesna hodowla i uprawa roślin oleistych rozpoczęła się w XIX wieku. Wiek XX był okresem początkowo powolnego rozwoju uprawy rzepaku, rzepiku i gorczyc. W drugiej połowie XX wieku dzięki badaniom naukowym, które dały podstawy hodowli ulepszonych odmian tych roślin, nastąpił intensywny rozwój ich uprawy w świecie, zwłaszcza rzepaku w Europie i Kanadzie, a w ostatnim okresie także w Chinach, Australii i USA, w mniejszym stopniu w Indiach.

Rzepak ozimy uprawiany jest głównie w krajach europejskich o umiarkowanym klimacie i w Chinach. Rzepak jary uprawia się w klimacie chłodnym, kontynentalnym, a więc w północnych krajach Europy oraz w Kanadzie, Chinach, Australii; rzepik ozimy – na północy Europy, a jary głównie w Kanadzie i w Azji. Gorczyce uprawiane są przede wszystkim w Azji, na Bliskim Wschodzie, w północnej Afryce.

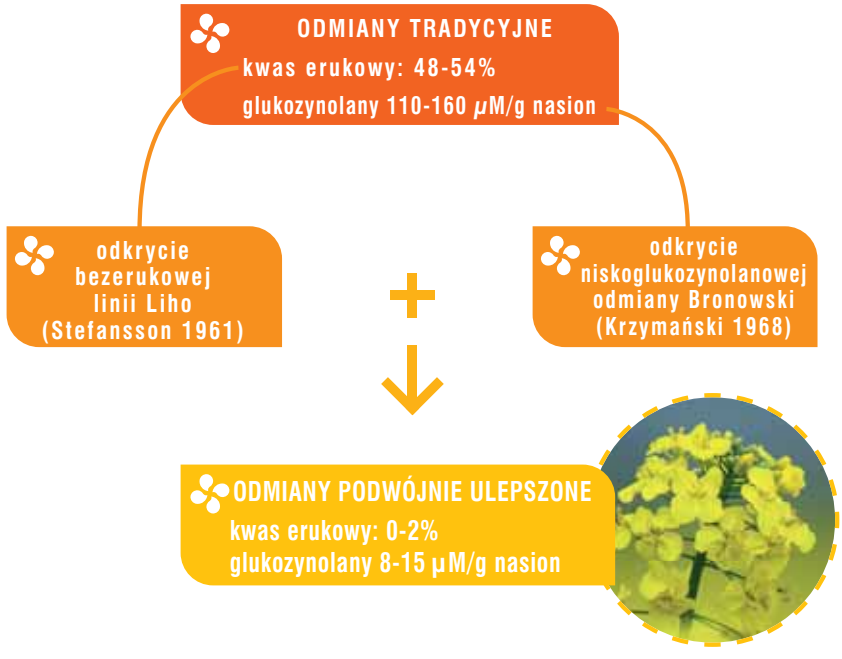
Wszystkie te rośliny oryginalnie charakteryzują się stosunkowo wysoką zawartością tłuszczu w nasionach od 30% do około 45%, ale także wysoką zawartością szkodliwego kwasu erukowego, stanowiącą około 40-50% wszystkich kwasów tłuszczowych. Ponadto w nasionach gromadzone jest wysokowartościowe białko, jednak występujące w dużych ilościach związki siarkowe zwane glukozynolanami nie pozwalają na wykorzystanie tego białka na cele paszowe. W trakcie przerobu nasion część glukozynolanów lub produktów ich rozpadu może przedostawać się do oleju, obniżając jego wartość sensoryczną (zapach).

Znalezienie genetycznych źródeł niskiej zawartości kwasu erukowego i glukozynolanów dla tych gatunków było istotnym impulsem dla rozwoju hodowli odmian będących surowcem do produkcji wartościowego oleju spożywczego. Źródłem genetycznym niskiej zawartości kwasu erukowego dla rzepaku były bezerukowe linie odkryte w Kanadzie w 1961 r. (Stefansson i in. 1961) w pastewnej odmianie rzepaku jarego Liho. Dzięki temu odkryciu wyhodowano odmiany bezerukowe rzepaku, charakteryzujące się wartościowym olejem spożywczym.

Następnym istotnym impulsem dla hodowli i rozwoju uprawy rzepaku było odkrycie w jarej odmianie rzepaku Bronowski źródła niskiej zawartości glukozynolanów (Krzymański 1968), związków siarkowych uniemożliwiających wykorzystanie śruty poekstrakcyjnej lub wytłoków w mieszankach paszowych dla zwierząt gospodarskich. W oparciu o to źródło genetyczne zostały wyhodowane odmiany łączące zerową zawartość kwasu erukowego z bardzo niską zawartością glukozynolanów.

Oba odkrycia były kamieniem milowym dla rozwoju hodowli i uprawy rzepaku w świecie. Odkrycie przez profesora Krzymańskiego cechy niskiej zawartości glukozynolanów u rzepaku

Bronowski miało znaczenie nie tylko dla światowej hodowli rzepaku, ale także innych roślin oleistych takich jak rzepik i gorczyce.



Odmiany rzepaku, które charakteryzują się zawartością kwasu erukowego w oleju z nasion niższą niż 2% i zawartością glukozynolanów w śrucie niższą niż 30 μM/g beztłuszczowej suchej masy nasion, nazywane **są podwójnie ulepszonymi, dwuzerowymi (00) lub canola, przy czym canola oznacza typ odmian, a nie odmienny gatunek.** Nazwa **canola** i jej definicja została wprowadzona po raz pierwszy w Kanadzie przez *Western Canadian Oilseed Crusher's Assotiation* (obecnie *Canola Council*) i dotyczy zarówno odmian populacyjnych, jak i mieszańcowych rzepaku oraz gatunków pokrewnych.

Pierwsza polska odmiana ozimego rzepaku bezerukowego – Janpol została zarejestrowana w 1976 r., pierwszą bezerukową i niskoglukozynolanową odmianę Jantar zarejestrowano w 1985 r.

Ten typ odmian jest sukcesywnie wprowadzany w innych krajach uprawiających rzepak i gatunki pokrewne.

Odmiany wpisywane do Krajowego Rejestru w Polsce nie mogą przekraczać zawartości 1% kwasu erukowego w oleju z nasion oraz glukozynolanów – 15 μM/g suchej masy nasion.

Od początku lat 90. ubiegłego stulecia zarówno w Polsce, jak w krajach Unii Europejskiej i Kanadzie uprawiane są wyłącznie odmiany podwójnie ulepszone.

Przestrzeganie tej normy gwarantuje uzyskiwanie dobrych jakościowo nasion konsumpcyjnych rzepaku (przerabianych w olejarniach), które nie mogą zawierać więcej niż 2% kwasu erukowego w oleju z nasion oraz glukozynolanów – 25 μM/g suchej masy beztłuszczowej śruty.

1.3. Statystyka i ewolucja uprawy

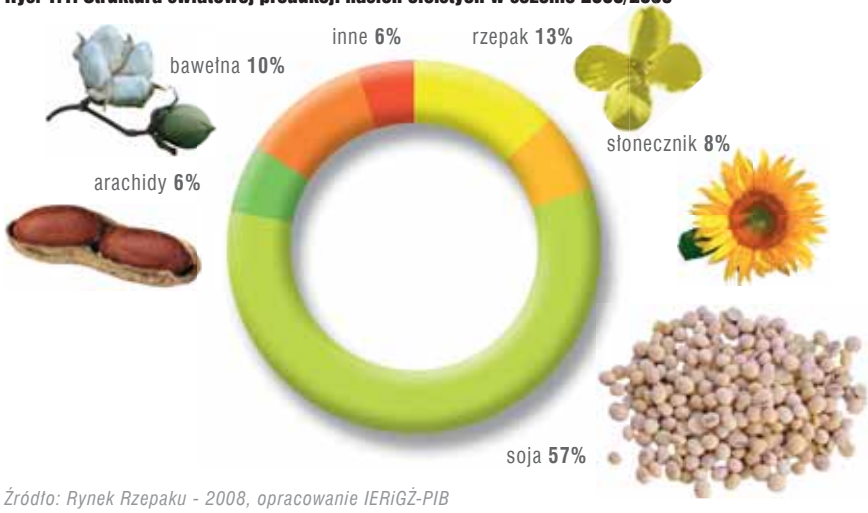
Światowe dane statystyczne obejmują łącznie produkcję nasion i oleju wszystkich gatunków roślin oleistych z rodzaju *Brassica*, przy czym obecnie główny udział w produkcji mają rzepak i rzepik. W danych statystycznych wszystkie te rośliny ujmowane są pod wspólnym hasłem „rzepak" (ang. *rapeseed*), co nie pokrywa się w pełni z polskim pojęciem rzepaku.

Przed II wojną światową „rzepak" (rzepik i gorczyce) uprawiany był głównie w Azji (Indie, Chiny). W latach 1934-1938 powierzchnia uprawy „rzepaku" w świecie wynosiła 6,8 mln ha, z czego 6,4 mln ha przypadało na kraje azjatyckie, a tylko 330 tys. ha na Europę. Uprawa rzepaku w Europie i Kanadzie zaczęła rozwijać się w czasie wojny i po wojnie, ze względu na zapotrzebowanie na oleje roślinne dla celów spożywczych i technicznych. W Polsce i w Europie oraz w innych regionach świata dynamiczny rozwój uprawy tej rośliny nastąpił począwszy od lat 60. ubiegłego stulecia, najpierw dzięki opracowaniu nowych technologii uprawy, a następnie dzięki odkryciu genetycznych źródeł niskiej zawartości kwasu erukowego i glukozynolanów oraz dzięki badaniom genetycznym nad sposobem dziedziczenia się tych cech, które pozwoliły na opracowanie metod hodowli nowych ulepszonych odmian rzepaku. Uprawa tych odmian pozwoliła na szersze wykorzystanie oleju dla celów spożywczych, technicznych, a produktu ubocznego, jakim jest poekstrakcyjna śruta rzepakowa – dla celów paszowych.

W ciągu ostatnich 50 lat dzięki rozwojowi badań naukowych nad rzepakiem i wyhodowaniu podwójnie ulepszonych wysokoplennych odmian populacyjnych i mieszańcowych powierzchnia zasiewów w świecie wzrosła z 6,3 do 28 mln ha, a produkcja nasion z 3,6 do około 50 mln ton, natomiast średnie plony z 0,6 do 1,8 t/ha, przy czym w Europie są one znacznie wyższe i wynoszą średnio około 3 t/ha. Jest to związane z intensywnym systemem produkcji rolnej oraz uprawą najwydajniejszej formy – rzepaku ozimego.

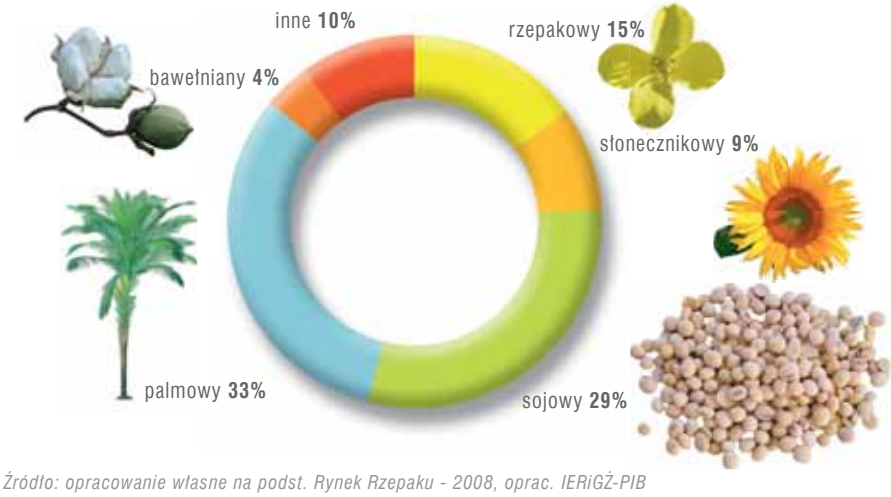
Obecnie rzepak w produkcji nasion roślin oleistych zajmuje drugie miejsce w świecie po nasionach soi (Rys. 1.1.), a w ilości produkowanego oleju zajmuje trzecie miejsce po oleju palmowym i sojowym (Rys. 1.2.).

Rys. 1.1. Struktura światowej produkcji nasion oleistych w sezonie 2008/2009



Źródło: Rynek Rzepaku - 2008, opracowanie IERiGŻ-PIB

Rys. 1.2. Światowa produkcja olejów roślinnych 2008/2009 (prognoza)



Źródło: opracowanie własne na podst. Rynek Rzepaku - 2008, oprac. IERiGŻ-PIB

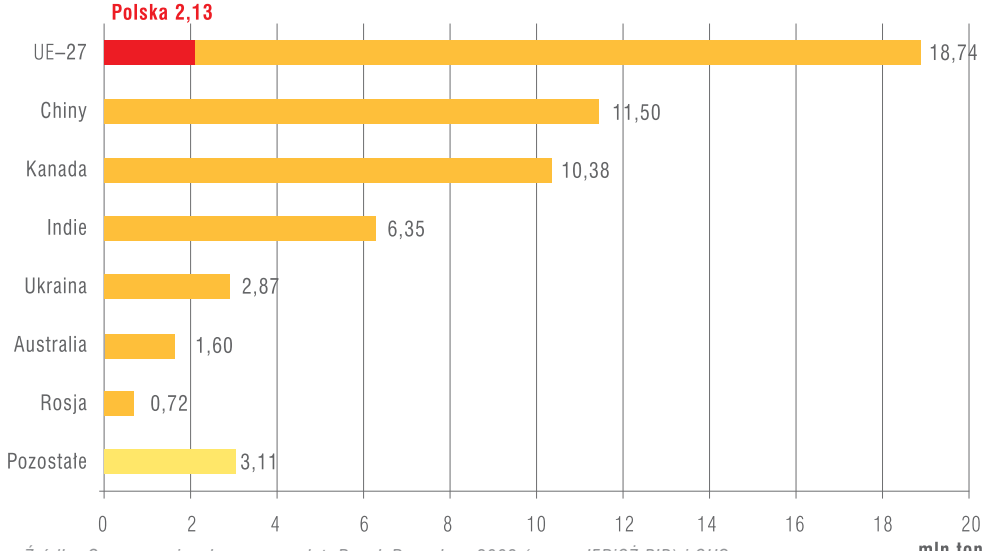
Największym producentem rzepaku w świecie są kraje UE, następnie Chiny, Kanada, Indie, Ukraina, Australia (Rys. 1.3., Tab. 1.1.).

Rzepak w krajach Unii Europejskiej jest dominującą rośliną oleistą o ciągle wzrastającym znaczeniu. W sezonie 2006/07 powierzchnia uprawy tej rośliny w krajach UE stanowiła 65,8% całkowitej powierzchni przeznaczonej pod uprawę roślin oleistych, a w sezonie 2007/08 udział powierzchni uprawy rzepaku wynosił już 74,7%. Olej otrzymywany z nasion jest przeznaczany

na cele spożywcze oraz na cele techniczne, głównie do produkcji estrów metylowych kwasów tłuszczowych będących komponentami biopaliw. Śruta natomiast wykorzystywana jest w mieszankach paszowych dla zwierząt gospodarskich.

Kraje Unii Europejskiej nie są dużym producentem nasion oleistych w świecie. Ich udział

Rys. 1.3. Produkcja światowa rzepaku 2008/2009 (prognoza)



Źródło: Opracowanie własne na podst. Rynek Rzepaku - 2008 (oprac. IERiGŻ-PIB) i GUS

Tabela 1.1. Produkcja rzepaku w UE-27 w 2008 r.

Wyszczególnienie	Powierzchnia uprawy [tys ha]	Zbiór [mln t]	Plon nasion [dt/ha]
Niemcy	1373	5,14	37,5
Francja	1497	4,97	33,2
Polska	771	2,13	27,6
Wielka Brytania	610	1,95	32,0
Czechy	357	1,07	30,0
Węgry	251	0,66	26,5
Szwecja	92	0,22	24,0
Pozostałe kraje	1297	2,64	20,3
UE-27	**6248**	**18,74**	**30,0**

Źródło: Rynek Rzepaku - 2008, opracowanie IERiGŻ-PIB i dane GUS

w światowej produkcji wynosi około 5,5%. Jednak w przypadku rzepaku Unia Europejska jest największym producentem w świecie i dostarcza około 34% globalnej produkcji. W przypadku słonecznika udział Unii wynosi ok. 13%, co oznacza czwarte miejsce w światowej produkcji. Natomiast produkcja soi jest marginalna – ok. 0,4%. Wskaźnik samowystarczalności Unii pod względem zapotrzebowania na olej roślinny na cele spożywcze i przemysłowe wynosi niewiele ponad 50%.

W Polsce rośliną oleistą mającą największe znaczenie jest rzepak. Przede wszystkim uprawia się rzepak ozimy, rzepak jary zajmuje zaledwie kilka – do kilkunastu procent powierzchni przeznaczonej pod uprawę rzepaku.

Olej rzepakowy w Polsce przeznaczany jest głównie na cele spożywcze, a od wprowadzenia do uprawy odmian podwójnie ulepszonych stał się podstawowym olejem jadalnym. Zmiany, jakie nastąpiły w ostatnim dwudziestoleciu w sposobie żywienia, uwzględniającym działanie prozdrowotne produktów spożywczych, spowodowały istotne zwiększenie zapotrzebowania na tłuszcze pochodzenia roślinnego. Spożycie olejów roślinnych na jednego mieszkańca wzrosło z około 8 kg w 1990 r. do około 20 kg obecnie, przy znacznym spadku spożycia tłuszczów zwierzęcych. W ostatnich latach popyt ten ustabilizował się, niemniej przewiduje się nadal niewielki wzrost zapotrzebowania na nasiona rzepaku dla pokrycia popytu na olej spożywczy – z 1 mln ton nasion zużywanego obecnie do 1,3 mln w 2010 r. (Rys. 1.4.). Oleju rzepakowego o dobrych walorach odżywczych i smakowych nie zabraknie, bo już w 2008 r. zakłady przetwórcze zrzeszone w Polskim Stowarzyszeniu Producentów Oleju przerobiły ponad 1,7 miliona ton nasion i wyprodukowały około 700 tysięcy ton oleju surowego (PSPO 2009).

Należy spodziewać się, że w najbliższym czasie w Polsce produkcja rzepaku będzie wzrastała ze względu na rozwijający się przemysł tłuszczowy, którego obecna zdolność przerobowa wynosi 2,3-2,4 mln ton nasion rocznie, a także dzięki uruchomieniu pierwszych wytwórni estrów kwasów tłuszczowych służących do produkcji biopaliw i plany dalszego rozwoju tego typu produkcji. W ostatnich latach ze względu na zwiększone zapotrzebowanie na nasiona rzepaku do przerobu w kraju oraz duże możliwości eksportu, zwłaszcza do Niemiec, powierzchnia uprawy rzepaku znacznie wzrosła z 409,6 tys. ha w 2000 r. do 796,8 tys. ha w 2007 r. W okresie tym produkcja nasion zwiększyła się prawie o milion ton, a w 2007 i 2008 r. przekroczyła 2,1 mln ton (Tab. 1.2.).

W bliskiej perspektywie produkcja nasion rzepaku powinna jeszcze ulec zwiększeniu, Polska bowiem jest zobowiązana do wykorzystywania w większym stopniu energii odtwarzal-

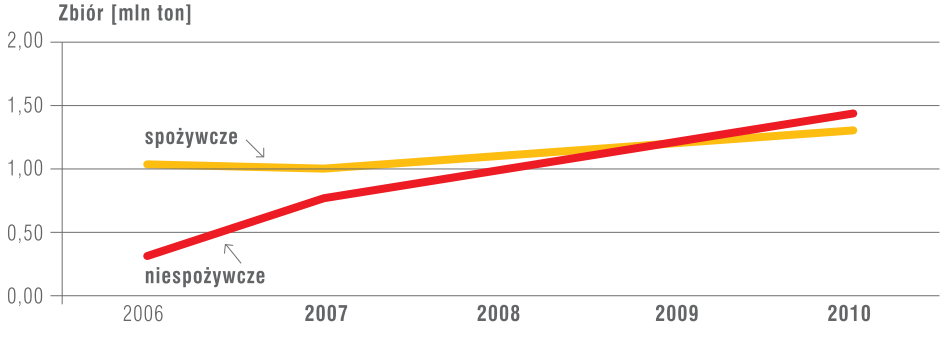
Tabela 1.2. Powierzchnia uprawy, plon nasion i zbiory rzepaku w Polsce w latach 1946-2008

Lata	Powierzchnia [tys ha]	Plon nasion [dt/ha]	Zbiór [tys ton]
1946-1950	84,7	8,0	67,8
1951-1955	146,4	10,4	152,0
1956-1960	107,5	13,6	147,0
1961-1965	273,6	18,4	504,0
1966-1970	278,7	14,5	403,2
1971-1975	303,9	18,3	557,2
1976-1980	326,7	18,7	637,0
1981-1985	329,2	21,1	693,4
1986-1990	511,0	25,3	1295,2
1991-1995	442,3	19,9	881,2
1996-2000	409,6	20,7	874,4
2001-2005	478,2	24,2	1175,3
2006	623,9	26,5	1651,5
2007	796,8	26,7	2129,9
2008	771,1	27,6	2127,3

Źródło: Roczniki Statystyczne

nej, a więc do wytwarzania biopaliw, Dyrektywą Unii Europejskiej 2003/30/EC z dnia 8 maja 2003 r., z której wynika, że do 2010 r. komponenty pochodzące z odnawialnych źródeł energii powinny stanowić 5,75% ogólnej wartości energetycznej produkowanych paliw (Rys. 1.4.). Estry metylowe kwasów tłuszczowych oleju rzepakowego stosowane są jako biokomponenty dodawane do oleju napędowego.

Rys. 1.4. Przewidywany wzrost produkcji nasion rzepaku w Polsce do 2010 r.



(prognoza ORLEN zaprezentowana przez R. Gmyrka na konferencji „FAME – estry metylowe kwasów tłuszczowych" CLN i PIPP, Warszawa 16–17 marca 2006 r.)

Ponadto olej rzepakowy w znacznie mniejszych ilościach jest wykorzystywany także do produkcji: olejów przemysłowych, smarów, płynów do przekładni hydraulicznych, farb olejnych i pokostów, farb drukarskich, oleochemikaliów, linoleum itp. (Krzymański 2002).

1.4. Charakterystyka i zastosowanie oleju rzepakowego wczoraj i dziś

Rośliny oleiste są ważnym, drugim po zbożach, źródłem energii wykorzystywanej zarówno w żywieniu człowieka, jak i w paszach dla zwierząt. Ponadto są surowcem dla wielu produktów przemysłowych.

Tłuszcze w diecie człowieka spełniają ważną rolę i są jednym z głównych źródeł energii. Z jednego grama tłuszczu organizm ludzki uzyskuje 37,7 kJ energii. Wartość energetyczna tłuszczu jest najwyższa w porównaniu do innych podstawowych składników diety: tłuszcze – 9 kcal/g, białko – 4 kcal/g, cukry – 4 kcal/g. Surowcami otrzymywanymi z nasion rzepaku są tłuszcz i białko (Tab. 1.3.).

Tabela 1.3. Charakterystyka nasion rzepaku

Cechy	Ozimy	Jary
Zawartość tłuszczu [%]	43-49	40-47
Zawartość białka surowego [%]:		
– w całych nasionach	21-24	20-24
– w śrucie	37-43	37-43

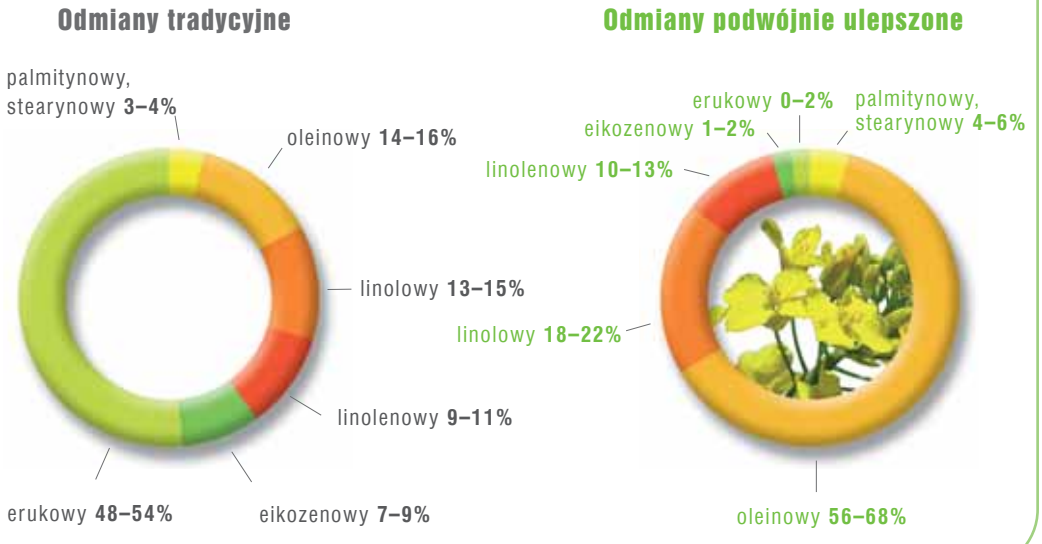
O zakresie i sposobie wykorzystania nasion otrzymywanych z rzepaku decydują ich cechy jakościowe i plon. Uzyskiwane z nich olej i śruta poekstrakcyjna lub wytłok mogą być w szerokim zakresie wykorzystywane dzięki wyhodowaniu odmian podwójnie ulepszonych, nazywanych także dwuzerowymi (00) lub typu „canola".

Jakość nasion tych odmian w sposób zasadniczy różni się pod względem składu kwasów tłuszczowych w oleju z nasion oraz zawartości związków siarkowych – glukozynolanów, od dawnych tradycyjnych odmian wysokoerukowych i wysokoglukozynolanowych.

1.4.1. Kwasy tłuszczowe

Olej ze starych odmian (wysokoerukowych i wysokoglukozynolanowych) **wycofanych definitywnie z produkcji w Polsce 18 lat temu**, charakteryzował się wysoką zwartością kwasu erukowego (około 50%). Powodowało to, że był on niekorzystny dla zdrowia człowieka, jak również ograniczona była jego wartość dla celów przemysłowych. Jak wykazały liczne badania, duża zawartość kwasu erukowego w pożywieniu może być przyczyną:

Rys. 1.5. Skład kwasów tłuszczowych w oleju z odmian uprawianych dawniej (tradycyjnych) i podwójnie ulepszonych



- gorszego przyswajania pokarmów,
- otłuszczenia, zwłóknienia i uszkodzenia mięśnia sercowego,
- zmian patologicznych w wątrobie, nadnerczach i śledzionie.

Olej z nasion odmian podwójnie ulepszonych jest olejem uniwersalnym, nadającym się do celów spożywczych i przemysłowych, a jednocześnie uznawany jest za najzdrowszy olej roślinny w żywieniu człowieka (Scarth, McVetty 1999; Clifton 1999; Pedersen i in. 2000). O jego wartości dla celów spożywczych decyduje skład kwasów tłuszczowych. Olej produkowany z nasion odmian podwójnie ulepszonych różni się od tradycyjnego przede wszystkim zwiększoną zawartością jednonienasyconego kwasu oleinowego oraz wielonienasyconych egzogennych kwasów linolowego i linolenowego. Średnio zawiera około 7% kwasów nasyconych (palmitynowy, stearynowy, arachidowy i behenowy), jednonienasyconych kwasów: oleinowego 62% i eikozenowego 1%, oraz około 30% kwasów wielonienasyconych – linolowego 20%, linolenowego 10% (Rys. 1.5.). O jego przydatności na **cele spożywcze** decyduje:

- wysoka zawartość kwasu oleinowego powodującego obniżenie poziomu cholesterolu we krwi, zwłaszcza jego szkodliwej formy LDL,

- występowanie niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych linolowego i linolenowego,
- optymalna zawartość kwasu linolenowego należącego do grupy omega-3, odgrywającego ważną rolę w funkcjonowaniu tkanek nerwowych,
- zrównoważony stosunek (2:1) niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych: linolowego należącego do rodziny kwasów tłuszczowych omega-6 (n-6) i linolenowego należącego do rodziny omega-3 (n-3),
- najniższa zawartość, niepożądanych w diecie człowieka, nasyconych kwasów tłuszczowych,
- obecność substancji aktywnych – tokoferoli i fitosteroli.

Zwłaszcza należy zwrócić uwagę na występujące w odpowiednich proporcjach egzogenne kwasy linolowy i linolenowy, co ma znaczenie w zapobieganiu rozwojowi miażdżycy i wynikających z tego powikłań. Szczegółowy opis znaczenia profilaktycznego właściwych proporcji tych kwasów znajduje się w rozdziale 5.7.

fot. SXC/Brokenarts, SXC/Bruno-free

Olej z podwójnie ulepszonych odmian rzepaku nadaje się także na **cele przemysłowe:**

- do krótkiego smażenia,
- jako płynna część osnowy margarynowej,
- do produkcji komponentów biopaliw, olejów, smarów, środków powierzchniowo czynnych, farb, lakierów, rozpuszczalników, ekologicznych wykładzin podłogowych.

Należy dodać, że o przydatności oleju rzepakowego, uzyskiwanego z nasion nowoczesnych odmian, do różnych celów, zwłaszcza spożywczych, decyduje także doskonale zorganizowany przez zakłady przemysłu tłuszczowego monitoring zawartości kwasu erukowego w oleju z nasion i wszystkich innych parametrów dotyczących produkcji surowca, co gwarantuje konsumentom oleju jego najlepszą jakość. O sukcesie wprowadzenia na rynek oleju rzepakowego o wysokiej wartości odżywczej i dietetycznej decyduje także współpraca z rolnikami – produ-

centami nasion rzepaku. Rolnicy wiedzą, że dla uzyskania dobrej jakości plonu nasion rzepaku konieczne jest stosowanie wyznaczonych zasad technologii uprawy tej rośliny, dlatego chętnie uczestniczą w szkoleniach, także organizowanych przez przemysł tłuszczowy przy współpracy z różnymi jednostkami naukowymi (Instytutem Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Instytutem Ochrony Roślin, Instytutem Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa, Instytutem Żywności i Żywienia, Instytutem Agrofizyki PAN, Uniwersytetami Przyrodniczymi w Poznaniu i Wrocławiu oraz z Uniwersytetem Warminsko-Mazurskim w Olsztynie).

1.4.2. Możliwości dalszych zmian składu kwasów tłuszczowych w oleju rzepakowym

Najnowsze kierunki badań nad rzepakiem w Polsce, podobnie jak w świecie, koncentrują się na uzyskaniu odmian o różnym, zależnym od przeznaczenia, składzie kwasów tłuszczowych (Friedt, Lühs 1999; Leckband et al. 2002; Scarth, Jihong Tang 2006; Spasibionek 2006).

Znaczenie rzepaku jest tym większe, że obecnie strategia żywienia człowieka nakierowana jest na tzw. żywność funkcjonalną, która zawiera witaminy, zapobiega chorobom układu krążenia oraz chorobom nowotworowym. Obecnie głównym celem dietetyków jest redukcja kwasów nasyconych w pożywieniu człowieka i zwiększenie konsumpcji tłuszczy zawierających dużo jednonienasyconego kwasu oleinowego oraz wystarczającą ilość kwasów wielonienasyconych, ale występujących w pożądanej proporcji.

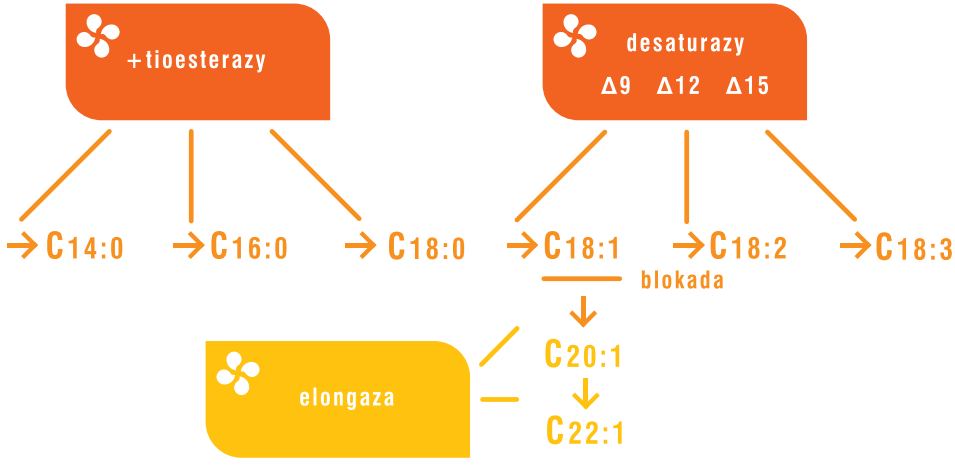
Dalsze obniżanie zawartości kwasów palmitynowego i stearynowego jest nadal ważnym celem prac hodowlanych, jednak ze względu na niską już obecnie ich zawartość w oleju rzepakowym możliwości w tym zakresie są małe.

Dla optymalnego dostosowania oleju rzepakowego do wykorzystania w różnych technologiach pożądane jest uzyskanie oleju naturalnie stabilnego, nie podlegającego szybkim procesom oksydacyjnym. Z tego względu głównym celem hodowlanym jest uzyskanie odmian o wysokiej zawartości kwasu oleinowego, powyżej 75% i obniżonej zawartości kwasów wielonienasyconych głównie linolowego, który w pożywieniu współczesnego człowieka występuje w nadmiarze. Jest to możliwe metodami hodowli konwencjonalnej lub przy zastosowaniu mutagenezy. Hodowcy mają już pewne osiągnięcia w tym zakresie. Wyhodowano rody rzepaku ozimego o podwyższonej do 75-80% zawartości kwasu oleinowego, a obniżonej zawartości kwasów linolowego i linolenowego, przy czym występują one w bardzo korzystnym stosunku 1:1. Pozwoli to na redukcję powstawania niekorzystnych polimerów w trakcie smażenia. Olej taki jest bardzo zbliżony do składu oleju z oliwek, jednak zawiera mniej kwasów nasyconych,

a przede wszystkim więcej pożądanego kwasu linolenowego.

Zmiany w proporcjach kwasów tłuszczowych wymagają zmian aktywności enzymów (tioesteraz, desaturaz i elongazy) odpowiedzialnych za syntezę poszczególnych kwasów tłuszczowych (Rys. 1.6.). Dokonanie tych zmian możliwe jest różnymi metodami służącymi hodowli, jak: rekombinacja, mutacja czy transformacja genetyczna.

Rys. 1.6. Schemat biosyntezy kwasów tłuszczowych



1.5. Substancje aktywne biologicznie

O wartości oleju rzepakowego jako żywności funkcjonalnej stanowią związki bioaktywne, na których obecność w pożywieniu obecnie zwraca się szczególną uwagę.

W oleju rzepakowym występują tokoferole, stanowiące główną grupę związków zwanych tokochromanolami, oraz fitosterole, a także w niewielkich ilościach beta-karoten i związki polifenolowe. Ważną rolą tych związków jest działanie przeciwutleniające (antyoksydanty) w oleju, co ochroni przed utlenianiem pożądanych wielonienasyconych kwasów tłuszczowych i w ten sposób zapobiega psuciu się oleju. W organizmie człowieka tokoferole działają również jak przeciwutleniacze i witaminy (Nogala-Kałucka i in. 2004). Przeciwutleniacze chronią organizm przed wolnymi rodnikami.

Wolne rodniki nadtlenkowe są to niestabilne cząsteczki tlenu, które mają w powłokach

atomowych niesparowane elektrony. Wolne rodniki, agresywnie szukają „zagubionych" elektronów, atakując nienasycone kwasy tłuszczowe w oleju, co jest przyczyną obniżenia trwałości oleju. Atakują także różne tkanki organizmu człowieka, powodując zmiany związane ze starzeniem się organizmu, zmiany chorobowe z nowotworowymi włącznie. Przeciwutleniacze oddają atom wodoru z grupy hydroksylowej na rzecz rodnika nadtlenkowego, chroniąc w ten sposób inne związki lub tkanki organizmu.

1.5.1. Tokoferole

Tokoferole są ważną grupą antyoksydantów biologicznie aktywnych w oleju roślinnym. W oleju rzepakowym występują alfa, beta, gamma i delta tokoferole. Alfa tokoferol pełniący rolę witaminy E wykazuje najmniejszą efektywność jako antyutleniacz, natomiast najlepszym antyutleniaczem jest gamma tokoferol. W oleju rzepakowym zawartość tokoferoli zawiera się w przedziale 300-800 mg/kg oleju. Udział poszczególnych tokoferoli średnio wynosi:

- alfa – 35%,
- gamma – 64%,
- beta i delta – <1%.

Jednak nie jest to regułą dla wszystkich znanych odmian i materiałów hodowlanych rzepaku. Niemniej zawsze w przewadze występuje tokoferol gamma.

Uważa się, że korzystne byłoby zwiększenie zawartości tokoferoli w oleju rzepakowym. Badania nad tokoferolami rozwijane są w dwóch kierunkach. Biorąc pod uwagę zdrowie człowieka, dąży się do zwiększenia zawartości tokoferolu alfa, który obniża u człowieka ryzyko chorób związanych z układem krążenia, zwiększa odporność na choroby. Natomiast w przypadku oleju o dużej zawartości kwasów wielonienasyconych, jak linolenowy, pożądane jest zwiększenie zawartości tokoferolu gamma, który zapobiega psuciu się oleju w wyniku utleniania, a zatem pozwala na bezpieczne dłuższe przechowywanie. Prace w kierunku poznania determinacji genetycznej tych związków oraz poszerzenia zmienności ich zawartości prowadzone są za pomocą metod konwencjonalnych, biotechnologicznych, jak i transformacji genetycznych w różnych ośrodkach w świecie (Marwede i in. 2004; Bartkowiak-Broda i in. 2008).

1.5.2. Fitosterole

Zainteresowanie fitosterolami wiąże się z ich działaniem obniżającym poziom cholesterolu we krwi. Fitosterole są strukturalnymi i funkcjonalnymi analogami cholesterolu syntetyzo-

wanymi wyłącznie przez rośliny. Wszystkie tkanki roślinne zawierają fitosterole, ale najbogatsze ich źródło stanowią oleje roślinne. Spośród zidentyfikowanych dotąd 200 fitosteroli najbardziej rozpowszechnione są: β-sitosterol, kampesterol, i stigmastrol. U rzepaku sterole te występują w stosunkowo dużej ilości oraz występuje specyficzny dla roślin z rodziny *Brassicaceae* brassicasterol (Szymańska, Kruk 2007). **Fitosterole są pożądane w diecie człowieka, ponieważ obniżają poziom frakcji LDL cholesterolu. Olej rzepakowy jest jednym z najbogatszych źródeł tych związków** (Tab. 1.5.). Niemniej zwiększenie zawartości fitosteroli w oleju rzepakowym mogłoby podnieść jego wartość biologiczną. W niektórych ośrodkach w świecie prowadzone są badania genetyczne i prace hodowlane mające na celu zwiększenie zawartości tych związków w oleju rzepakowym.

Tabela 1.5. Skład steroli w wybranych olejach roślinnych [%]

Sterole	Olej rzepakowy	Olej sojowy	Olej słonecznikowy	Olej kukurydziany
Cholesterol	0,1–0,4	0,3	0,1	0, 1
Brassikasterol	10,8–16,2	-	-	-
Kampesterol	27,6–34,4	18,1	7,5	17,2
Stigmasterol	0,1–0,8	15,2	7,5	6,3
Δ7-stigmasterol	2,1–2,3	1,4	7,1	1,8
β-sitosterol	48,7–52,3	54,1	58,2	60,3
Awenasterol	0,1–2,1	2,5	4,0	10,5
Δ7-awenasterol	0,8–1,9	2,0	4,0	1,1
Całkowita zawartość [mg/100 g]	633–881	460,0	410,0	970,0
Całkowita zawartość zestryfikowanych [mg/100 g]	398–435	57,6	207,0	565,0

wg Gordona i Millera 1997

1.5.3. Karotenoidy

Witamina A – beta-karoten działa jak przeciwutleniacz i jednocześnie jest niezbędna do funkcjonowania wielu organów człowieka. Syntetyczna witamina A podana w nadmiarze jest szkodliwa, więc pożądane jest podawanie jej w pożywieniu. Stąd podjęto prace nad zwiększe-

niem zawartości beta-karotenu w oleju rzepakowym. Poprzez transformację genetyczną uzyskano rzepak syntetyzujący beta-karoten nawet do 960 µg/g oleju (Shewmaker i in. 1999).

1.5.4. Związki polifenolowe

Związki polifenolowe wspomagają przeciwutleniające działanie tokoferoli. Ich niewielka ilość, głównie sinapina, dostaje się do oleju z nasion podczas ich przerobu.

fot. Printomato

1.6. Podsumowanie

Dzięki badaniom naukowym i hodowli od prawie 20 lat uprawia się w Polsce wyłącznie odmiany rzepaku podwójnie ulepszonego – typu canola, a więc bezerukowego i niskoglukozynolanowego.

Olej rzepakowy pochodzący z obecnie uprawianych odmian podwójnie ulepszonych jest najcenniejszym olejem spożywczym pochodzącym z roślin uprawnych o dużym znaczeniu ekonomicznym w produkcji światowej.

Ze względu na skład kwasów tłuszczowych i zawartość związków aktywnych biologicznie olej rzepakowy zalicza się do pożądanej obecnie żywności funkcjonalnej.

Istnieje możliwość modelowania profilu kwasów tłuszczowych w oleju rzepakowym w celu optymalizacji jego wartości do przerobu dla celów przemysłowych.

Zastosowanie oleju rzepakowego do produkcji biopaliw i w innych technologiach także służy zdrowiu człowieka poprzez ochronę środowiska.

2. Wpływ warunków produkcji i obróbki pozbiorowej nasion rzepaku na jakość oleju

prof. dr hab. Jerzy Tys
Instytut Agrofizyki PAN

ul. Doświadczalna 4
20-290 Lublin 27
tel. 081 744 50 61
e-mail: jtys@ipan.lublin.pl

Specjalista w zakresie:
- agrofizyka,
- charakterystyka i technologia upraw roślin energetycznych (szczególnie pod kątem jakości surowca kształtowanego w czasie zbioru, suszenia i przechowywania),
- charakterystyka oraz technologia wytwarzania i wykorzystania biopaliw.

Dorobek naukowy to 120 oryginalnych prac naukowych, 14 patentów, 7 podręczników i monografii, 12 instrukcji wdrożeniowych oraz 96 innych publikacji.

Członkostwo w prestiżowych organizacjach:
- Rada Naukowa IBMER – członek od 2008,
- Polskie Stowarzyszenie Producentów Oleju – członek honorowy od 2008,
- Krajowa Izba Biopaliw – członek od 2006,
- Społeczna Rada Naukowa ODR-u w Końskowoli – członek od 2008.

Nagrody i odznaczenia:
- Brązowy i Złoty Krzyż Zasługi,
- Brązowy i Srebrny Medal „Za Zasługi dla Obronności Kraju”,
- Brązowy i Srebrny Medal „Za Zasługi dla Ligi Obrony Kraju”,
- Nagroda Sekretarza Naukowego PAN,
- Medal Prezydenta Miasta Lublina.

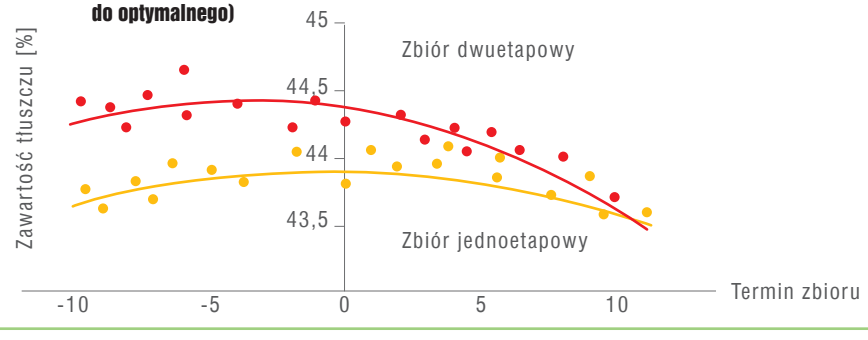
Kodeks dobrej praktyki produkcji rzepaku został szczegółowo opisany w I tomie cyklu „Teraz rzepak, Teraz olej". Uprawa roli, nawożenie czy ochrona roślin w niewielkim stopniu wpływają na zawartość i jakość tłuszczu w nasionach, natomiast w wysokim stopniu decydują o plonie nasion i oleju z hektara.

Zawartość tłuszczu w nasionach rzepaku jest cechą bardzo stabilną, uzależnioną głównie od cech genetycznych (odmiany) oraz warunków klimatycznych (pogoda). Dodatnio na zawartość tłuszczu w nasionach wpływa również długość okresu dojrzewania (Grzesiuk 1994). Przykładem ingerencji pogody niech będą dwa ostatnie lata, rok 2007 i 2008, kiedy różnice w zawartości tłuszczu (średnie) wynosiły nawet 3-4% na korzyść roku 2008 (zależnie od odmiany od 39,5-41,0% w roku 2007 do 42,0-43,5% w roku 2008).

2.1. Wpływ warunków dojrzewania i zbioru nasion na zawartość oraz jakość oleju

Warunki zbioru: termin, sposób i czas trwania mają bardzo istotny wpływ zarówno na ilość tłuszczu w nasionach, jak i na jego jakość. Dobrze przeprowadzony zbiór dwuetapowy korzystnie wpływa zarówno na ilość, jak i jakość oleju. Natomiast zbiór poprzedzony desykacją roślin (przeprowadzoną w terminie nieodpowiednim – zbyt wczesnym) ma bardzo niekorzystny wpływ zarówno na zaolejenie nasion, jak i na jakość uzyskanego tłuszczu. Skutkuje to zarówno niepełnym wykształceniem nasion (mała MTN), większą ilością chlorofilu (nawet kilkakrotnie) w nasionach i oleju oraz większą ilością nasyconych kwasów tłuszczowych (nawet do 4%). Nasiona takie są nieco gorszym surowcem dla przemysłu tłuszczowego. Oczywiście zabiegi oczyszczania oleju w procesie rafinacji usuną chlorofil, jednak nie mają one wpływu na profil kwasów tłuszczowych, które zachowają jednak swój nieco gorszy skład.

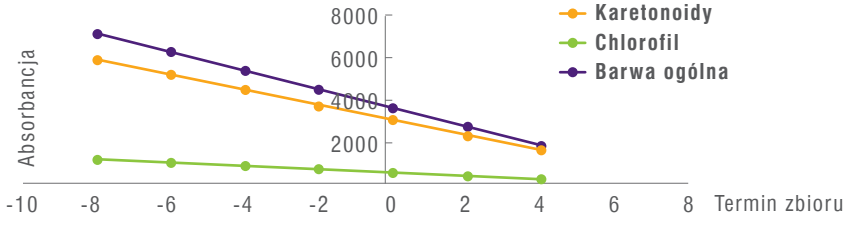
Rys. 2.1. Wpływ terminów i sposobów zbioru na zawartość oleju w nasionach rzepaku (0 – zbiór w terminie optymalnym; -5, -10 zbiór przyśpieszony o 5 i 10 dni; 5, 10 zbiór opóźniony o 5, 10 dni w stosunku do optymalnego)



Zbiór rzepaku przeprowadzony w terminie opóźnionym wpływa korzystnie na skład kwasów tłuszczowych, szczególnie tych najcenniejszych: oleinowego ($C_{18:1}$), linolowego ($C_{18:2}$), jak i linolenowego ($C_{18:3}$). Zbiór w terminie opóźnionym wpływa szczególnie korzystnie na zmniejszenie zawartości chlorofilu w nasionach (powodując jego znaczny spadek). Barwnik ten musi być w trakcie oczyszczania oleju w ZT usuwany za pomocą ziemi bielącej. Usunięcie barwników chlorofilowych w procesie rafinacji jest bardzo ważne, ponieważ pod wpływem temperatury i innych czynników ulegają utlenianiu i hydrolizie (powstawaniu feofityn o brązowym zabarwieniu), co powoduje utratę właściwej barwy i wpływa na zabarwienie oleju rafinowanego. Wyeliminowanie barwników z oleju ma znaczenie nie tylko z uwagi na upodobania konsumentów do jasno-żółtej barwy olejów, lecz również na mniejszą stabilność uzyskiwanego produktu. Ta cecha jest szczególnie istotna przy tłoczeniu oleju na zimno.

Oznaczanie barwy ogólnej polega na pomiarze absorbancji próbek zgodnie z PN-EN ISO 10519. Stosowane technologie, jak i terminy zbioru znacząco różnicują obecność barwników (karotenoidów, chlorofili), i to zarówno w nasionach, jak i oleju. Najwięcej barwników stwierdzono w nasionach pochodzących ze zbioru bardzo przyspieszonego (10 dni przed dojrzałością pełną) – ponad 7000.

Rys. 2.2. Zmiany zawartości barwników w nasionach w zależności od terminu zbioru



Wśród barwników dominuje zawartość karotenoidów. Kilkakrotnie niższa zawartość chlorofili w nasionach, zachowująca przy tym tendencję spadkową przy zbiorze opóźnionym, wskazuje na możliwość naturalnego sterowania tym niekorzystnym dla technologii przetwórstwa barwnikiem. Prawidłowo przeprowadzony zbiór stwarza możliwość prawie całkowitego wykluczenia niekorzystnych chlorofili przy jednoczesnym zachowaniu znacznej ilości cennych dla zdrowia karotenoidów. Olej tłoczony zawiera około dziesięciokrotnie mniej barwników

(z czego większość to karotenoidy) niż nasiona (część barwników pozostaje w wytłoku), wskazuje to na cenne walory zdrowotne takiego oleju.

fot. istockphoto.com/ Niko Vujevic, istockphoto.com/Ian Hamilton

2.2. Wpływ technologii zbioru i obróbki pozbiorowej na jakość oleju

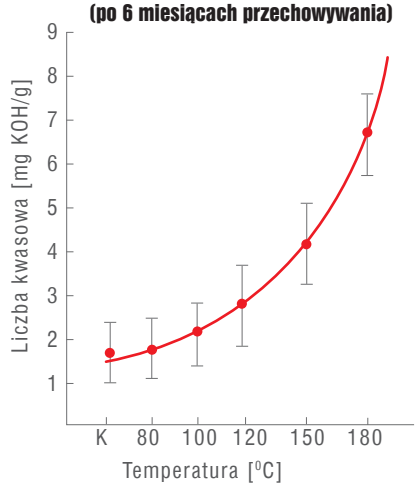
Na jakość oleju wpływa również, i to w bardzo istotny sposób, wielkość uszkodzeń nasion. Uszkodzenia powstają głównie w czasie zbioru (przez zbyt wysokie obroty bębna młócącego). Inną przyczyną uszkodzeń jest stosowanie zbyt wysokich temperatur suszenia (ponad 60^{o}C), co doprowadza do znacznego osłabienia wytrzymałości nasion. Uszkodzone nasiona ulegają łatwo procesowi utleniania (wzrost liczby nadtlenkowej), co jest przyczyną jełczenia tłuszczu (charakterystyczny zjełczały zapach). Poza tym uszkodzenie aktywizuje enzymy zawarte w nasionach rzepaku oraz ułatwia dostęp drobnoustrojów, co powoduje dalszy spadek jakości nasion i oleju.

2.2.1. Suszenie

Temperatura suszenia nasion wpływa nie tylko na kruchość nasion, lecz także na wzrost liczby kwasowej oleju. Nasiona suszone w temperaturze do 80^{0}C i następnie przechowywane przez okres 6 miesięcy wykazywały wprawdzie wzrost liczby kwasowej (LK), lecz wartości te mieściły się w granicach obowiązującej normy. Dopiero stosowanie temperatur wyższych powodowało wzrost tego wyróżnika oleju w sposób zagrażający jakości spożywczej tłuszczu. Należy również zaznaczyć, że poszczególne odmiany zachowują swój indywidualny charakter i ich reakcja na ten czynnik jest zróżnicowana.

Głównym jednak zagrożeniem wynikającym z nieprawidłowego suszenia jest możliwość zanieczyszczenia nasion i oleju Wielopierścieniowymi Węglowodorami Aromatycznymi (WWA).

Rys. 2.3. Zmiany liczby kwasowej w nasionach suszonych w zróżnicowanej temperaturze (po 6 miesiącach przechowywania)



K – nasiona suszone w temperaturze pokojowej

Najniebezpieczniejszym przedstawicielem tej grupy jest benzo(a)piren – BaP, związek o silnym kancerogennym i mutagennym działaniu. Obecność BaP może wynikać z suszenia nasion zbyt wysoką temperaturą (przypalenie nasion).

Stała kontrola prowadzona przez służby agrotechniczne ZT zarówno stanu suszarń, jak i kontrola laboratoryjna nasion pod tym względem sprawiła, że przypadki uchybień w tym względzie są rzeczywiście sporadyczne. Przyjęty bardzo surowy sposób postępowania z dostawcami łamiącymi prawo sprawił, że jakość nasion i oleju charakteryzuje się bardzo korzystnymi parametrami.

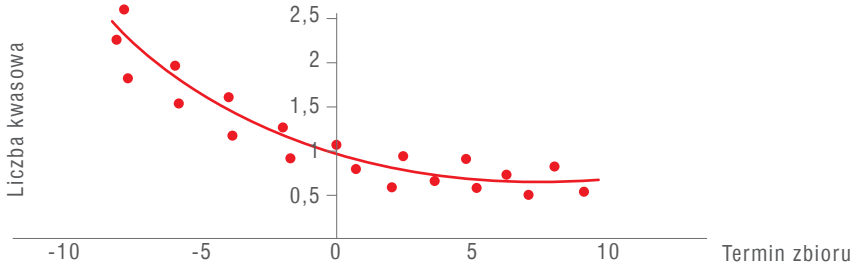
Służby agrotechniczne ZT ciągle jednak przypominają i apelują o odpowiedzialność i zdyscyplinowanie producentów surowca pod tym względem. Lekceważenie obowiązujących przepisów może bowiem skutkować odpowiedzialnością karną (Rozporządzenie Komisji Wspólnot Europejskich NR 208/2005 opublikowane w Dzienniku Urzędowym Unii Europejskiej z dnia 4 lutego 2005 r. oraz Rozporządzenie Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z 1993 r.).

2.2.2. Przechowywanie nasion

Warunki zbioru nasion oddziaływują w bardzo istotny sposób na jakość przechowywanych nasion. Surowiec charakteryzujący się znaczną ilością uszkodzeń, a szczególnie dużą ilością nasion niedojrzałych ulega w czasie przechowywania silnemu porażeniu przez grzyby. Szczególnego traktowania wymagają również nasiona porośnięte. One stanowią największe zagrożenie wynikające z porażenia przez mikroorganizmy. Olej pochodzący z takich nasion charakteryzuje się również bardzo wysokimi wartościami liczby kwasowej. Znaczna ilość wolnych kwasów tłuszczowych powstałych w wyniku rozkładu tłuszczu sprawia, że w czasie rafinacji muszą być one usunięte, co ma wpływ na opłacalność produkcji.

Rozwój drobnoustrojów znacząco skraca bezpieczne przechowywanie nasion i jest przy-

Rys. 2.4. Wpływ terminu zbioru na wartości liczby kwasowej po 6 miesiącach przechowywania



czyną skażenia oleju szkodliwymi dla zdrowia mikotoksynami. O zagrożeniu ze strony mikrobów decyduje: wilgotność i temperatura przechowywania nasion, ilość nasion niedojrzałych i uszkodzonych, a także stopień porośnięcia nasion. Nasiona porośnięte wykazują bardzo silną aktywność mikrobiologiczną, a więc stanowią znaczne zagrożenie ze względu na obecność mikotoksyn. Jeżeli w próbce kontrolnej o 7% wilgotności (przechowywanej przez 6 miesięcy) stwierdzono 18 x 10^3 kolonii grzybów, a o wilgotności 9% – 75,4 x 10^3 kolonii, to dla nasion porośniętych stwierdzono odpowiednio 2710 x 10^3 i 76500 x 10^3 kolonii. Tak znaczący wzrost grzybów na nasionach porośniętych ma bezpośredni wpływ na jakość uzyskiwanego z nich oleju. Ponieważ partia nasion porośniętych może stwarzać znaczne zagrożenie dla zdrowia konsumentów oleju, partie takie kieruje się do produkcji oleju na cele techniczne.

2.3. Podsumowanie

Przedstawione przykłady wskazują, że o jakości produkowanego przez Zakłady Tłuszczowe oleju współdecydują zarówno producenci surowca, jak i jego przetwórca. Cała obróbka pozbiorowa surowca przeznaczonego na cele spożywcze musi bowiem odpowiadać odpowiednim normom jakościowym, które zagwarantują bezpieczeństwo dla konsumentów. Jakość nasion rzepaku dla przetwórstwa na cele spożywcze określa się w umowach kontraktacyjnych korzystając z polskiej normy – PN-90/R-66151 Rośliny przemysłowe oleiste – Ziarno rzepaku i rzepiku podwójnie ulepszonego. Zapewnia to polskiemu olejowi i śrucie rzepakowej przodującą jakość w Unii Europejskiej.

3. Wpływ różnych etapów produkcji oleju rzepakowego na jego właściwości zdrowotne

prof. dr hab. Krzysztof Krygier
Kierownik Zakładu Technologii Tłuszczów
i Koncentratów Spożywczych
Wydział Nauk o Żywności
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego

ul. Nowoursynowska 159c
02-776 Warszawa
tel. 022 593 75 25,
e-mail: krzysztof_krygier@sggw.pl

Specjalista w zakresie technologii żywności i żywienia człowieka, a w szczególności:
- nauki o tłuszczach,
- dodatków do żywności,
- żywności specjalnego przeznaczenia, w tym prozdrowotnej (funkcjonalnej).

Autor 200 publikacji naukowych, promotor 11 prac doktorskich.

Członkostwo w prestiżowych organizacjach naukowych:
- Europejska Federacja Nauki i Technologii Tłuszczów (EuroFedLipid) – członek zarządu, przedstawiciel Polski,
- czasopismo European Journal of Lipid Science and Technology – członek Rady Programowej i Rady Recenzentów,
- European Functional Food Network – członek,
- American Oil Chemists' Society – członek,
- Rada ds. Diety, Aktywności Fizycznej i Zdrowia przy Ministrze Zdrowia – członek Prezydium, Przewodniczący Komitetu roboczego ds. nauki,
- Polskie Towarzystwo Technologów Żywności – Wiceprezes i Przewodniczący Sekcji Technologii i Chemii Tłuszczów,
- czasopisma „Przemysł Spożywczy" i „Żywność" – członek Kolegiów Redakcyjnych,
- Komitet Normalizacyjny, sekcja ds. tłuszczów jadalnych – niezależny ekspert.

dr inż. Małgorzata Wroniak
Zakład Technologii Tłuszczów i Koncentratów Spożywczych
Katedra Technologii Żywności, Wydział Nauk o Żywności
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego

ul. Nowoursynowska 166
02-787 Warszawa,
tel. 022 593 75 25,
e-mail: malgorzata_wroniak@sggw.pl

Specjalista w zakresie:
- technologii tłuszczów roślinnych,
- szczególnie olejów tłoczonych na zimno i virgin, w tym oliwy z oliwek,
- oceny jakości olejów tłoczonych na zimno i virgin, rafinowanych.

Od 1993 roku asystent, od 2002 adiunkt w SGGW. Autor i współautor ponad 50 publikacji, prac naukowych, doniesień na konferencje krajowe i zagraniczne.
- Członek Prezydium i skarbnik zarządu Głównego Polskiego Towarzystwa Technologów Żywności,
- Członek Polskiej Sekcji EuroFedLipid.

dr inż. Stanisław Ptasznik
Kierownik Działu Przetwórstwa Tłuszczów
Instytut Przemysłu Mięsnego i Tłuszczowego

ul. Jubilerska 4
04-190 Warszawa,
tel. 022 509 70 20
e-mail: stanisław.ptasznik@ipmt.waw.pl

Specjalista w zakresie:
- technologii tłuszczów roślinnych – procesy jednostkowe,
- modyfikacji tłuszczów roślinnych i zwierzęcych,
- przetwórstwa olejów i tłuszczów, metod badawczych,
- oceny jakościowej produktów finalnych (oleje, oliwa z oliwek, tłuszcze cukiernicze, tłuszcze specjalne, margaryny, miksy).

Redaktor Naczelny czasopisma naukowego „Tłuszcze Jadalne", wydawnictwo IPMiT.
Rzeczoznawca w zakresie technologii i techniki przemysłu tłuszczowego, olejarskiego.
Autor i współautor ponad 90 publikacji, prac naukowych, doniesień na konferencje krajowe i zagraniczne, ekspertyz, 6 patentów, 12 wdrożeń wyników prac badawczych do przemysłu tłuszczowego.
- American Oil Chemists' Society – członek,
- Euro Fed Lipid – członek,
- Polskie Towarzystwo Technologów Żywności – członek.

Nasiona rzepaku zawierają przeciętnie 39-45% tłuszczu i około 20% białka. Obecnie w Polsce i Europie uprawia się na cele spożywcze wyłącznie odmiany rzepaku tzw. dwuzerowego (podwójnie ulepszonego), które mają obniżoną zawartość w oleju kwasu erukowego do 2% i w śrucie glukozynolanów alkenowych do 25 µmola/g s.m. beztłuszczowej. Olej taki jest bardzo dobrym olejem jadalnym, ma cenny żywieniowo skład kwasów tłuszczowych: bardzo mało niekorzystnych kwasów nasyconych (7%), dużo kwasów jednonienasyconych (60%) i najwięcej kwasu linolenowego (10%) z deficytowej grupy kwasów omega-3. Ze względu na wysoką zawartość kwasu oleinowego, zbliżoną do zawartości w oliwie z oliwek, bywa też nazywany „oliwką północy". Poekstrakcyjna śruta rzepakowa jest cenną paszą wysokobiałkową w żywieniu zwierząt.

Rzepak bywa nazywany „oliwką północy" ze względu na wysoką zawartość kwasu oleinowego, zbliżoną do zawartości w oliwie z oliwek.

Do wyprodukowania litrowej butelki oleju potrzeba około 2,5-3 kilogramów nasion rzepaku. (Rys 3.1.)

Rys. 3.1. Zużycie rzepaku w produkcji oleju

3.1. Jakość nasion a jakość oleju

Pomiędzy polem a zakładem przetwórczym nasiona są poddawane wielu zabiegom tak, aby trafić do przerobu w jak najlepszym stanie. To gwarantuje wysoką wydajność oleju i wysoką jakość oleju. Pierwszym bardzo ważnym czynnikiem jest odpowiedni termin zbioru nasion

rzepaku: muszą być w pełni dojrzałe. Gdy są niedojrzałe, mają mniej tłuszczu, gorszą jakość tłuszczu i dużo barwników chlorofilowych, które obniżają trwałość oleju. Zebrane nasiona muszą być jak najszybciej wysuszone, aby skutecznie zahamować przemiany enzymatyczne w nich zachodzące, powodujące niekorzystne zmiany jakości oleju. Optymalna wilgotność przechowywanych nasion to 6-7%. Nasiona rzepaku powinny być jeszcze oczyszczone z różnorakich zanieczyszczeń, np. innych nasion, piasku czy nasion uszkodzonych. Zanieczyszczenia takie mogą powodować niekorzystne zmiany w nasionach podczas ich przechowywania.

3.2. Metody otrzymywania oleju z nasion

Olej spożywczy uzyskuje się w Polsce na drodze tłoczenia lub dwustopniowo poprzez tłoczenie i ekstrakcję. Otrzymane oleje surowe wymagają oczyszczenia, czyli rafinacji.

Olej rzepakowy najczęściej jest wstępnie wytłaczany, potem ekstrahowany i wreszcie oczyszczany, czyli rafinowany. Dawniej oba oleje mieszano i rafinowano wspólnie. Obecnie przerabia się je oddzielnie. Olej pochodzący z tłoczenia jest lepszy jakościowo, zawiera mniej zanieczyszczeń i może być rafinowany w łagodniejszych warunkach. Olej ten jest szczególnie godny polecenia. W sprzedaży jest on oznaczany jako „olej z pierwszego tłoczenia". Olej z ekstrakcji jest bardziej zanieczyszczony, co utrudnia rafinację, dlatego przeznacza się go do utwardzania. W tym procesie następuje całkowite usunięcie z niego produktów rozpadu glukozynolanów.

3.2.1. Otrzymywanie oleju rzepakowego w skali przemysłowej

Tłoczenie oleju w skali przemysłowej odbywa się na gorąco, jako pierwszy etap wydobywania oleju, po którym następuje proces ekstrakcji. Taki olej musi być następnie rafinowany.

fot. Ewa Myśliwiec, listockphoto.com/SophiaWinters

Nasiona rzepaku przed tłoczeniem ewentualnie można poddawać procesowi odłuszczania, rozdrabniania i podgrzewania.

Odłuszczanie nasion rzepaku na skalę przemysłową w Polsce nie jest stosowane. Jest to proces trudny technologicznie, ponieważ nasiona rzepaku są niewielkie, a miąższ jest miękki. Od dłuższego czasu pracuje się nad tym zagadnieniem, ważnym w przypadku uzyskiwania lepszej jakości oleju (jaśniejsza barwa, wyższa stabilność) i śruty o wyższej zawartości białka.

Rozdrabnianie nasion ułatwia wydobycie tłuszczu dzięki częściowemu zniszczeniu struktury tkankowej. Etap ten może mieć istotne znaczenie dla wydajności procesu tłoczenia. Rozdrobnione nasiona powinny być jak najszybciej poddawane dalszemu przerobowi, bowiem wzmożona aktywność enzymów nasiennych i działalność atmosferycznego tlenu może doprowadzić do znacznego pogorszenia jakości i stabilności tłoczonego oleju.

W celu ułatwienia wypływu oleju pod wpływem tłoczenia rozdrobnione nasiona poddaje się **kondycjonowaniu**, czyli prażeniu w podgrzewaczach, w których ogrzewa się miazgę nasienną do temp. 80-90ºC i ewentualnie nawilża do optymalnej wilgotności. Zabieg ten wpływa pozytywnie na efekty technologiczne (łatwość i głębokość wydobycia tłuszczu). Jednocześnie odbywa się dezaktywacja mirozynazy, co zapobiega enzymatycznemu rozkładowi glukozynolanów i ogranicza zanieczyszczenie oleju produktami ich rozpadu.

3.2.2. Ekstrakcja oleju

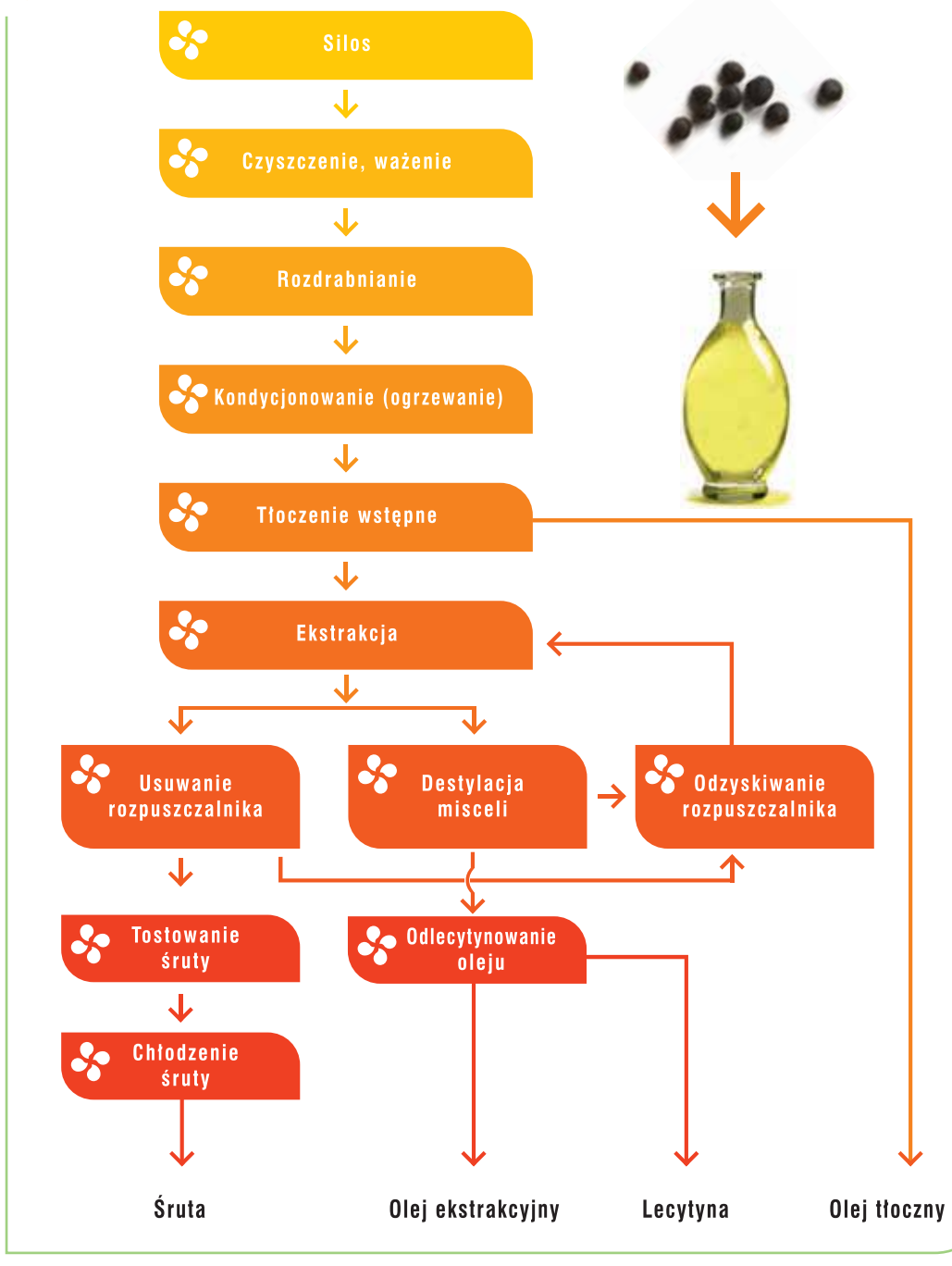
Olej z nasion oleistych na skalę przemysłową najczęściej jest wydobywany dwuetapowo: najpierw mechanicznie, przez tłoczenie w prasach ślimakowych na gorąco (olej tłoczny), uzyskując ponad połowę zawartego w nasionach tłuszczu, a następnie poprzez ekstrakcję pozostałości oleju z wytłoków za pomocą rozpuszczalnika (olej ekstrakcyjny) (Rys. 3.2.).

Ekstrakcja polega na wielokrotnym wymywaniu oleju z rozdrobnionych nasion za pomocą rozpuszczalnika, zwykle heksanu. Olej po oddestylowaniu rozpuszczalnika nosi ogólną nazwę oleju surowego, który jest zanieczyszczony i wymaga oczyszczania w procesie rafinacji. Wydajność ekstrakcji jest wysoka – w śrucie poekstrakcyjnej pozostaje poniżej 2% tłuszczu (po tłoczeniu zwykle ok. 10%).

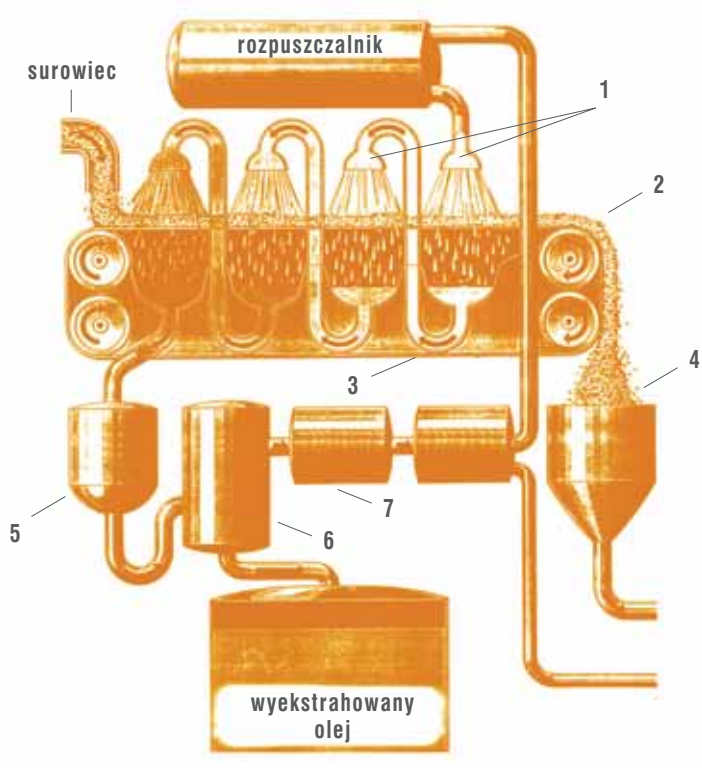
W przemyśle olejarskim podstawowe znaczenie ma ekstrakcja w urządzeniach ciągłych, gdzie surowiec przesuwa się zwykle w przeciwprądzie z rozpuszczalnikiem. Najbardziej wydajną metodą ekstrakcji ciągłej jest metoda perkolacji, gdzie rozpuszczalnik spływa pod działaniem siły grawitacji przez masę surowca, który przesuwa się na taśmie lub w koszach (Rys. 3.3.).

Jak widać, proces odbywa się w przeciwprądzie, w jedną stronę przesuwa się warstwa

Rys. 3.2. Schemat przerobu nasion oleistych



Rys. 3.3. Schemat ekstrakcji na taśmie metodą perkolacji
1. zraszacze, **2.** warstwa ekstrahowanego materiału, **3.** taśma perforowana bez końca, **4.** odprowadzenie wyekstrahowanych nasion, **5.** zbiornik misceli, **6.** destylacja misceli, **7.** skroplenie oparów rozpuszczalnika.



ekstrahowanego materiału, a w drugą rozpuszczalnik. Uzyskuje się tzw. miscelę, która składa się zwykle z ok. 30% oleju i 70% rozpuszczalnika. Oczywiście rozdziela się je w procesie destylacji i olej dalej się przerabia, rozpuszczalnik zaś zawraca się z powrotem do zbiornika roboczego.

Oleje otrzymywane na drodze ekstrakcji są olejami najbardziej zanieczyszczonymi, albowiem rozpuszczalnik ekstrahuje nie tylko olej, ale i wiele innych składników. Dlatego oleje te wymagają bardzo skutecznego oczyszczenia, co zostanie opisane w rozdziale 3.3.

Alternatywną, nowoczesną metodą ekstrakcji jest **ekstrakcja w stanie nadkrytycznym**. Została zastosowana w przemyśle spożywczym w latach 70. ubiegłego wieku. Wykorzystano CO_2 w ekstrakcji nadkrytycznej do przemysłowej dekofeinizacji kawy, otrzymywania ekstraktu z szyszek chmielowych i usuwania substancji smolistych i nikotyny z liści tytoniu. Metoda

może mieć również zastosowanie do pozyskiwania oleju z surowców oleistych. Główną zaletą tej metody jest brak zanieczyszczeń w postaci rozpuszczalników organicznych i metali ciężkich. Tak więc olej uzyskany tą metodą jest bardzo czysty, bez większości typowych zanieczyszczeń. Niestety do ekstrakcji oleju z nasion roślin oleistych na skalę przemysłową ta metoda nie jest jeszcze stosowana ze względu na konieczność stosowania bardzo wysokich ciśnień.

3.2.3. Odlecytynowanie oleju ekstrakcyjnego

Jak wspomniano wcześniej, olej ekstrakcyjny jest olejem o bardzo dużej ilości zanieczyszczeń. Z tego powodu jest oczyszczany dwuetapowo: po raz pierwszy bezpośrednio po ekstrakcji i po raz drugi w oddzielnym procesie rafinacji. Ten pierwszy etap nosi nazwę odlecytynowania lub hydratacji. Odlecytynowania, bo usuwana jest głównie lecytyna, a hydratacja, gdyż lecytynę uwadnia się (hydratuje), a następnie tę wodną fazę lecytynową odwirowuje się od oleju. Celem tego procesu jest usunięcie lecytyny, czyli fosfolipidów, które mają silne powinowactwo do wody, pochłaniają ją, zalegając na dnie zbiorników czy rurociągów utrudniając transport i dalszy przerób. Ponadto uzyskana lecytyna jest cennym dodatkiem do żywności, dodawanym do bardzo wielu produktów, m.in. do czekolady czy margaryny. Najczęściej do tych celów stosowana jest lecytyna sojowa, rzepakowa rzadziej ze względu na gorszą jakość sensoryczną.

Ogólnie parametry procesu odlecytynowania są następujące: dodatek wody w ilości zbliżonej do przewidywanej ilości fosfolipidów, temperatura 60-80^{o}C, czas 3-5 min. Po tym czasie fazę wodno-lecytynową (tzw. szlam lecytynowy) wiruje się, a następnie, gdy jest taka potrzeba, suszy próżniowo do zawartości wody ok. 3%.

3.3. Rafinacja (oczyszczanie) oleju rzepakowego

3.3.1. Cel rafinacji oleju

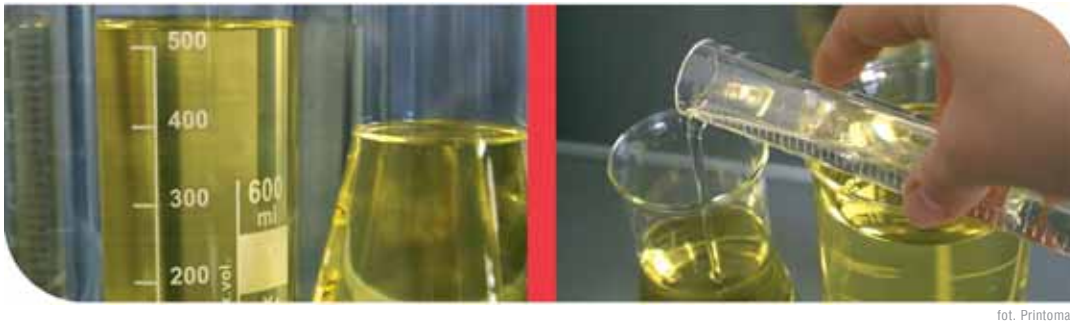
Proces rafinacji, obejmujący kilka etapów, przeprowadza się w celu uzyskania produktu przede wszystkim bezpiecznego, ale również stabilnego i odpowiedniego jakościowo, przede wszystkim bez smaku i zapachu. Aby ten cel zrealizować, należy usunąć z oleju surowego wszystkie składniki wpływające negatywnie na te cechy. Należą do nich niektóre naturalne składniki oleju oraz zanieczyszczenia pochodzące ze środowiska lub z wcześniejszych procesów technologicznych. Wśród nich są takie, które mogą być bardzo niebezpieczne dla czło-

wieka, np. benzo(a)piren i takie, które przyspieszają utlenianie tłuszczu, np. barwniki chlorofilowe, fosfor, produkty utleniania tłuszczów (wysoka wartość liczby nadtlenkowej, anizydynowej, współczynnika totox), metale.

Rafinacja oleju rzepakowego obejmuje zespół procesów technologicznych, których stosowanie ma na celu ogólne usunięcie lub maksymalne zmniejszenie stężenia substancji niekorzystnych pod względem zdrowotnym i jakościowym.

Usunięcie tych zanieczyszczeń wymaga stosowania odpowiednich parametrów rafinacyjnych, natomiast ograniczenie strat związków cennych pod względem zdrowotnym wiąże się z łagodnymi parametrami procesu rafinacji i dlatego też należy dobrać warunki optymalne. Dla wyprodukowania oleju rafinowanego o bardzo dobrej jakości konieczne są więc rozwiązania kompromisowe w zakresie technologii i techniki rafinacji. Poszczególne procesy rafinacyjne poddawane są ciągle optymalizacji nie tylko w zakresie jakości produktów, lecz również pod względem ekonomicznym, zwłaszcza ograniczenia zużycia czynników energetycznych, zmniejszenia strat surowca i pełniejszego wykorzystania produktów ubocznych i odpadowych oraz ochrony środowiska naturalnego.

Klasyczny proces rafinacji składa się z następujących etapów: odśluzowania, (odszlamowania), odkwaszania (neutralizacji), odbarwiania (bielenia) oraz odwaniania (dezodoryzacji).



fot. Printomato

3.3.2. Odśluzowanie (odszlamowanie)

Surowy olej rzepakowy zawiera na ogół dużo związków fosforu, bardzo aktywnych czynników przyspieszających utlenianie oleju. Dlatego skuteczne przeprowadzenie procesu odszlamowania jest jednym z ważniejszych problemów technologicznych rafinacji tego oleju. Najbardziej uciążliwymi produktami są tu tzw. fosfolipidy niehydratujące, przede wszystkim sole kwasów fosfatydowych z jonami wapnia i magnezu.

Istnieje kilka metod usuwania fosfolipidów z oleju:

- odszlamowanie kwaśne,
- odszlamowanie adsorpcyjne,
- odszlamowanie enzymatyczne.

W praktyce przemysłowej najczęściej stosowana jest metoda kwaśna z zastosowaniem kwasu fosforowego lub cytrynowego. Kwasy te powodują rozkład fosfolipidów niehydratyjących na produkty rozpuszczalne w wodzie i oddzielenie z fazą wodną podczas wirowania. Poziom fosforu po odszlamowaniu powinien wynosić ok. 10 mg/kg.

Odszlamowanie enzymatyczne jest nową, bardzo obiecującą technologią stosowaną w niektórych krajach, natomiast nie zastosowano go jeszcze w przemyśle olejarskim w Polsce. Jest to metoda bardzo skuteczna w usuwaniu fosforu, jego zawartość wynosi znacznie poniżej granicznej ilości 10 mg/kg, a dodatkowo występuje mniejsze zanieczyszczenie środowiska i mniejsze zużycie wody oraz czynników energetycznych.

3.3.3. Odkwaszanie (neutralizacja)

Odkwaszanie – usunięcie wolnych kwasów tłuszczowych (WKT) z oleju.

W procesie odkwaszania usuwa się przede wszystkim wolne kwasy tłuszczowe, powstające podczas hydrolitycznego rozkładu tłuszczów. Najczęściej proces prowadzi się z zastosowaniem ługu sodowego, a proces przebiega zgodnie z reakcją:

$$RCOOH + NaOH = RCOONa + H_2O$$

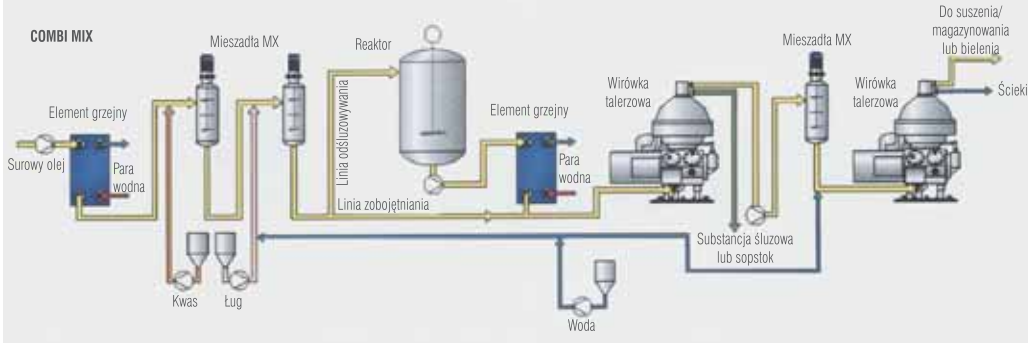
Reakcja zachodzi na granicy podziału dwóch faz ciekłych wzajemnie nierozpuszczalnych – oleju i roztworu wodnego ługu i dlatego do efektywnego jej przebiegu niezbędne jest rozwinięcie powierzchni, co osiąga się przez mieszanie lub rozproszenie jednej cieczy w drugiej. Po procesie następuje rozdzielenie w wirówkach (Rys. 3.4.) dwu faz: wodnej z powstałymi w procesie neutralizacji mydłami (tzw. sopstok) oraz fazę olejową (olej pozbawiony WKT). Potem olej się jeszcze dwukrotnie przemywa wodą, aby usunąć resztki mydeł i w końcu suszy próżniowo (Rys. 3.5.).

Metoda chemiczna prowadzi do skutecznego usunięcia WKT, jednak wiąże się niestety ze stratami tłuszczu neutralnego oraz zanieczyszczeniem środowiska. Jako metoda alternatywna jest niekiedy stosowana rafinacja fizyczna (bez stosowania ługu), która jest bardziej przyja-

zną dla środowiska przyrodniczego, wymaga jednak użycia kosztownej aparatury, a stosowana w tym procesie temperatura powyżej 220°C powoduje powstawanie strat biologicznie aktywnych składników oleju. Dlatego też wciąż poszukiwane są alternatywne metody neutralizacji olejów. Do zintensyfikowania badań nad niekonwencjonalnymi sposobami odkwaszania przyczynia się również wielokierunkowość wykorzystania oleju rzepakowego, w tym głównie do produkcji biopaliw.

Rys. 3.4. Widok wirówki na hali produkcyjnej

Rys. 3.5. Schemat procesu odśluzowywania i odkwaszania



3.3.4. Odbarwianie (bielenie)

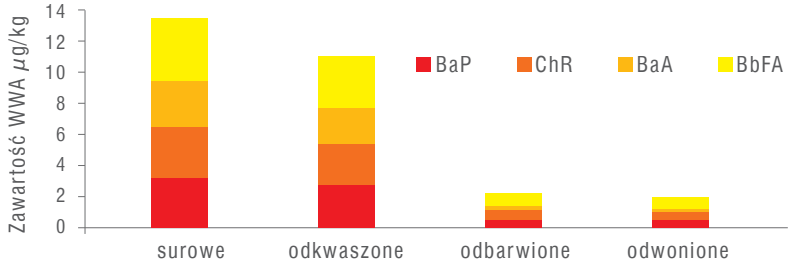
Odbarwianie, jak sama nazwa wskazuje, stosuje się do usunięcia barwników zawartych w oleju rzepakowym, przede wszystkim barwników chlorofilowych, gdyż bardzo silnie przyspieszają utlenianie oleju. Odbarwianie odbywa się metodą adsorpcyjną, na ziemiach bielących. W procesie odbarwiania usuwane są z oleju rzepakowego również fosfolipidy,

produkty utleniania, mydła, metale (Fe, Cu, Ca, Mg) oraz substancje stanowiące bezpośrednie zagrożenie zdrowia konsumentów, tj. metale ciężkie (arsen, ołów, kadm, rtęć), wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA) oraz niektóre związki należące do trwałych zanieczyszczeń organicznych (TZO). Markerem obecności tzw. ciężkich WWA jest benzo(a)piren (BaP). W tłuszczach jadalnych jego zawartość nie może być wyższa niż 2,0 µg/kg. Dlatego bardzo ważną rolę w skutecznym usunięciu benzo(a)pirenu do tego poziomu odgrywa rodzaj adsorbentu. Aktywowane ziemie bielące, stosowane powszechnie w procesie bielenia oleju rzepakowego pochłaniają ten węglowodór w niewielkim stopniu. Pełne usunięcie BaP wymaga użycia mieszaniny adsorbentów: aktywowanej ziemi bielącej i węgla aktywnego (Tab. 3.1., Rys. 3.6.). Jak widać z przedstawionych danych, prawidłowy dobór adsorbentów gwarantuje bardzo skuteczne usunięcie tych zanieczyszczeń.

Tabela 3.1. Skuteczność pochłaniania benzo(a)pirenu przez różne adsorbenty

Rodzaj próbki oleju rzepakowego	Zawartość benzo[a]pirenu, µg/kg
- przed bieleniem	3,1
- po bieleniu ziemią:	
Jeltar 100	3,0
Jeltar 300	3,1
Jeltar 100 + 10% węgla akt. CWZ-14	< 0,5
Jeltar 300 + 10% węgla aktywnego AKT	< 0,5
Jeltar 100 + 10% perlitu Zębiec KL.0	2,9

Rys. 3.6. Średnie sumaryczne zawartości czterech WWA w oleju na kolejnych etapach jego rafinacji



Źródło: Płatek, Węgrowski, Wegrzyn 2008

3.3.5. Odwanianie (dezodoryzacja)

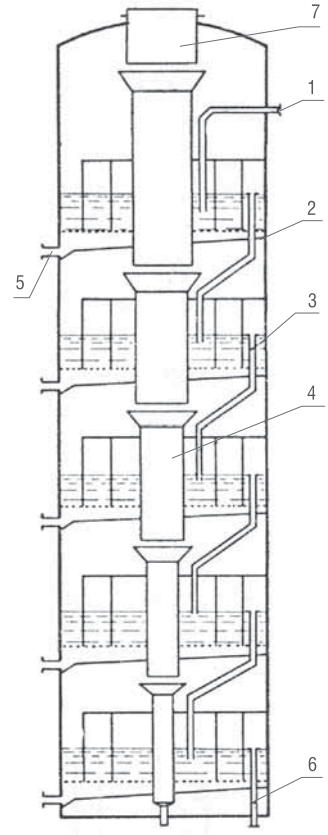
Dezodoryzacja ma na celu usunięcie z oleju substancji niepożądanych wpływających na niekorzystny smak i zapach. Związkami usuwanymi w procesie dezodoryzacji są: wolne kwasy tłuszczowe, produkty autooksydacji m.in. ketony, aldehydy i węglowodory, związki siarkowe, pozostałości barwników. Temperatura wrzenia większości tych związków jest wysoka, rzędu 200-300°C, w związku z czym ich usunięcie może nastąpić tylko w procesie destylacji z parą wodną pod obniżonym ciśnieniem.

Do odwaniania oleju rzepakowego służą urządzenia tzw. odwaniacze (dezodoryzatory). W zależności od ich konstrukcji mogą one pracować w systemie periodycznym, półciągłym lub ciągłym. Proces dezodoryzacji prowadzi się w temperaturze 200-260°C pod ciśnieniem 1-4 kPa, przy zastosowaniu przegrzanej pary bezpośredniej, pozbawionej powietrza, o temperaturze około 300°C i ciśnieniu 0,5–2x10^{5}Pa. Olej przed procesem odwaniania powinien być odpowietrzony, aby w bardzo wysokiej temperaturze nie następowało jego utlenianie. Bardzo ważnym zagadnieniem jest sposób wprowadzenia pary bezpośredniej do oleju, aby osiągnąć maksymalne rozwinięcie powierzchni zetknięcia się pary i tłuszczu.

Olej jest doprowadzony od góry kolumny i przelewa się z półki na półkę. Para prze-

Dezodoryzacja – końcowy proces rafinacji olejów jadalnych, nadający ostateczną jakość oleju rafinowanego.

Rys. 3.7. Schemat odwaniacza o działaniu ciągłym
1. wlot oleju, **2.** półka z dnem sitowym, **3.** rura przelotowa, **4.** przewód do odprowadzania oparów, **5.** wlot pary bezpośredniej, **6.** odpływ oleju odwonionego, **7.** wylot oparów.



grzana jest doprowadzona na każdą półkę i przechodzi do oleju przez otwory znajdujące się w dnie półek, dzięki czemu uzyskuje się maksymalną powierzchnię kontaktu pary z olejem. Opary są odprowadzane rurą na górze kolumny, zaś olej odwoniony spływa dołem kolumny.

Olej po odwonieniu charakteryzuje się brakiem smaku i zapachu oraz bardzo jasną barwą. Wskaźnikiem prawidłowej pracy odwaniacza są: liczba nadtlenkowa równa zeru i liczba kwasowa na poziomie 0,1 mg KOH/g. Olej po procesie odwaniania jest już całkowicie oczyszczony, czyli rafinowany, i w takiej postaci jest albo rozlewany i ekspediowany do sklepów, albo jest wykorzystywany do produkcji innych tłuszczów, np. margaryn.

3.4. Jakość oleju rzepakowego rafinowanego

W wyniku procesu rafinacji praktycznie pozbawia się olej rzepakowy szkodliwych dla zdrowia substancji: metali (żelazo, ołów, arsen, kadm, rtęć) oraz wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA), których wskaźnikiem jest benzo(a)piren (BaP). Fosfor, podobnie jak żelazo, ze względu na działanie prooksydacyjne został usunięty z oleju surowego i jego zawartość w oleju rafinowanym wynosi kilka mg/kg. Olej rafinowany, w porównaniu z olejem surowym, odznacza się niską zawartością wolnych kwasów tłuszczowych oraz nadtlenków, dzięki czemu może być przechowywany przez długi okres czasu bez niekorzystnych zmian jakościowych. Z ciemnego oleju surowego usunięto barwniki głównie chlorofilowe, czego wyrazem jest wskaźnik „barwa spektrofotometryczna" w tabeli 3.2. Olej rafinowany odznacza się jasną barwą, pełną klarownością oraz neutralnym smakiem i zapachem. Olej surowy i olej rafinowany zawierają cenne pod względem żywieniowo-zdrowotnym związki – tokoferole, sterole (Tab. 3.3.) czy karotenoidy. Olej rafinowany zawiera nieco mniej tych związków, ponieważ częściowo są one usuwane w procesie rafinacji.

fot. Ewa Myśliwiec

Tabela 3.2. Charakterystyka olejów surowych i rafinowanych

Wskaźniki jakościowe oleju	Surowy	Rafinowany
Stabilność oksydatywna, h	7,3 – 8,7	5,59
Liczba nadtlenkowa, milirównoważniki tlenu aktywnego/kg	1,80	0,48
Liczba anizydynowa	1,87	2,80
Wskaźnik Totox	5,47	3,77
Zawartość fosforu, mg/kg	384	5,87
Zawartość WKT, %	3,96	0,047
Barwniki ogółem, mg/kg	30 – 100	5 – 15
- karotenowe	3 – 9	0 -2
- chlorofilowe	30 – 60	2 – 13
Barwa spektrofotometryczna ogólna	1391	20,9
$A_{1cm}^{1:10}$ przy λ = 442 nm (karoteny)	1,104	0,0147
$A_{1cm}^{1:10}$ przy λ = 668 nm (chlorofile)	0,287	0,0061
Zawartość żelaza, mg/kg	1,10	0,662
Zawartość metali, mg/kg:		
ołów	<0,07	0,01
arsen	<0,05	0,01
kadm	<0,009	0,002
rtęć	<0,001	0,001
Zawartość tokoferoli, mg/kg	900	430,6
Zawartość steroli, mg/kg	8200	7160
Ocena sensoryczna, punkty 0 - 5	2,0	4,46
Zawartość benzo(a)pirenu, µg/kg	3,0	0,01

Źródło: Płatek, Węgrowski, Wegrzyn 2008

Tabela 3.3. Przykładowa zawartość tokoferoli i steroli w olejach rzepakowych

Olej rzepakowy	Tokoferole (mg/kg)	Sterole (mg/kg)
Surowy	500 - 1000	4800 - 10000
Rafinowany	200 - 500	4000 - 9000

Źródło: Ptasznik 2005

3.5. Podsumowanie

Olej rzepakowy był przez wiele lat olejem o dość niekorzystnych cechach sensorycznych, mianowicie ciemna barwa i nieprzyjemny smak i zapach. Ale dziś, dzięki nowym, korzystnym odmianom oraz nowym technologiom to już historia. Prawidłowo oczyszczony rafinowany olej rzepakowy jest bez smaku i zapachu oraz o bardzo jasnej, słomkowej barwie. Nie ustępuje pod tym względem innym olejom uważanym dotychczas za lepsze, jak np. oleje sojowy czy słonecznikowy.

fot. Printomato

4. Skład chemiczny oleju rzepakowego na tle innych olejów roślinnych

prof. dr hab. Jan Krzymański
Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin
Oddział w Poznaniu

ul. Strzeszyńska 36
60-649 Poznań
tel. 061 823 35 31
e-mail: krzym@nico.ihar.poznan.pl

Specjalista w zakresie:
- chemii i analizy chemicznej roślin oleistych,
- biochemii, genetyki i hodowli roślin oleistych,
- tworzenia roślin oleistych o uszlachetnionym składzie chemicznym.

Dorobek naukowy i badawczy:
Odkrycie cechy bardzo niskiej zawartości glukozynolanów u polskiej odmiany rzepaku jarego Bronowskiego dokonane w 1967 r. przez profesora Krzymańskiego okazało się punktem przełomowym w ulepszaniu jakości rzepaku. Odkrycie to zrewolucjonizowało hodowlę rzepaku na świecie i pozwoliło na wyhodowanie odmian podwójnie ulepszonych, pozbawionych kwasu erukowego i o bardzo niskiej zawartości glukozynolanów.
Profesor Krzymański zainicjował prace hodowlane nad rzepakiem podwójnie ulepszonym w Kanadzie (*canola*) i w Polsce, a następnie kierował ogólnopolskim zespołem badawczym, który wyhodował polskie odmiany rzepaku ozimego podwójnie ulepszonego, opracował technologię ich produkcji i wykorzystania, a otrzymane wyniki wdrożył do praktyki w latach 1985-1990.
Przeprowadzone przez profesora Krzymańskiego badania genetyczne, hodowlane oraz nad metodyką biochemicznej oceny cech jakościowych rzepaku, jak również badania z zakresu genetyki ilościowej i molekularnej tej rośliny, pozwoliły na stworzenie polskiej szkoły genetyki i hodowli roślin oleistych.
Profesor Krzymański jest autorem lub współautorem około 280 publikacji, współtwórcą 20 odmian rzepaku bezerukowego i podwójnie ulepszonego, 2 odmian maku wysokomorfinowego, 5 odmian maku bezmorfinowego i 1 odmiany gorczycy białej bezerukowej, promotorem 8 prac doktorskich, autorem 18 recenzji prac doktorskich, 13 prac habilitacyjnych, 8 ocen dorobku naukowego do uzyskania tytułu profesora.

Członkostwo w prestiżowych organizacjach naukowych:
- GCIRC – *Groupe Consultatif International de Recherche sur le Colza* (Międzynarodowa Grupa ds. Badań nad Rzepakiem), członek od 1980, członek zarządu 1980-2003, prezes 1985-1989, wiceprezes 1989-1993, organizator *7th International Rapeseed Congress* – Poznań 11-14.05.1987, członek honorowy od 2003,
- Eucarpia – *European Association for Research on Plant Breeding* (Europejskie Stowarzyszenie Hodowców Roślin), członek od 1975, członek zarządu 2001-2008,
- Związek Twórców Odmian Roślin Uprawnych – członek założyciel od 1989, członek zarządu od 1989, prezes 1999-2006, wiceprezes od 2006,
- Komitet Fizjologii, Genetyki i Hodowli Roślin PAN, członek od 1981, członek honorowy od 2004,

- Polskie Towarzystwo Genetyczne, członek od 1975,
- Krajowe Zrzeszenie Producentów Rzepaku – członek honorowy od 2004,
- Polskie Stowarzyszenie Producentów Oleju – członek honorowy od 2008,
- Redaktor naczelny czasopisma naukowego „Rośliny Oleiste – Oilseed Crops".

Odznaczenia i nagrody

- Krzyż Komandorski Orderu Odrodzenia Polski, 2001,
- Państwowa Nagroda Zespołowa II stopnia w dziedzinie techniki za „Wyhodowanie podwójnie ulepszonych odmian rzepaku ozimego", 1988,
- Medal GCIRC Międzynarodowej Grupy ds. Badań nad Rzepakiem *"from the GCIRC in acknowledgement of Prof. Dr Jan Krzymański exceptional contribution to rapeseed improvement"*, 2003,
- Nagroda Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi za „Wytworzenie i wdrożenie do uprawy nowych typów odmian rzepaku ozimego – mieszańców złożonych", 2003,
- Medal im. M. Oczapowskiego, 2005.

W Polsce obecnie uprawiane są wyłącznie odmiany rzepaku podwójnie ulepszonego (oznaczanego również jako „rzepak 00"). Odmiany te są pozbawione kwasu erukowego i mają obniżoną dziesięciokrotnie zawartość szkodliwych związków siarkowych zwanych glukozynolanami (tioglikozydy). Przy ich hodowli wykorzystano naturalną zmienność genetyczną bez uciekania się do korzystania z obcego DNA, a więc nie są to odmiany genetycznie zmodyfikowane (GMO).

Dzięki wyeliminowaniu na drodze hodowlanej niepożądanego kwasu erukowego, skład oleju rzepakowego uległ bardzo korzystnym i istotnym zmianom.

Nastąpiło znaczne zwiększenie zawartości kwasów oleinowego, linolowego i linolenowego. Wydatne obniżenie zawartości glukozynolanów w nasionach rzepaku spowodowało niższe zanieczyszczenie oleju produktami ich rozpadu. Nasiona rzepaku podwójnie ulepszonego są głównym krajowym surowcem do produkcji oleju jadalnego.

Podstawowym składnikiem oleju rzepakowego, około 99%, są estry glicerolu z kwasami tłuszczowymi. Są to triacyloglicerole zwane dawniej trójglicerydami. Własności oleju, w tym jego wartość żywieniowa, są determinowane głównie składem kwasów tłuszczowych w trójglicerydach. Dzięki wyeliminowaniu na drodze hodowlanej niepożądanego kwasu erukowego skład oleju rzepakowego uległ bardzo korzystnym i istotnym zmianom (Krzymański 1970, 2000).

4.1. Porównanie składu kwasów tłuszczowych oleju rzepakowego ze składem innych roślinnych olejów jadalnych

W tabeli 4.1. został porównany skład kwasów tłuszczowych produkowanego obecnie oleju rzepakowego, zwanego również uniwersalnym, z innymi jadalnymi olejami roślinnymi. Na rynku polskim olej rzepakowy konkuruje głównie z olejami: sojowym, słonecznikowym i oliwkowym, ale czasem pojawiają się bardziej egzotyczne oleje z importu oraz proponowane, jako tzw. zdrowa żywność oleje lniany i lniankowy. Przedstawione w tabeli dane są przeciętnymi składami ustalonymi głównie na postawie publikowanych i niepublikowanych badań własnych. Zostały jednak porównane i uzupełnione danymi z literatury (Dubois i in. 2007, Fernandez-Martinez i in. 1993, Hilditch i Williams 1964, Kunachowicz i in. 2005, Krzymański 2000, Krzymański i Kłoczowski 1967, NSA, Spasibionek i in. 2000, 2005).

Pokazane w tabeli 4.1. dane dotyczą głównie olejów z nasion, które można produkować w Polsce lub które są importowane przez przemysł tłuszczowy. Oleje z nasion krajowych w porównaniu do takich samych z importu mogą mieć nieco inny skład. Skład kwasów tłuszczowych jest kontrolowany głównie na drodze genetycznej, jednak pewien wpływ mają też warunki środowiska, w którym rosną rośliny. Znany jest od dawna wpływ szerokości geograficznej na stosunek kwasów jednonienasyconych do wielonienasyconych. Im dalej na północ leży plantacja, tym niższa zawartość kwasu oleinowego, a wyższa kwasów linolowego i linolenowego (Hilditch i Williams 1964, Krzymański 1960, Krzymański i Kłoczowski 1967).

Tabela 4.1. Porównanie przeciętnego składu głównych kwasów tłuszczowych w różnych olejach jadalnych (w % sumy kwasów tłuszczowych)

Olej	Zawartość kwasów tłuszczowych (%)					Stosunek omega-6 : omega-3
	Nasycone	Oleinowy	Linolowy (omega-6)	Linolenowy (omega-3)	Eikozenowy	
Lniany	10	23	16	51		0,31 : 1
Lniany niskolinolenowy	10	19	69	2		34,5 : 1
Lniankowy	6	18	17	38	17a	0,45 : 1
Rzepakowy podwójnie ulepszony	7	62	20	10	1	2 : 1
Rzepakowy wysokooleinowy	7	77	7	7	1	1 : 1
Z gorczycy białej	5	26	11	9	10b	1,2 : 1
Z gorczycy białej bezerukowej	7	65	13	12	2	1,1 : 1
Sojowy (importowany)	13	37	41	9		4,6 : 1
Sojowy (krajowy)	14	21	56	9		6,2 : 1
Oliwa z oliwek	15	75	9	1		9 : 1
Kukurydziany	13	27	59	1		59 : 1
Słonecznikowy (krajowy)	14	18	68	śl.		>136 : 1
Słonecznikowy wysokooleinowy	9	82	9	śl.		>18 : 1
Krokoszowy	13	7	80	śl.		>160 : 1
Makowy	9	19	72	śl.		>144 : 1
Z pestek winogron	12	23	65	śl.		>130 : 1
Sezamowy	13	45	42	śl.		>84 : 1
Arachidowy	19	51	30		śl	>60 : 1
Palmowy (z owoców)	50	40	10	0,3		>33,3 : 1
Palmowy z ziaren (pestek)	82c	16	3			>6:1

a – +4% kwasu erukowego
b – +39% kwasu erukowego
c – głównie laurynowy i mirystynowy

Źródło: prace IHAR

4.2. Niezbędne nienasycone kwasy tłuszczowe (NNKT)

Kwasy te są syntetyzowane tylko przez rośliny i muszą być dostarczane człowiekowi w pożywieniu. W oleju rzepakowym są to kwasy linolowy (omega-6) i linolenowy (omega-3, alfa-linolenowy). Olej rzepakowy jest bogaty pod tym względem, zawiera ich około 30%. Z punktu widzenia żywieniowego ważna jest nie tylko ich ilość, ale także ich proporcja.

Olej rzepakowy cechuje się idealnym z punktu widzenia potrzeb żywieniowych stosunkiem omega-6 do omega-3, tj. 2:1.

Należy zwrócić uwagę na bardzo korzystny stosunek kwasów omega-6 (n-6) do omega-3 (n-3), to jest linolowego do linolenowego (Tab. 4.1.). Stosunek ten wynosi około 2:1 i jest prawie idealny z punktu widzenia potrzeb żywieniowych (Dyerberg i in. 1975, Ackman 1990, De Lorgeril i in.1994, Ziemlański 2003, Kuchmanowicz i in. 2005, Gebauer i in. 2006, Hooper i in. 2006, Wathes i in. 2007). Pod tym względem olej rzepakowy góruje nad olejami słonecznikowym, sojowym, oliwkowym, krokoszowym, makowym, kukurydzianym, z nasion dyni, z nasion winogron, sezamowym i arachidowym, które zawierają nadmiar kwasu linolowego.

Wyższą zawartość kwasu linolenowego posiadają olej lniany i lniankowy, ale ten ostatni zawiera 4% kwasu erukowego i 17% eikozenowego.

Mówiąc o oleju lnianym należy zwrócić szczególną uwagę na to, czy nie jest to olej z odmian lnu niskolinolenowego (Linola). Olej taki zawiera tylko 2% kwasu linolenowego, a aż 69% kwasu linolowego. Stosunek omega-6 do omega-3 dla tego oleju jest wysoce niekorzystny, wynosi aż 35:1.

Kwasy linolowy i linolenowy, niesyntetyzowane w organizmie zwierzęcym i ludzkim, są prekursorami dwu ważnych rodzin długołańcuchowych wielonienasyconych kwasów tłuszczowych. Rodzina omega-6 (n-6) pochodzi od kwasu linolowego (LA), a jej przedstawicielami są kwasy arachidonowy (AA) i dihomo-gamma-linolenowy (DGLA), oraz rodzina omega-3 pochodząca od kwasu linolenowego (alfa-linolenowego ALA), a reprezentowana przez kwasy dokozaheksaenowy (DHA) i eikozapentaenowy (EPA). Wielonienasycone kwasy obu rodzin odgrywają ważną rolę w budowie błon komórkowych i wewnątrzkomórkowych organizmu ludzkiego. Kwasy rodziny omega-3 gromadzą się szczególnie w tkankach nerwowych i wpływają w sposób bardzo istotny na ich funkcjonowanie.

Kwasy EPA, DGLA i AA są prekursorami eikozanoidów określanych jako hormony tkankowe. Należą do nich prostaglandyny (PG), prostacykliny (PGI) i tromboksany (TX) określane

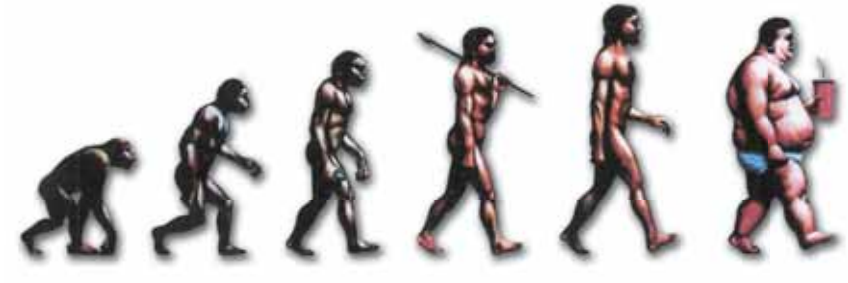
razem jako prostanoidy oraz leukotrieny (LT). Jest to grupa związków regulujących funkcje wielu tkanek i narządów (Jelinska 2007).

EPA współzawodniczy z AA w błonach komórkowych. W konsekwencji przy zwiększeniu dopływu EPA dochodzi do ograniczenia syntezy eikozanoidów, których prekursorem jest AA, a zwiększa się ilość pochodnych EPA. Pochodne EPA działają antyagregacyjnie, przeciwzapalnie, zmniejszają nadmierną kurczliwość naczyń krwionośnych, a więc pomagają w zapobieganiu zawałom i udarom mózgu. Prawdopodobnie przyczyniają się też do zahamowania karcinogenezy. W naszym pożywieniu mamy na ogół nadmiar kwasów omega-6 i dlatego spożywane tłuszcze muszą mieć odpowiednio zrównoważony stosunek kwasów linolowego i linolenowego. Nadmiar kwasów omega-6 może stymulować choroby serca. (Dyeyerberg i in. 1975, Gebauer i in. 2006, Whates i in. 2007).

Brak w pożywieniu niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych wywołuje również choroby skóry. Dawniej nie znając różnicy w działaniu kwasów linolowego i linolenowego starano się zastąpić nietrwały kwas linolenowy zwiększoną ilością kwasu linolowego, tym bardziej że obserwowano jego wpływ na obniżanie cholesterolu całkowitego we krwi. Nowsze badania wykazały jednak, że obniżenie to łączyło się głównie z obniżaniem korzystnego HDL, pomagającego w transporcie lipidów we krwi.

Rys. 4.1. Zmiany w proporcjach NNKT w czasie ewolucji

$\frac{\text{Omega-6}}{\text{Omega-3}} = 1$ $\qquad$ $\frac{\text{Omega-6}}{\text{Omega-3}} = 15 - 17$



Źródło ilustracji: The Economist, December 13th 2003

4.3. Kwas oleinowy – jednonienasycony kwas tłuszczowy

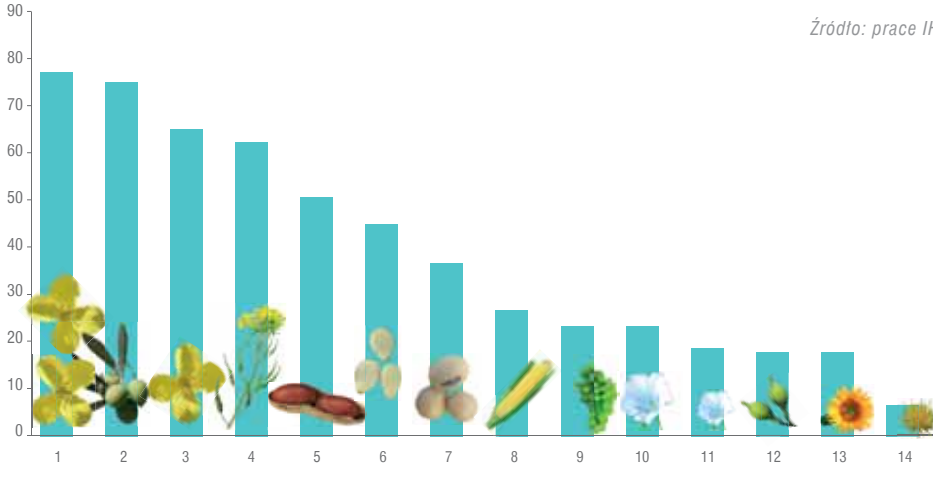
Zawarty w oleju rzepakowym kwas oleinowy obniża cholesterol.

Olej z rzepaku podwójnie ulepszonego zawiera aż 60% pożądanego kwasu oleinowego, który reguluje zawartość złego cholesterolu LDL we krwi oraz proporcje frakcji cholesterolu HDL (dobrego) do LDL. Ponadto wysoka zawartość tego kwasu decyduje o przydatności oleju rzepakowego jako oleju sałatkowego, do krótkiego smażenia, do produkcji margaryny, biopaliw (biodiesel) oraz smarów rozkładalnych biologicznie. Jedynie olej z oliwek zawiera około 10% więcej tego kwasu, lecz niestety zawiera tylko nieznaczne ilości kwasu linolenowego (Tab. 4.1.). Tak więc porównując oba oleje, można stwierdzić, **że olej rzepakowy lepiej odpowiada warunkom stawianym przez naukę o żywieniu człowieka, a olej z oliwek w najlepszym przypadku można traktować jako równorzędny.** Natomiast pod względem ekonomicznym olej rzepakowy jest znacznie tańszy od oliwy z oliwek. Dodatkowym atutem oleju rzepakowego jest to, że jest produkowany w kraju, z krajowego surowca, co daje gwarancję jego świeżości.

Rys. 4.2. Porównanie zawartości kwasu oleinowego w wybranych roślinnych olejach jadalnych

1. olej rzepakowy 00 wysokooleinowy, **2.** oliwa z oliwek, **3.** olej rzepakowy 00, **4.** olej z gorczycy białej bezerukowej, **5.** olej arachidowy, **6.** olej sezamowy, **7.** olej sojowy, **8.** olej kukurydziany, **9.** olej z pestek winogron, **10.** olej lniany, **11.** olej lniany niskolinolenowy, **12.** olej lniankowy, **13.** olej słonecznikowy, **14.** olej krokoszowy.

Źródło: prace IHAR



W przyszłości olej rzepakowy może dorównać olejowi z oliwek pod względem zawartości kwasu oleinowego, gdyż w opracowaniach hodowlanych znajdują się już ozime formy rzepaku o podobnej zawartości kwasu oleinowego (Krzymański 2000, Spasibionek i in. 2000, Spasibionek 2005). Przy czym olej ten cechuje się również jeszcze korzystniejszym stosunkiem kwasu linolenowego do linolowego, mianowicie jak 1:1. Spodziewany skład takiego oleju został przedstawiony również w tabeli 4.1. Oznaczono go jako rzepak wysokooleinowy. Tego typu olej będzie cechował się podwyższoną trwałością.

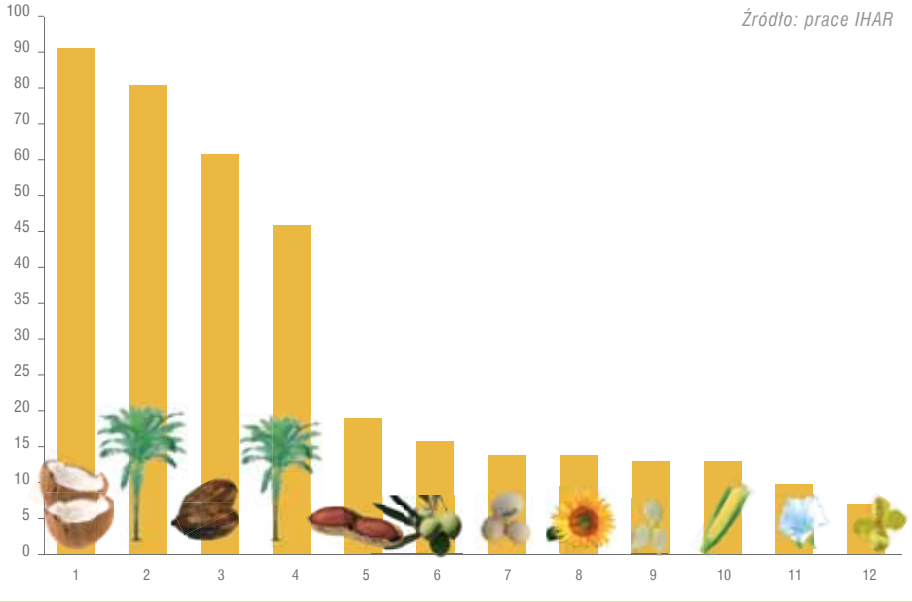
4.4. Zawartość nasyconych kwasów tłuszczowych

Olej rzepakowy zawiera najmniej spośród olejów roślinnych niekorzystnych z punktu widzenia żywieniowego nasyconych kwasów tłuszczowych (Rys. 4.3.). W porównaniu do oleju sojowego oraz oleju z oliwek (oliwy) współczesny olej rzepakowy zawiera dwukrotnie mniej szkodliwych nasyconych kwasów tłuszczowych.

Rys. 4.3. Porównanie zawartości nasyconych kwasów tłuszczowych w wybranych roślinnych olejach jadalnych

1. olej z orzechów kokosowych (kopry), **2.** olej z ziaren palmowych, **3.** masło kakaowe, **4.** olej palmowy (z owoców), **5.** olej arachidowy, **6.** oliwa z oliwek, **7.** olej sojowy, **8.** olej słonecznikowy, **9.** olej sezamowy, **10.** olej kukurydziany, **11.** olej lniany, **12.** olej rzepakowy 00.

Źródło: prace IHAR



4.5. Znaczenie substancji czynnych zawartych w oleju rzepakowym

Zawarte w surowym oleju rzepakowym **fosfolipidy** są usuwane prawie całkowicie w procesie rafinacji tak, że nie wpływają w sposób istotny na jego wartość spożywczą (Niewiadomski 1993). Natomiast po procesie rafinacji pozostają w oleju tak zwane **substancje niezmydlające się**. Ich zawartość waha się około 1%. Jest to niedużo, ale należy uwzględnić ich działanie biologiczne i ochronne. W skład substancji niezmydlających się wchodzą: sterole roślinne i ich estry (Rudzinska i in. 2003), tokoferole (Nogala-Kałucka 2005), karoteny (Strobel i in. 2005), woski, związki polifenolowe (Siger i in.2005, Kania i in. 2005).

Sterole roślinne nazywane też fitosterolami konkurując z cholesterolem mogą wspomagać działanie obniżające poziom cholesterolu we krwi. Sumaryczna zawartość fitosteroli w oleju rzepakowym wynosi około 12 mg/g oleju. Głównym fitosterolem rzepaku jest β-sitosterol (około 5,5 mg/g), następnymi są kampesterol (około 4 mg/g) i brassicasterol (około 1,5 mg/g). Poza tym w małych ilościach występują awenasterol, stigmasterol, a nawet w śladowej ilości, około 0,15 mg/g, cholesterol (Rudzinska 2003).

Występujące w oleju rzepakowym tokochromanole są reprezentowane głównie przez **tokoferole.** Ich sumaryczna zawartość wynosi około 800 mg/kg i obejmuje γ-tokoferol, α-tokoferol, δ-tokoferol i β-tokoferol. Dwa ostatnie występują w minimalnych ilościach natomiast γ-tokoferolu jest około 10% więcej niż α-tokoferolu (Nogala-Kałucka i in. 2005). Wszystkie tokoferole mają zdolność wychwytywania wolnych rodników i ochrony oleju przed utlenianiem. Ważniejszą ich rolą biologiczną jest to, że posiadają aktywność witaminy E. Największą aktywność pod tym względem posiada α-tokoferol. Aktywność γ-tokoferolu jako witaminy E jest dziesięciokrotnie niższa.

Główną substancją typu **polifenoli** występującą w nasionach rzepaku jest **sinapina.** W czasie otrzymywania oleju przechodzi do niego część związków polifenolowych. Ilość ta w surowym oleju rzepakowym wynosi około 1,3 mg/g. Po rafinacji pozostaje tylko 0,8 mg/g. Związki polifenolowe posiadają zdolność wychwytywania wolnych rodników i pod tym względem współdziałają z tokoferolami zapobiegając utlenianiu i psuciu się oleju (Siger i in. 2005).

Olej rzepakowy zawiera bardzo dużo cennych dla zdrowia przeciwutleniaczy, np. witaminę E.

Olej rzepakowy, z uprawianych obecnie wyłącznie odmian podwójnie ulepszonych, może

być używany jako olej sałatkowy i jako płynna część osnowy tłuszczowej margaryny. Nadaje się również do jednokrotnego smażenia, dzięki umiarkowanej zawartości kwasów wielonienasyconych i naturalnej zawartości substancji antyutleniających (tokoferole i związki polifenolowe) (Nogala-Kałucka i in. 2005, Siger i in. 2005).

Proces otrzymywania oleju rzepakowego w olejarni odbywa się dwustopniowo. W pierwszym etapie następuje wytłaczanie, a następnie resztę oleju wydobywa się na drodze ekstrakcji rozpuszczalnikami organicznymi. Olej pochodzący z tłoczenia jest lepszy jakościowo, zawiera mniej zanieczyszczeń i może być rafinowany w łagodniejszych warunkach. Olej ten jest szczególnie godny polecenia. W sprzedaży jest on oznaczany jako „**olej z pierwszego tłoczenia**".

4.6. Podsumowanie

Olej z uprawianych obecnie podwójnie ulepszonych odmian rzepaku cechuje się:

- wysoką zawartością kwasu oleinowego regulującego poziom cholesterolu we krwi,
- optymalną zawartością kwasu linolenowego należącego do kwasów grupy omega-3, tj. najcenniejszych kwasów tłuszczowych w diecie człowieka,
- pożądanym stosunkiem kwasów omega-3 do omega-6,
- najniższą zawartością niepożądanych ze względów dietetycznych nasyconych kwasów tłuszczowych,
- olej rzepakowy, podobnie jak wszytkie inne oleje roślinne, praktycznie nie zawiera izomerów trans ani cholesterolu.

Skład oleju rzepakowego spełnia prawie idealnie warunki stawiane obecnie tłuszczom jadalnym przez naukę o żywieniu człowieka (De Lorgeril i in. 1994, Ackman 1990, Ziemlański 2003. Wathes i in. 2007, Szostak 2008).

fot. istockphoto.com/ SophiaWinters

5. Walory zdrowotne oleju rzepakowego w profilaktyce chorób układu krążenia i innych chorób

prof. dr hab. Wiktor B. Szostak

Instytut Żywności i Żywienia w Warszawie

ul. Powsińska 61/63
02-903 Warszawa
tel. 022 842 49 47
e-mail: wbszostak@wp.pl

Specjalista w zakresie:
- żywienia człowieka zdrowego i chorego,
- profilaktyki kardiologicznej,
- lipidologii,
- chorób wewnętrznych.

Autor ponad 500 publikacji, w tym 145 prac oryginalnych, 11 książek oraz publikacji poglądowych i dydaktycznych.
Promotor 8 prac doktorskich.

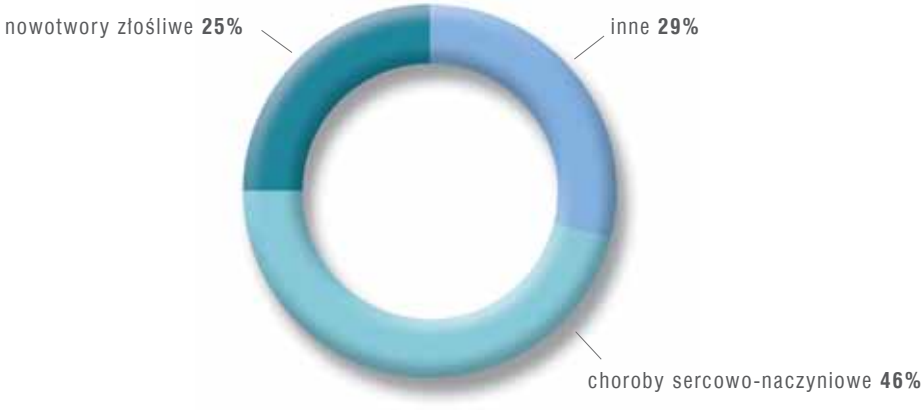
Członkostwo w prestiżowych organizacjach naukowych:
- Towarzystwo Internistów Polskich – członek honorowy,
- Komisja Żywienia i Żywności (od 1975) – przewodniczący,
- Polskie Towarzystwo Kardiologiczne – członek,
- Polskie Towarzystwo Nauk Żywieniowych – członek,
- Polskie Towarzystwo Otyłości i Przemiany Materii (prezes 1995-2002),
- Polskie Towarzystwo Badań nad Miażdżycą – członek honorowy,
- Europejska Akademia Nauk Żywieniowych – członek 1976-1996,
- Polskie Towarzystwo Badania Otyłości – członek,
- Komitet Żywienia Człowieka PAN 1972-2002 – członek,
- Państwowa Komisja Ochrony Środowiska 1981-1984 – członek,
- Rada Gospodarki Żywnościowej 1983-1986 – członek,
- Rada Naukowa przy Ministrze Zdrowia 1985-1989 – członek,
- członek Doradczego Panelu Ekspertów ds. Żywienia Światowej Organizacji Zdrowia 1990-2000,
- *The New York Academy of Sciences* – członek,
- *Polish Association for Prevention and Treatment of Obesity, Thyroid Diseases and Related Metabolic Disorders* – członek honorowy.

Przewlekłe choroby niezakaźne, do których zalicza się głównie choroby sercowo-naczyniowe, nowotwory złośliwe, otyłość i cukrzycę, są obecnie największym problemem zdrowotnym w krajach rozwiniętych. Jest to największa epidemia naszych czasów, wymienione choroby bowiem dotyczą większości ludzi. Są one w znacznym stopniu spowodowane wadliwym żywieniem.

fot. SXC/Sebadanon ,SXC/lockstockb

W 2005 roku choroby sercowo-naczyniowe były przyczyną 46% wszystkich zgonów w Polsce, a nowotwory złośliwe dalszych 25%. Na wszystkie inne przyczyny przypadało tylko 29% (Rys. 5.1.).

Rys. 5.1. Przyczyny zgonów w Polsce w 2005 roku



5.1. Występowanie chorób sercowo-naczyniowych w Polsce

Największym problemem zdrowotnym Polski są choroby sercowo-naczyniowe. W 2006 roku na te choroby zmarło w naszym kraju 79 150 mężczyzn i 89 000 kobiet. Co trzeci zgon mężczyzn i co dziesiąty zgon kobiet dotyczył osób poniżej 64. roku życia, czyli w okresie

zdolności do pracy zawodowej. Ten ubytek sił wytwórczych stanowi bardzo duży problem ekonomiczny, nie mówiąc już o kosztach związanych z nieskutecznym ratowaniem życia.

Poza umieralnością choroby sercowo-naczyniowe są główną przyczyną hospitalizacji.

fot. SXC/Ilco ,SXC/Asterisc21

Zgodnie z raportem Narodowego Funduszu Zdrowia w 2004 roku z powodu chorób sercowo-naczyniowych przyjęto do szpitali w Polsce 987 258 osób, co stanowiło 44% wszystkich hospitalizacji. Połowa z tej liczby osób została hospitalizowana z powodu choroby niedokrwiennej serca (ChNS, choroba wieńcowa). Choroba ta jest szczególnie częsta w naszym kraju. Jak szacuje Instytut Kardiologii w Warszawie, liczba zawałów serca w Polsce wynosi około 160 tys. rocznie.

Inną grupą chorób sercowo-naczyniowych o szczególnie groźnych następstwach są udary mózgu. Z tej przyczyny przyjęto do szpitali 78 559 osób, co stanowiło około 8% hospitalizacji z powodu chorób sercowo-naczyniowych. Należy mieć świadomość, że większość z osób, które przeżyją tę chorobę, pozostanie inwalidami.

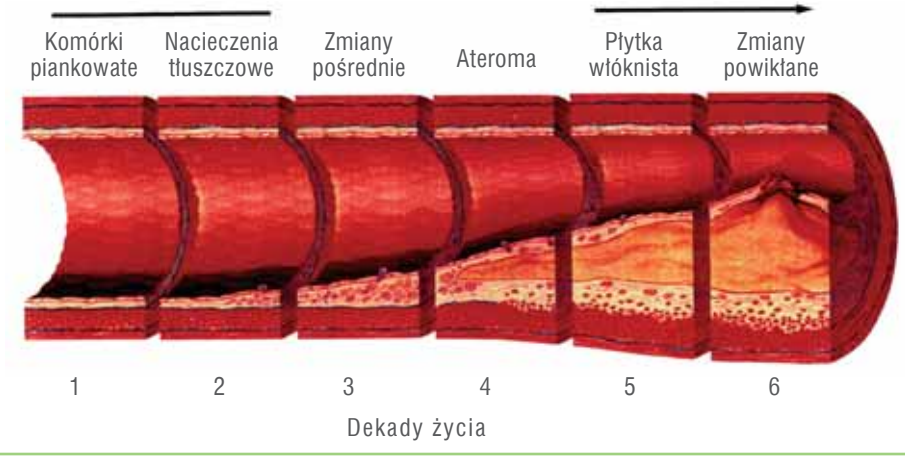
5.1.1. Miażdżyca – główna przyczyna chorób sercowo-naczyniowych

Przyczyną chorób sercowo-naczyniowych jest głównie miażdżyca. Rozwija się ona w wyniku przenikania złego cholesterolu (cholesterol LDL) z krwi do ścian tętnic, które z tego powodu ulegają pogrubieniu z następowym zwężeniem przekroju tętnicy i utrudnieniem przepływu krwi. Im więcej jest złego cholesterolu w surowicy, tym większe jest jego przenikanie do ścian tętnic. Nadciśnienie tętnicze i palenie papierosów osłabia odporność tętnic na przenikanie do ich ścian złego cholesterolu. Dlatego wysoki poziom złego cholesterolu w surowicy, nadciśnienie tętnicze i palenie tytoniu uznane zostały za główne czynniki ryzyka rozwoju miażdżycy. Uważa się, że są one przyczyną około 80% zawałów serca. **Wadliwe żywienie jest ważną przyczyną wysokich poziomów złego cholesterolu i ciśnienia tętniczego.**

Cholesterol w organizmie ludzkim pochodzi częściowo z pożywienia, a częściowo jest syntetyzowany endogennie. Natomiast w surowicy krwi występuje związany w lipoproteinach w dwóch postaciach, jako cholesterol LDL i HDL. Ten pierwszy, nazywany złym, powstaje w wątrobie. Krew transportuje go do tkanek, gdzie służy do syntezy błon komórkowych, a w nadnerczach i gruczołach płciowych także do syntezy hormonów. Jednakże przy dużym stężeniu cholesterolu LDL w surowicy jego nadmiar osadza się w ścianach tętnic, gdzie po utlenieniu wywołuje odczyn zapalny i rozwój miażdżycy. Dlatego nazywany jest złym cholesterolem. Organizm broni się przed rozwojem miażdżycy. Wątroba wydziela do krwi specyficzne białko zwane lipoproteiną HDL, które wychwytuje cholesterol ze ścian tętnic i transportuje go z powrotem do wątroby, która wydziela go do żółci. Poziom cholesterolu HDL jest więc wyrazem obrony organizmu przed miażdżycą i dlatego ten cholesterol nazywany jest dobrym. Ludzie, którzy cechują się dużym stężeniem w surowicy dobrego cholesterolu, a małym stężeniem złego, są względnie odporni na rozwój miażdżycy. Dlatego też często w wynikach badań laboratoryjnych podaje się nie tylko stężenie cholesterolu LDL i HDL, ale także proporcje stężeń obydwu frakcji cholesterolu.

Stężenie złego cholesterolu w surowicy u zdrowego człowieka nie powinno przekraczać 3 mmol/l (115 mg/dl). Stężenie dobrego cholesterolu natomiast u mężczyzn powinno być większe niż 1 mmol/l (40 mg/dl), a u kobiet większe niż 1,2 mmol/l (45 mg/dl). Proporcja stężeń LDL do HDL powinna być mniejsza niż 3 do 1. Natomiast stężenie cholesterolu całkowitego u obydwojga płci powinno być mniejsze niż 5 mmol/l (190 mg/dl).

Rys. 5.2. Rozwój miażdżycy w ciągu życia (wg Rossa w modyfikacji własnej)



Stopniowy rozwój miażdżycy w ciągu całego prawie życia człowieka przedstawiony jest na rysunku 5.2. W pierwszej dekadzie życia w ścianie tętnicy cholesterol nie gromadzi się. Tętnica jest szeroka i swobodnie przepuszcza strumień krwi. Jednakże już w drugiej dekadzie zaczyna się dyskretne gromadzenie cholesterolu pod śródbłonkiem wyścielającym wnętrze tętnicy. Ściana tętnicy ulega dyskretnemu pogrubieniu. Proces ten nasila się w następnych dekadach życia, wywołując powstanie tzw. płytek miażdżycowych, czyli złogów cholesterolu otoczonych tkanką łączną, oraz powodując postępujące zwężenie światła tętnicy i osłabienie śródbłonka tętnic. Dopiero w szóstej dekadzie, a czasem wcześniej, może dojść do pęknięcia śródbłonka. Wtedy w bardzo krótkim czasie powstaje skrzep krwi zatykający światło tętnicy. Przepływ krwi ustaje, a tkanki zaopatrywane w krew przez chorą tętnicę ulegają martwicy. Powstaje zawał serca lub udar mózgu. Może to się wydarzyć także w innych narządach ciała, chociaż bywa rzadziej.

Nie zawsze dochodzi do pęknięcia śródbłonka tętnic, ale duże zwężenie światła tętnicy powoduje niedokrwienie tkanek z upośledzonym dopływem tlenu. Niedotlenienie mięśni, np. mięśnia serca lub kończyn dolnych, objawia się bólem, głównie po wysiłku fizycznym. Jest to typowy objaw choroby niedokrwiennej serca lub miażdżycy zarostowej tętnic kończyn dolnych (tzw. choroba Bürgera). Stopniowy rozwój miażdżycy tętnic mózgowych powoduje otępienie starcze.

Wczesny, a dyskretny początek rozwoju miażdżycy wskazuje na potrzebę wczesnego wdrażania profilaktyki tej choroby, gdy ściana tętnicy nie jest jeszcze przerośnięta tkanką łączną. Odpowiednio zastosowane metody profilaktyki mogą spowolnić lub zahamować rozwój miażdżycy, a nawet spowodować częściowe cofnięcie się złogów cholesterolu ze ściany tętnic. Jest to w szczególności możliwe w drugiej dekadzie życia. Jednak profilaktyka zastosowana w wieku średnim jest także skuteczna, doprowadza bowiem do stabilizacji płytek miażdżycowych. Stabilne płytki są względnie odporne na pęknięcie, a ryzyko zawału jest przez to mniejsze.

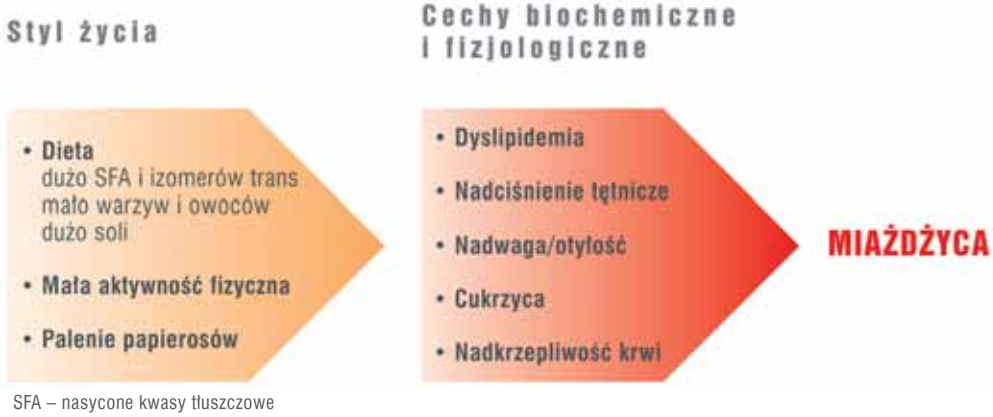
fot. SXC/CMSeter, SXC/Woodsy

Profilaktyka miażdżycy polega przede wszystkim na zwalczaniu czynników ryzyka tej choroby, czyli na obniżaniu stężenia złego cholesterolu, obniżania poziomu ciśnienia tętniczego i rezygnacji z palenia tytoniu. Ważne jest także uprawianie ćwiczeń fizycznych i umiar w spożyciu alkoholu.

5.1.2. Przyczyny miażdżycy

Miażdżyca jest głównie problemem zdrowotnym krajów rozwiniętych, w których wysokie dochody ludności umożliwiają uprawianie stylu życia odpowiadającego upodobaniom, ale często szkodliwego dla zdrowia. Ideę tę przedstawiono na rysunku 5.3.

Rys. 5.3. Sekwencja czynników ryzyka miażdżycy



SFA – nasycone kwasy tłuszczowe

Dieta o dużej zawartości nasyconych kwasów tłuszczowych, izomerów trans nienasyconych kwasów tłuszczowych, z małą zawartością warzyw i owoców oraz z dużym dodatkiem soli jest najważniejszą cechą stylu życia, która sprzyja rozwojowi miażdżycy. Szkodliwe cechy tej diety nasila mała aktywność fizyczna. Natomiast palenie tytoniu powoduje uszkodzenie śródbłonka tętnic, przez co staje się on przepuszczalny dla złego cholesterolu. Im większe jest nasilenie tych cech, a w szczególności ich współwystępowanie u tej samej osoby, tym większa jest groźba rozwoju miażdżycy. Wymienione cechy stylu życia indukują występowanie w organizmie nieprawidłowości biochemicznych i fizjologicznych. Należy do nich dyslipidemia (podwyższone stężenie złego cholesterolu i triglicerydów oraz obniżone stężenie dobrego cholesterolu), nadciśnienie tętnicze, nadwaga ciała lub otyłość, cukrzyca i nadkrzepliwość

krwi. Wymienione zaburzenia odgrywają ważną rolę w mechanizmach rozwoju miażdżycy. Bezpośrednie zwalczanie tych nieprawidłowości należy do zasad zapobiegania miażdżycy, jednakże podstawą profilaktyki omawianej choroby jest zawsze unormowanie stylu życia, z położeniem szczególnego nacisku na unormowanie sposobu żywienia. Leczenie chorób metabolicznych wymienionych w grupie cech biochemicznych i fizjologicznych należy traktować, jako uzupełnienie normalizacji stylu życia.

5.1.3. Wadliwe żywienie jako przyczyna dyslipidemii

Nasycone kwasy tłuszczowe podnoszą stężenie złego cholesterolu w surowicy. To samo czynią izomery trans nienasyconych kwasów tłuszczowych, które dodatkowo obniżają stężenie dobrego cholesterolu. Nasycone kwasy tłuszczowe występują głównie w tłuszczu mlecznym, wieprzowym, natomiast izomery trans mogą występować w margarynach twardych, tłuszczach piekarniczych i tłuszczu zawartym w wyrobach czekoladowych. Nasycone kwasy tłuszczowe zwiększają także krzepliwość krwi, zwiększając ryzyko powikłań miażdżycy. Nasycone kwasy tłuszczowe występujące w tłuszczu wieprzowym są nieco mniej szkodliwe niż kwasy z tłuszczu mlecznego. Jednakże szerzone czasem poglądy o nieszkodliwości tłuszczu wieprzowego są błędne, bowiem ponad połowa nasyconych kwasów tłuszczowych z tego tłuszczu należy do czynników miażdżycotwórczych.

Oleje roślinne natomiast zawierają nienasycone kwasy tłuszczowe, które obniżają stężenie złego cholesterolu. Olej rzepakowy i oliwa z oliwek zawierają głównie jednonienasycone kwasy tłuszczowe, które są dość odporne na utlenianie pod wpływem wysokich temperatur. Dlatego te oleje nadają się dobrze do stosowania zarówno na zimno (np. do sałatek), jak i na gorąco (np. do smażenia).

Tłuszcz raz użyty do smażenia nie powinien być użyty ponownie. Należy go wyrzucić.

Wielonienasycone kwasy tłuszczowe występują obficie w oleju słonecznikowym, kukurydzianym, sojowym, krokoszowym, sezamowym i z pestek winogron. Te oleje zawierają bardzo dużo kwasu linolowego, należącego do rodziny omega-6. Ten kwas łatwo utlenia się pod wpływem wysokich temperatur i dlatego wymienione oleje lepiej spożywać tylko na zimno.

Skład najczęściej spożywanych w Polsce tłuszczów podany jest przez Jana Krzymańskiego w rozdziale 4 pt. „Skład chemiczny oleju rzepakowego na tle innych olejów roślinnych". Zwraca uwagę mała zawartość kwasów omega-6, a duża jednonienasyconych w oleju rzepakowym podwójnie ulepszonym. Taki skład czyni ten olej względnie stabilnym przy działaniu wysokiej

temperatury. Nadaje się on do stosowania zarówno na zimno, jak i do termicznej obróbki żywności. Olej rzepakowy podwójnie ulepszony zawiera ponadto 10% kwasu linolenowego, należącego do rodziny PUFA omega-3. Ten kwas tłuszczowy ma silnie wyrażone właściwości przeciwmiażdżycowe.

Szczególne właściwości zdrowotne mają wielonienasycone kwasy tłuszczowe omega-3 zawarte w tłustych rybach morskich (EPA i DHA). Zmniejszają one krzepliwość krwi i obniżają poziom triglicerydów. Wywierają więc działanie przeciwmiażdżycowe. Dotyczy to także tych kwasów spożywanych w kapsułkach.

Smarownie pieczywa cienką warstwą miękkiej margaryny i zamiana tłuszczu wieprzowego na olej rzepakowy w obróbce kulinarnej służy profilaktyce miażdżycy.

Spożycie tłuszczów zwierzęcych jest w Polsce większe, niż przewidują normy żywienia. Przyczynia się do tego smarowanie pieczywa masłem i stosowanie tłuszczów wieprzowych do przyrządzania posiłków.

Dużo nasyconych kwasów tłuszczowych spożywamy także z tłustym mięsem i tłustymi wędlinami. W wyrobach wędliniarskich tłuszcz często występuje w postaci niewidocznej, np. w parówkach, kiszkach pasztetowych itp. Powinny to mieć na uwadze szczególnie osoby z wysokim stężeniem złego cholesterolu w surowicy.

Dużo nasyconych kwasów tłuszczowych występuje w żółtych serach i pełnotłustym mleku. Mleko jest bardzo ważnym produktem spożywczym i musi być spożywane codziennie. Dobrze jest więc wybierać mleko i sery o zmniejszonej zawartości tłuszczu.

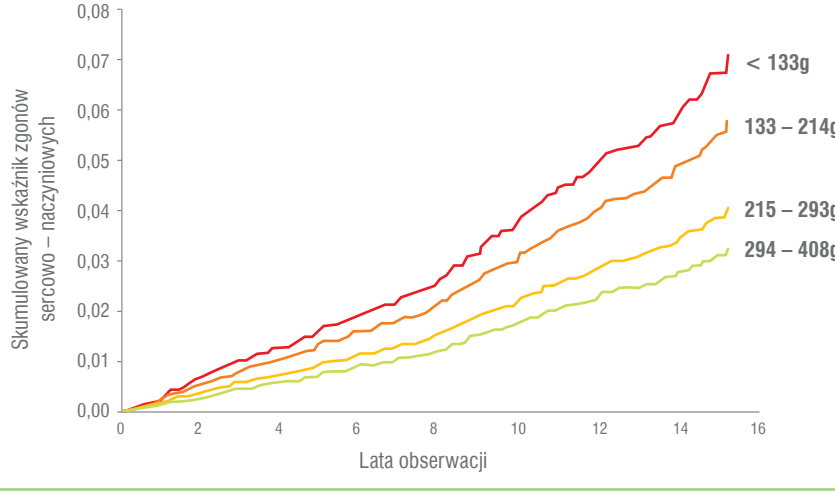
fot. SXC/Coolza ,SXC/katagaci

Bardzo ważne w profilaktyce miażdżycy jest duże spożycie warzyw i owoców, co najmniej 400 g dziennie. Naturalne przeciwutleniacze występujące w tych produktach, tj. flawonoidy i witaminy, zmniejszają szkodliwe działanie złego cholesterolu i hamują rozwój miażdżycy. Na rysunku 5.4. przedstawiono za badaczami fińskimi umieralność na choroby sercowo-naczyniowe u mężczyzn w zależności od spożycia owoców i warzyw. Zwraca uwagę malejąca

umieralność w miarę zwiększania spożycia wymienionych produktów żywnościowych. Dlatego małe spożycie warzyw i owoców uznaje się za czynnik ryzyka miażdżycy.

fot. SXC/MRSfe, SXC/essie82

Rys. 5.4. Liczba zgonów z przyczyn sercowo-naczyniowych w zależności od spożycia warzyw i owoców (wg Rissanen w modyfikacji własnej)



5.1.4. Otyłość, cukrzyca i nadciśnienie tętnicze jako czynniki ryzyka miażdżycy

Czynnikami ryzyka miażdżycy o wielkim znaczeniu jest także otyłość, cukrzyca i nadciśnienie tętnicze. Występują one z dużą częstotliwością w populacji polskiej. Często występują w skojarze-

Światowa Organizacja Zdrowia w raporcie z 2003 roku zaliczyła kwasy omega-3, zarówno alfa-linolenowy, jak i EPA i DHA do składników żywności zmniejszających ryzyko chorób sercowo-naczyniowych.

Kwasy tłuszczowe omega-3 zmniejszają ryzyko cukrzycy.

niu u tej samej osoby, tworząc tzw. zespół metaboliczny. Ich zależność od sposobu żywienia jest bardzo dobrze udokumentowana. Światowa Organizacja Zdrowia w raporcie z 2003 roku zaliczyła kwasy tłuszczowe omega-3, występujące m.in. w oleju rzepakowym, do składników żywności zmniejszających ryzyko cukrzycy, natomiast nasycone kwasy tłuszczowe do czynników zwiększających to ryzyko.

5.2. Zależność nowotworów złośliwych od żywienia

Wadliwe żywienie jest uważane za jedną z przyczyn nowotworów złośliwych, których występowanie stopniowo zwiększa się. Zakres wiedzy na ten temat jest ograniczony.

Na podstawie analiz przeprowadzonych przez Instytut Żywności i Żywienia w Warszawie ustalono, że do żywieniowych czynników ryzyka nowotworów należą w szczególności: nadmiar tłuszczów zwierzęcych (jelito grube, gruczoł piersiowy, trzustka), alkoholu (jama ustna, gardło, krtań, przełyk, wątroba, gruczoł piersiowy), mięsa czerwonego (jelito grube), soli i solonych produktów (żołądek). Czynnikami zmniejszającymi ryzyko rozwoju raka są: nienasycone kwasy tłuszczowe omega-3, owoce i warzywa (jama ustna, przełyk, żołądek, jelito grube).

Kwasy tłuszczowe omega-3 zmniejszają ryzyko nowotworów złośliwych.

Zależność nowotworów od żywienia jest przedmiotem ciągłych badań, a siła dowodów naukowych na tę zależność jest dopiero ustalana. Światowa Organizacja Zdrowia w raporcie z 2003 roku zaliczyła kwasy tłuszczowe omega-3, występujące m.in. w oleju rzepakowym, do czynników zmniejszających ryzyko nowotworów złośliwych. Wpływ kwasów tłuszczowych na procesy nowotworowe jest dokładniej omówiony w publikacji M. Jelińskiej.

5.3. Jak rozwijała się wiedza o roli różnych tłuszczów w zapobieganiu chorobom sercowo-naczyniowym

Zainteresowanie rolą żywienia w rozwoju miażdżycy datuje się od wczesnych lat XX wieku, kiedy to Ignatowskiemu w 1908 r. udało się wywołać zmiany miażdżycowe u królików przez karmienie ich mlekiem i żółtkiem jaja kurzego, a Aniczkowowi i Chałatowowi w 1912 r. przez podawanie tym zwierzętom czystego cholesterolu rozpuszczonego w oleju słoneczniko-

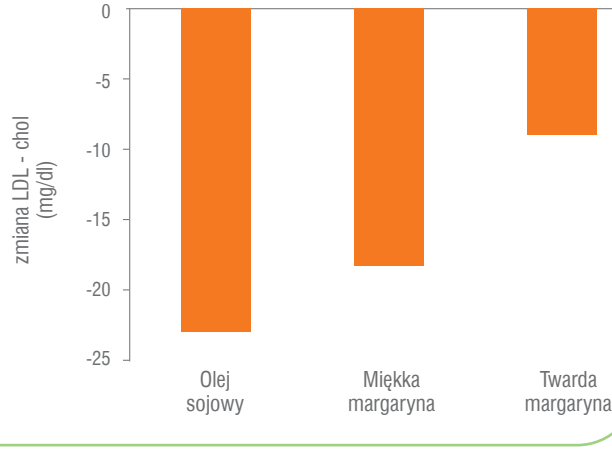
wym. Na rolę żywienia w chorobach sercowo-naczyniowych u ludzi po raz pierwszy wskazał de Langen, który w 1916 r. donosił o znacznie niższych stężeniach cholesterolu w surowicy u Jawajczyków niż u Holendrów i wiązał to z różnicami w sposobie żywienia.

W 1952 roku Kinsell i wsp. donosili, że u ludzi wprowadzenie do diety pozbawionej węglowodanów dużej ilości tłuszczów roślinnych powoduje znaczny spadek stężenia cholesterolu. W tej samej pracy autorzy wykazali także redukcję cholesterolu po zamianie tłuszczów zwierzęcych na tłuszcze roślinne w diecie. Keys i wsp. w 1957 roku ogłosili formułę matematyczną, na podstawie której można było przewidywać wzrost stężenia cholesterolu w surowicy po zmianie proporcji nasyconych i wielonienasyconych kwasów tłuszczowych w diecie. Wzrost poziomu cholesterolu zależał od nasyconych kwasów tłuszczowych, natomiast dodatkowa obecność wielonienasyconych kwasów tłuszczowych zmniejszała ten efekt. Późniejsze liczne badania nie pozostawiły wątpliwości co do tego, że nasycone kwasy tłuszczowe podnoszą stężenie cholesterolu, a wielonienasycone obniżają. Jednonienasycone kwasy tłuszczowe również działają hipolipemicznie.

Poziom cholesterolu w surowicy zwiększa także cholesterol pokarmowy, chociaż zależność ta jest słabo wyrażona.

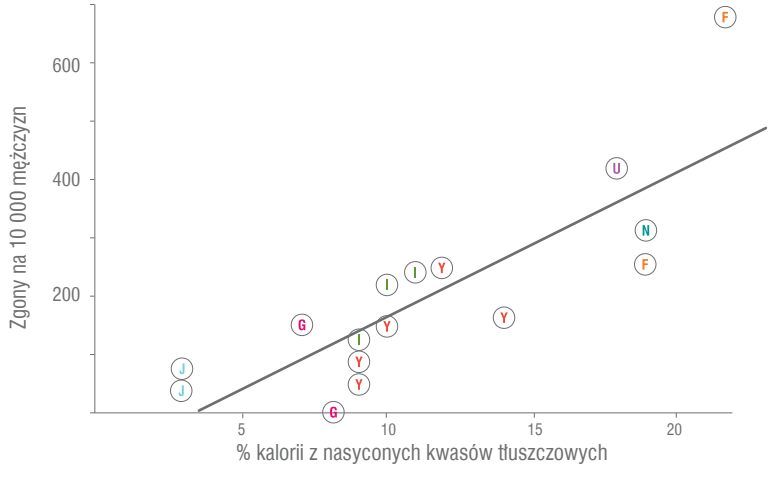
Rozwijająca się stopniowo w XX wieku pandemia chorób sercowo-naczyniowych wywołanych miażdżycą spowodowała szybki wzrost liczby prac doświadczalnych, klinicznych i epidemiologicznych wskazujących na związki przyczynowo-skutkowe żywienia i rozwoju miażdżycy. Dowiedziono, że duże spożycie tłuszczów zwierzęcych zawierających jak wiadomo nasycone kwasy tłuszczowe, powoduje zwiększenie stężenia złego cholesterolu (LDL-chol) i stosunku LDL-chol/HDL-chol. **Natomiast zastąpienie tłuszczów zwierzęcych tłuszczami roślinnymi w diecie powoduje spadek stężenia LDL-chol** (Rys. 5.5.).

Rys. 5.5. Spadek stężenia cholesterolu LDL po zamianie masła w diecie na olej sojowy, lub miękką margarynę, lub twardą margarynę (wg A.H. Lichtenstein i wsp. w modyfikacji własnej)



W toku dalszych prac zwrócono uwagę, że oleje o dużej zawartości wielonienasyconych kwasów tłuszczowych omega-6 (słonecznikowy, kukurydziany i inne) obniżają nie tylko LDL-chol, lecz także HDL-chol, chociaż ten ostatni w mniejszym stopniu niż pierwszy. Natomiast oleje obfitujące w jednonienasycone kwasy tłuszczowe (rzepakowy i oliwkowy) nie zmniejszają stężenia cholesterolu HDL, wywierając wpływ obniżający na LDL-chol.

Rys. 5.6. Zależność zgonów na chorobę niedokrwienną serca od zawartości nasyconych kwasów tłuszczowych w diecie w 16 populacjach męskich, badania Seven Countries Study (wg A. Keys i wsp.)



Znaczenie symboli:
F – Finlandia, **G** – Grecja, **I** – Włochy, **J** – Japonia, **N** – Holandia, **U** – USA, **Y** – Jugosławia.

Kapitalne znaczenie dla rozwoju poglądów o roli żywienia w profilaktyce miażdżycy miało Badanie Siedmiu Krajów, obejmujące populacje męskie z Japonii, Grecji, Włoch, Jugosławii, Finlandii, Holandii i USA. Badanie to jednoznacznie wykazało, że stężenie cholesterolu w surowicy i zgony na chorobę niedokrwienną serca korelują ściśle z ilością spożywanych nasyconych kwasów tłuszczowych (Rys. 5.6.). Korelacja ze spożyciem cholesterolu była znacznie mniejsza. Natomiast ilość jednonienasyconych kwasów tłuszczowych w diecie nie wywierała niekorzystnego wpływu na omawiane wskaźniki zdrowia. Bardzo duże spożycie jednonienasyconych kwasów tłuszczowych na Krecie (29% kalorii) kojarzyło się z małą umieralnością na ChNS. Wskazywało to dobitnie na pożądane zmiany w spożyciu tłuszczów w krajach o dużej umieralności na choroby powodowane miażdżycą. Preferencje dla olejów o dużej zawartości jednonienasyconych kwasów tłuszczowych nasuwały się same.

Tabela 5.1. Współczynniki korelacji liniowej między spożyciem wybranych produktów żywnościowych a umieralnością na chorobę niedokrwienną serca w ciągu 25 lat w Badaniu Siedmiu Krajów

Korelacje dodatnie		Korelacje ujemne	
Masło	0,887	Warzywa	-0,228
Mięso	0,645	Ryby	-0,279
Mleko	0,600	Oleje	-0,571
Margaryna* + sadło	0,507	Nasiona roślin strączkowych	-0,822

* dotyczy margaryny utwardzanej metodą uwodornienia nienasyconych kwasów tłuszczowych

Współczynniki korelacji między spożyciem wybranych produktów spożywczych a umieralnością na ChNS w Badaniu Siedmiu Krajów przedstawione są w tabeli 5.1. Zwracają uwagę dodatnie korelacje ze spożyciem produktów będących źródłem pokarmowym nasyconych kwasów tłuszczowych lub izomerów trans nienasyconych kwasów tłuszczowych, jak to było w przypadku twardych margaryn produkowanych dawniej metodą uwodornienia nienasyconych kwasów tłuszczowych. Jak dziś wiadomo, izomery trans nienasyconych kwasów tłuszczowych zwiększają stężenie LDL-chol i zmniejszają HDL-chol w surowicy. Korelacje ze spożyciem warzyw, ryb, olejów roślinnych i nasion roślin strączkowych były ujemne. Obserwacje te wskazywały dalszy kierunek poszukiwań dobrych sposobów żywieniowej profilaktyki ChNS, sugerując duże znaczenie diety śródziemnomorskiej (Tab. 5.2.).

Tabela 5.2. Charakterystyczne składniki pokarmowe diety śródziemnomorskiej

1.	Mało nasyconych kwasów tłuszczowych
2.	Dużo jednonienasyconych kwasów tłuszczowych
3.	Dużo wielonienasyconych kwasów tłuszczowych
4.	Niski stosunek kwasów omega-6/omega-3
5.	Dużo naturalnych antyoksydantów
6.	Dużo błonnika

Upowszechnia się obecnie pogląd, że żywienie oparte na zasadach diety śródziemnomorskiej jest bardzo dobrą alternatywą dla krajów północnych, gdzie dominuje tzw. dieta zachodnia. Badania przeprowadzone w ostatnich latach w USA i w Europie wskazują, że ludzie przestrzegający diety śródziemnomorskiej żyją dłużej oraz rzadziej umierają na choroby sercowo-naczyniowe i z powodu nowotworów.

Przestrzeganie diety śródziemnomorskiej w Polsce jest w pełni możliwe, bowiem nasz rodzimy olej rzepakowy nie ustępuje olejowi z oliwek pod względem działania przeciwmiażdżycowego. Ponadto olej rzepakowy zawiera wielokrotnie większe ilości kwasu linolenowego (omega-3) niż oliwa z oliwek i cechuje się niskim stosunkiem kwasów omega-6/omega-3.

Niska wzajemna proporcja tych kwasów sprzyja profilaktyce chorób sercowo-naczyniowych.

Dieta o dużej zawartości jednonienasyconych kwasów tłuszczowych zmniejsza tendencję prozakrzepową krwi w porównaniu z dietą o dużej zawartości nasyconych kwasów tłuszczowych. Działanie to rozwija się poprzez wpływ na poziom niektórych czynników krzepnięcia. Jednonienasycone kwasy tłuszczowe obniżają tzw. czynnik VII, którego działanie jest niezbędne do powstania skrzepu. Powstanie skrzepu jest bezpośrednią przyczyną zawału serca lub udaru mózgu.

fot. Ewa Myśliwiec, Istockphoto.com/SeanWarren

5.4. Rola przeciwutleniaczy w zapobieganiu miażdżycy i nowotworom złośliwym

W procesie przemiany materii powstają w organizmie tzw. wolne rodniki tlenowe, czyli atomy tlenu pozbawione jednego elektronu. Są to cząsteczki bardzo aktywne, usilnie dążące do pozyskania brakującego elektronu z innych cząsteczek, z którymi mają kontakt. W ten sposób wytrącają je ze stanu równowagi i przemieniają je w nowe wolne rodniki, szukające utraconego elektronu. Powstaje reakcja łańcuchowa, powodująca szkody w strukturach komórkowych, a w rezultacie utratę ich właściwości funkcjonalnych i ograniczenie życia biologicznego komórki. Uszkodzone komórki mogą ulegać zwyrodnieniu nowotworowemu. Uszkodzeniu ulegają również cząsteczki LDL, które stają się przez to bardziej miażdżycotwórcze. Nazywamy to procesem oksydacyjnej modyfikacji cząsteczek LDL.

Organizm rozporządza mechanizmami obronnymi przed działaniem wolnych rodników, które mają jednak ograniczone możliwości. Dlatego ważną rolę odgrywają przeciwutleniacze dostarczane do organizmu z żywnością, które hamują powstawanie wolnych rodników tlenowych. Do tych przeciwutleniaczy należą flawonoidy (polifenole), witaminy C, E i karotenoidy, a także niektóre składniki mineralne występujące w żywności w małych ilościach, jak selen, chrom, cynk, miedź.

Flawonoidy i witaminy występują tylko w żywności roślinnej, w warzywach i owocach. Stąd odpowiednio duże spożycie tych produktów uważane jest za ważną metodę profilaktyki miażdżycy i nowotworów.

Hipoteza głosząca, że lipoproteiny LDL nabierają miażdżycorodnych właściwości dopiero po oksydacyjnej modyfikacji w wyniku oddziaływania wolnych rodników tlenowych, jest obecnie powszechnie akceptowana. Celowość stosowania antyoksydantów w profilaktyce miażdżycy jest prostym wnioskiem wynikającym z tej hipotezy. Witaminy rozpuszczalne w tłuszczach, tj. witamina E i karotenoidy, są przenoszone przez krew w lipoproteinach, czyli w cząsteczkach cholesterolu związanego z białkiem. Witamina E przejmuje na siebie wolny rodnik tlenowy w przypadku zadziałania tego rodnika na cząsteczkę LDL. Z kolei witamina C i polifenole (flawonoidy) przenoszone w fazie wodnej osocza przejmują wolny rodnik od witaminy E. W ten sposób cząsteczka LDL chroniona jest przed oksydacyjną modyfikacją.

Witaminy antyoksydacyjne i flawonoidy występują w obfitości w żywności pochodzenia roślinnego. W badaniu prospektywnym wykazano, że zagrożenie zgonem sercowo-naczyniowym jest tym mniejsze, im większe jest spożycie warzyw i owoców. 400 g warzyw i owoców przyjmuje się za normę ich dziennego spożycia. Przeciwutleniacze występują także w olejach roślinnych.

Przeciwutleniacze zawarte w olejach, w tym oleju rzepakowym, odgrywają ważną rolę w neutralizacji wolnych rodników tlenowych. Przez to działanie chronią cząsteczki złego cholesterolu przed oksydacyjną modyfikacją. Przypuszcza się, chociaż wymaga to dalszych badań, że omawiane przeciwutleniacze mogą odgrywać istotną rolę w profilaktyce nowotworów złośliwych. Chronią one również ludzką skórę przed działaniem wolnych rodników powstających pod wpływem działania promieni słonecznych. Według ekspertów z dziedziny medycyny estetycznej, ma to znaczenie nie tylko w ochronie zdrowia, lecz również dla poprawy urody.

5.5. Rola żywienia w zapobieganiu otyłości i cukrzycy

Otyłość, szczególnie brzuszna, oraz cukrzyca typu 2 (90% wszystkich przypadków cukrzycy) są ze sobą ściśle powiązane, bowiem otyłość jest czynnikiem ryzyka cukrzycy. Zwalczanie otyłości jest więc najważniejszą metodą profilaktyki cukrzycy.

Podstawowym warunkiem uniknięcia otyłości jest zrównoważenie bilansu energetycznego. Spożycie energii nie może przekraczać jej wydatkowania. Wynika z tego, że w zapobieganiu zarówno otyłości, jak i cukrzycy liczy się zarówno kontrola spożycia energii jak i zwiększona aktywność fizyczna.

W profilaktyce lub leczeniu otyłości kontrolować należy przede wszystkim spożycie tłuszczu jako najbardziej kalorycznego składnika pożywienia, jak i węglowodanów pochodzących z produktów wysoce oczyszczonych.

Dieta bogata w olej rzepakowy sprzyja leczeniu otyłości, zespołu metabolicznego i cukrzycy.

Nowsze badania sugerują, że tłuszcze o dużej zawartości jednonienasyconych kwasów tłuszczowych są korzystniejsze w żywieniu pacjenta z otyłością lub cukrzycą niż tłuszcze nasycone. W latach 2007 i 2008 pojawiły się doniesienia, że diety zawierające dużo nienasyconych kwasów tłuszczowych są korzystniejsze w leczeniu otyłości, zespołu metabolicznego i cukrzycy niż diety niskotłuszczowe. Chociaż te doniesienia wymagają jeszcze potwierdzenia, to warto zauważyć, że ten pogląd jest zgodny z dowiedzionymi już prozdrowotnymi właściwościami oleju rzepakowego i oliwkowego.

fot. istockphoto.com/Juanmonino, istockphoto.com/Silberkorn

5.6. Cele populacyjne dotyczące spożycia składników pokarmowych i cech stylu życia na rzecz profilaktyki głównych problemów zdrowotnych w Europie

Przedstawiony wyżej przegląd najważniejszych chorób powstających na tle wadliwego żywienia dowodzi, że ich profilaktyka ma podstawowe znaczenie dla zdrowia publicznego. Dlatego też europejska komisja ekspertów ds. żywienia opublikowała w 2001 roku na potrzeby Unii Europejskiej raport pt. „EURODIET", wskazujący na potrzebę dokonania zmian w sposobie żywienia się Europejczyków. Populacyjne cele żywieniowe zalecane w tym raporcie zostały w 2002 roku przyjęte z małymi zmianami przez European Heart Network, międzynarodową organizację afiliowaną przy Komisji Europejskiej, działającej na rzecz zwalczania chorób sercowo-naczyniowych w Europie. W 2003 roku Światowa Organizacja Zdrowia również, po pew-

nych uproszczeniach, przyjęła cele żywieniowe opracowane przez ekspertów EURODIET. Cele te przedstawione są w tabeli 5.3.

Tabela 5.3. Najważniejsze populacyjne cele dotyczące spożycia składników pokarmowych w Europie (skrót z raportu EURODIET)

Składniki	Cele
Tłuszcz ogółem	< 30% en.
Nasycone kwasy tłuszczowe (SFA)	< 10% en.
Wielonienasycone kwasy tłuszczowe (PUFA)	
Omega-6	4-8% en.
Omega-3	2 g kw. linolenowego + 200 mg EPA i DHA
Izomery trans[1]	< 2% en.
Węglowodany ogółem	> 55% en.
Wolne cukry	< 10% en.
Chlorek sodu[2]	< 6 g dziennie
Owoce i warzywa	> 400 g dziennie
Błonnik pokarmowy	> 25 g dziennie

1/ Światowa Organizacja Zdrowia w raporcie z 2003 roku obniżyła normę na spożycie izomerów trans poniżej 1% energii,
2/ Światowa Organizacja Zdrowia obniżyła normę spożycia soli poniżej 5 g dziennie
Uwaga: Światowa Organizacja Zdrowia zaleca spożycie białek na poziomie 10-15% energii, a cholesterolu poniżej 300 mg dziennie. Spożycie jednonienasyconych kwasów tłuszczowych powinno wynikać z różnicy: tłuszcze ogółem – (SFA + PUFA + trans).

Jak wykazało badanie WOBASZ, średnie spożycie poszczególnych składników diety w Polsce w istotnym stopniu różni się od rekomendacji międzynarodowych (Tab. 5.4.).

Ogólne spożycie tłuszczu i nasyconych kwasów tłuszczowych znacznie przekracza zalece-

Tabela 5.4. Średnie spożycie w Polsce w latach 2003-2005 (badanie WOBASZ)

Składniki	Spożycie[1]	
	Mężczyźni	Kobiety
Tłuszcz ogółem	37,0%	34,6%
Nasycone kwasy tłuszczowe	13,6%	13,1%
Wielonienasycone kwasy tłuszczowe	5,3%	5,1%
Jednonienasycone kwasy tłuszczowe	15,1%	13,6%
Węglowodany ogółem	48,8%	51,5%
Białka	14,3%	13,9%
Cholesterol	344 g	232 g
Owoce i warzywa	399 g	398 g

1/ Spożycie większości składników podano w procentach spożywanej energii, spożycie cholesterolu oraz warzyw i owoców w gramach na dzień

nia EURODIET, natomiast spożycie węglowodanów jest mniejsze. Spożycie wielonienasyconych kwasów tłuszczowych jest na poziomie dolnej granicy normy. Taka struktura spożycia sprzyja rozwojowi miażdżycy.

Pożądane jest zmniejszenie spożycia nasyconych kwasów tłuszczowych, natomiast zwiększenie wielonienasyconych kwasów tłuszczowych omega-3.

Ponadto z innych badań wiadomo, że spożycie soli ponaddwukrotnie przekracza rekomendacje WHO, co w znacznym stopniu tłumaczy częste występowanie nadciśnienia tętniczego. Średnie spożycie warzyw i owoców zbliżone jest do rekomendacji WHO, ale znaczny odsetek ludzi spożywa te produkty poniżej zalecanych ilości. Porównanie aktualnego spożycia składników diety w Polsce z zaleceniami międzynarodowymi wskazuje na szczególną potrzebę racjonalizacji spożycia tłuszczów, warzyw i owoców oraz soli.

5.7. Racjonalny wybór tłuszczu w żywieniu człowieka w polskich warunkach. Zalety oleju rzepakowego

Z przedstawionych wyżej informacji o roli żywienia w profilaktyce chorób cywilizacyjnych, szczególnie chorób sercowo-naczyniowych wynika, że właściwy wybór tłuszczu oraz żywności hamującej działanie wolnych rodników tlenowych ma kluczowe znaczenie.

Tłuszcze zwierzęce są miażdżycotwórcze, z powodu dużej zawartości nasyconych kwasów tłuszczowych i cholesterolu, a także działania prozakrzepowego. Oleje roślinne o dużej zawartości kwasu linolowego odgrywają pozytywną rolę w profilaktyce poprzez obniżanie stężenia złego cholesterolu. Obniżają jednak także stężenie cholesterolu dobrego, chociaż w mniejszym stopniu. Efekt „netto" jest więc pozytywny. Wielonienasycone kwasy tłuszczowe utleniają się jednak łatwo pod wpływem podwyższonych temperatur, co ogranicza ich zastosowanie w obróbce kulinarnej żywności.

fot. Ewa Myśliwiec, Istockphoto.com/Elke Denis

Natomiast oleje o dużej zawartości jednonienasyconych kwasów tłuszczowych również obniżają stężenie złego cholesterolu, nie obniżając stężenia dobrego. Ponadto są względnie odporne na działanie podwyższonych temperatur, co czyni je przydatnymi do kulinarnego zastosowania. Olej rzepakowy zawiera dużo jednonienasyconych kwasów tłuszczowych i umiarkowane ilości wielonienasyconych kwasów tłuszczowych, w tym dużo kwasu alfa-linolenowego. Skład tego oleju czyni go przydatnym do kulinarnej obróbki żywności.

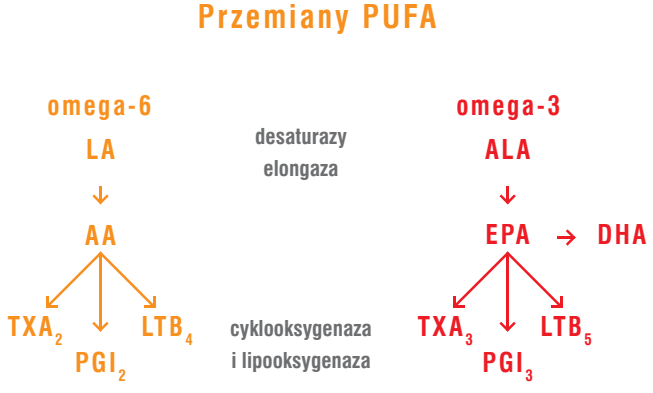
Jak wiadomo, wielonienasycone kwasy tłuszczowe są niezbędne w żywieniu człowieka. Są one bowiem substancją wyjściową do syntezy w organizmie eikozanoidów (patrz niżej), związków pośredniczących w działaniu wielu hormonów na poziomie tkankowym. Związki te biorą także udział w regulacji krzepnięcia krwi, ciśnienia tętniczego, funkcji układu nerwowego, przewodu pokarmowego, układu oddechowego, nerek i narządów rozrodczych. Wynika z tego, że równowaga syntezy eikozanoidów ma kluczowe znaczenie dla sprawnego funkcjonowania organizmu, a spożycie różnych wielonienasyconych kwasów tłuszczowych nie powinno przekraczać ustalonych limitów.

Wielonienasycone kwasy tłuszczowe należą do 2 rodzin, omega-6 i omega-3. Zrównoważone proporcje w spożyciu tych kwasów warunkują korzystne dla zdrowia proporcje w syntezie różnych eikozanoidów. Na obecnym etapie wiedzy przyjmuje się, że stosunek kwasów omega-6 do omega-3 w dziennej racji pokarmowej powinien być niski. W badaniu Seven Countries Study wykazano, że na Krecie, gdzie zawały serca były prawie nieznane, wynosił on około 0,7. W tym samym czasie w Europie Północnej i w USA wahał się w granicach 15-20. Obecnie za racjonalne przyjmuje się wartości od 3 do 5. **Polskie Forum Profilaktyki Chorób Układu Krążenia za pożądane przyjęło wartość tego wskaźnika poniżej 4.**

Potrzebę odpowiednich proporcji w spożyciu wielonienasyconych kwasów tłuszczowych z rodziny omega-6 i omega-3 łatwiej można zrozumieć na podstawie kaskady przemian tych kwasów przedstawionej na rysunku 5.7. Macierzystym kwasem tłuszczowym dla rodziny omega-6 jest kwas linolowy, a dla rodziny omega-3 α-linolenowy. Obydwa występują tylko w świecie roślinnym. Prawidłowe funkcjonowanie organizmów zwierzęcych uzależnione jest od podaży tych dwóch kwasów, bowiem kwas arachidonowy (omega-6) i eikozapentaenowy (EPA, omega-3) są substratem do syntezy eikozanoidów. Przemiany kwasów tłuszczowych omega-6 i omega-3 uwarunkowane są aktywnością tych samych enzymów, stąd przewaga podaży kwasu linolowego lub α-linolenowego powoduje zwiększoną syntezę kwasu arachidonowego lub eikozapentaenowego.

Znaczenie profilaktyczne niskiego stosunku wielonienasyconych kwasów tłuszczowych z rodziny omega-6 do omega-3 tłumaczy się różnicą w intensywności działania eikozanoidów

Rys. 5.7. Uproszczony schemat przemian wielonienasyconych kwasów tłuszczowych do eikozanoidów (objaśnienia w tekście)



powstających z tych kwasów w organizmie człowieka. Zarówno kwas arachidonowy (rodzina omega-6), jak i eikozapentaenowy (rodzina omega-3) są substratem do syntezy tromboksanów (TXA), prostacyklin (PGI) i leukotrienów (LTB). Kwas arachidonowy ulega przemianom do wysoce aktywnych TXA_2, PGI_2, LTB_4. Natomiast kwas eikozapentaenowy jest źródłem łagodnie działających TXA_3 i LTB_5, a także silnie działającej PGI_3.

Tromboksany (TXA) zwiększają zlepność płytek krwi i ich przyleganie do śródbłonka tętnic. Działają więc prozakrzepowo. Tromboksan TXA_2, powstający z kwasu arachidonowego, działa silniej niż TXA_3, powstający z EPA. Stąd przewaga syntezy kwasu arachidonowego zwiększa działanie prozakrzepowe, co sprzyja rozwojowi miażdżycy i jej powikłań.

Prostacykliny (PGI) osłabiają działanie tromboksanów, a ponadto wywierają działania rozkurczające na naczynia krwionośne. Mają więc działanie przeciwmiażdżycowe. PGI_2 (powstająca z kwasu arachidonowego) i PGI_3 (powstająca z kwasu eikozapentaenowego) są równie silne. Wynika z tego, że odpowiednio wysoka synteza w organizmie kwasu EPA, będącego źródłem słabego tromboksanu (TXA_3), i silnej prostacykliny (PGI_3) skutkuje profilaktyką miażdżycy.

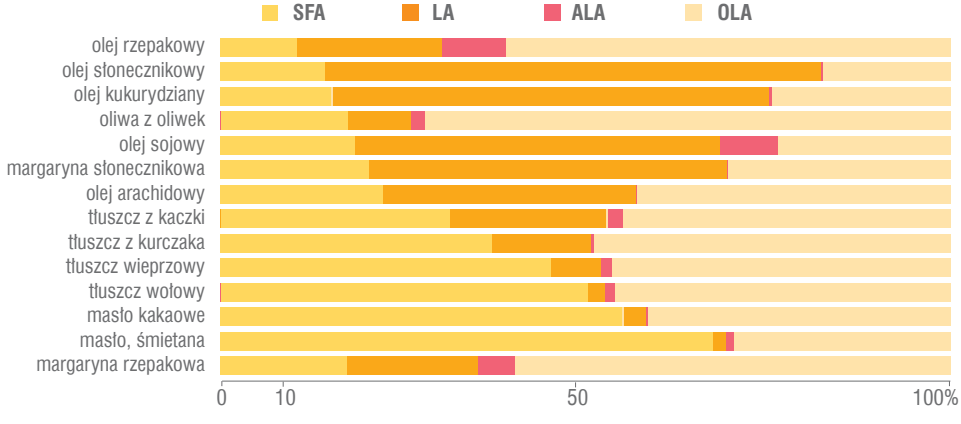
Duże znaczenie w powstawaniu miażdżycy mają także leukotrieny (LTB). Powstają one w krwinkach białych (leukocyty i limfocyty). Krwinki te, jak wiadomo, odgrywają ważną rolę w procesach zapalnych, w czym pośredniczą leukotrieny. Miażdżyca jest w swej istocie chorobą zapalną, gdzie czynnikiem wywołującym zapalenie są cząsteczki złego cholesterolu (lipoproteiny LDL), wynaturzone przez działanie wolnych rodników tlenowych, czyli oksydacyjnie zmodyfikowane. Udział krwinek białych w procesach zapalnych uwarunkowany jest aktyw-

nością leukotrienów. Z kwasu arachidonowego powstają silne leukotrieny LTB_4. Natomiast z EPA powstają leukotrieny słabsze (LTB_5), przez co odczyn zapalny w ścianie miażdżycowo zmienionej tętnicy jest słabszy.

Pokarmowym źródłem kwasów tłuszczowych omega-3 są oleje rzepakowy i sojowy. Olej sojowy zawiera nieco mniej niż olej rzepakowy kwasów omega-3, natomiast znacznie więcej omega-6. Przez to stosunek kwasów omega-6 do omega-3 w oleju sojowym jest wielokrotnie wyższy niż w oleju rzepakowym, co oceniane jest jako cecha niekorzystna.

Bardzo dobrym źródłem kwasów omega-3 są tłuste ryby morskie, zawierające dużo kwasów EPA i DHA. Dlatego zasady racjonalnego żywienia przewidują potrzebę spożywania tych ryb, co najmniej 2 razy w tygodniu. Problemem jest jednak wysoka często zawartość rtęci w rybach.

Rys. 5.8. Skład kwasów tłuszczowych różnych tłuszczów spożywczych, z uwzględnieniem kwasów omega-6 i omega-3. (wg S. Renaud i wsp.).
SFA – nasycone kwasy tłuszczowe, **LA –** kwas linolowy (omega-6), **ALA –** kwas alfa-linolenowy (omega-3), **OLA –** kwas oleinowy (jednonienasycony)



Na rysunku 5.8. przedstawiono skład kwasów tłuszczowych w różnych tłuszczach. Wychodząc z założenia, że w żywieniu człowieka preferowane są jednonienasycone kwasy tłuszczowe oraz niski stosunek wielonienasyconych kwasów tłuszczowych omega-6 do omega-3, dochodzimy raz jeszcze do przekonania o wysokich walorach zdrowotnych oleju rzepakowego.

Duża zawartość nienasyconych kwasów tłuszczowych w olejach roślinnych może mieć także pewne znaczenie w profilaktyce i leczeniu nadciśnienia tętniczego. Wskazują na to przynajmniej badania na zwierzętach (Tab. 5.5.). Także i pod tym względem olej rzepakowy wypada bardzo dobrze.

Tabela 5.5. Zdolność różnych olejów spożywczych do obniżania ciśnienia krwi w badaniach na szczurach z samoistnym nadciśnieniem tętniczym (modyfikacja z: M.B. Aguila i wsp.)

Olej	Obniżenie ciśnienia krwi
Olej rybi	-35%
Olej rzepakowy	-15%
Oliwa	-6%
Olej sojowy	-6%

Nie bez znaczenia jest fakt, że olej rzepakowy cechuje się dużą zawartością tokoferoli, które jak wiadomo mają silne działanie przeciwutleniające. Ponadto zawiera on znaczące ilości steroli roślinnych, które hamują wchłanianie w jelitach cholesterolu. Obydwie te cechy wzbogacają właściwości przeciwmiażdżycowe oleju rzepakowego. Porównanie oleju rzepakowego z olejem z oliwek pod względem omawianych parametrów przedstawione jest w tabeli 5.6.

Tabela 5.6. Tokoferole i sterole roślinne w oleju rzepakowym i oliwie z oliwek

Cecha	Zawartość mg/100 g	
	Olej rzepakowy	Oliwa z oliwek
α tokoferol	13,9	7,6
γ tokoferol	34,1	0,4
δ tokoferol	3,3	3,0
ogółem	**51,2**	**11,1**
Brassicasterol	55,7	0
Campesterol	159,4	15,4
Betasitosterol	225,9	134,0
Awenasterol	22	10,8
Stigmasterol	0	50,2
ogółem	**463,0**	**210,4**

Jak przedstawiono na rysunku 5.7. z kwasu eikozapentaenowego (EPA) powstaje także kwas dokozaheksaenowy (DHA), który ma zasadnicze znaczenie dla rozwoju mózgu. Jego wysokie spożycie jest więc bardzo ważne przez kobiety ciężarne i karmiące, a także przez noworodki i małe dzieci. Najlepszym sposobem karmienia noworodka jest karmienie piersią, stąd ważne jest odpowiednie stężenie DHA w mleku matki uzyskiwane poprzez spożywanie przez nią produktów o dużej zawartości kwasów tłuszczowych omega-3. W połowie pierwszego roku życia można już dodawać olej rzepakowy do zup warzywnych przygotowanych dla niemowlęcia.

Mnożą się badania wskazujące na korzystny wpływ kwasów tłuszczowych omega-3 na

nastrój i zdolności poznawcze u ludzi dorosłych. U osób przyjmujących suplementy EPA i DHA wykazano, w porównaniu z grupą kontrolną przyjmującą olej z oliwek, znamienny wzrost energii oraz spadek nasilenia negatywnych emocji, jak również zmniejszenie stopnia zmęczenia i podwyższenie nastroju. Wykazano także istotną poprawę w zakresie koncentracji uwagi oraz spadek agresywnych zachowań.

Kwasy grupy omega-3 wpływają na rozwój umysłowy, stan emocjonalny i zdrowie psychiczne.

Czynione są takie próby wykorzystania kwasów tłuszczowych omega-3 w leczeniu depresji i innych zaburzeń psychicznych. Wyniki są zachęcające.

fot. istockphoto.com/Grafissimo, Ewa Myśliwiec

Mnożą się także doniesienia o profilaktycznym wpływie zwiększonego spożycia kwasu alfa-linolenowego w odniesieniu do chorób sercowo-naczyniowych. W Nurses Health Study wykazano zmniejszenie względnego ryzyka zgonu z powodu choroby niedokrwiennej serca o 45% w najwyższym kwintylu spożycia kwasu alfa-linolenowego. Wynik był statystycznie znamienny po adiustacji na główne czynniki ryzyka choroby wieńcowej. Podobne wyniki uzyskano w Health Professionals Study, w którym już 1% wzrost spożycia kwasu alfa-linolenowego wiązał się ze spadkiem ryzyka ostrego zawału serca.

W EURAMIC Study wykazano znamiennie mniejsze ryzyko zawału serca w zależności od większego stężenia kwasu alfa-linolenowego w tkance tłuszczowej u ludzi. Znamienność statystyczna znikała jednak po adjustacji na palenie tytoniu.

Również w National Heart, Lung and Blood Institute Family Heart Study w kohorcie 4 584 uczestników wykazano ujemną korelację między spożyciem kwasu alfa-linolenowego i chorobą niedokrwienną serca.

W Indian Experiment of Infarct Survival, w którym u pacjentów po zawale stosowano olej z nasion gorczycy, oraz w Lyon Diet Heart Study, w którym pacjentom zalecono olej rzepakowy, wykazano znaczną redukcję incydentów wieńcowych.

W niektórych badaniach jednak nie uzyskano podobnie dobrych wyników. Nie zmienia to jednak faktu umacniania się opinii o korzystnym działaniu olejów zawierających duże ilości kwasu alfa-linolenowego.

Korzystne działanie kwasu alfa-linolenowego, wykazane w większości badań, nasuwa pytanie, czy jest to bezpośrednie działanie tego kwasu, czy też EPA powstającego w organizmie z kwasu alfa-linolenowego. Z badań na zwierzętach wynika, że ten kwas tłuszczowy może wywierać efekt antyarytmiczny na czynność serca, co częściowo mogłoby tłumaczyć jego korzystne działanie bezpośrednie. Także nieliczne badania na ludziach sugerują korzystny wpływ na czynność serca. Zagadnienie pozostaje jednak otwarte.

Możliwe jest jednak również, że konwersja kwasu alfa-linolenowego do EPA i DHA może zależeć od słabo zidentyfikowanych dotychczas czynników środowiskowych. Wiadomo, że małe spożycie kwasu linolowego ułatwia przemiany kwasu alfa-linolenowego. Stąd bierze się zalecenie obniżania stosunku kwasów omega-6 do omega-3. Zatoński, Campos i Willett stawiają hipotezę, że spadek umieralności z powodu choroby niedokrwiennej serca w Europie Wschodniej może być związany ze wzrostem spożycia kwasu alfa-linolenowego. Sugerują, że w populacjach o niskim spożyciu kwasów omega-6, może nastąpić przystosowanie biologiczne zapewniające pokrycie zapotrzebowania na substraty do syntezy eikozanoidów, poprzez zwiększoną konwersję ALA do EPA. Ostatnio badacze francuscy wykazali, że umiarkowane a systematyczne spożywanie wina kojarzy się z wyższym stężeniem w surowicy kwasów EPA i DHA, czego nie można było wytłumaczyć zwiększonym spożyciu kwasów omega-3. Sugestia, że alkohol ułatwia konwersję kwasu alfa-linolenowego do EPA i DHA nasuwa się sama, chociaż autorzy takiej sugestii nie wysuwają.

5.8. Dowody na skuteczność zmian w doborze tłuszczów w diecie w profilaktyce chorób sercowo-naczyniowych

Dotychczas profilaktyczną skuteczność wyżej opisanych zasad żywienia udowodniono najlepiej w odniesieniu do choroby niedokrwiennej serca. Dokonano tego zarówno w badaniach klinicznych, jak i obserwacjach populacyjnych.

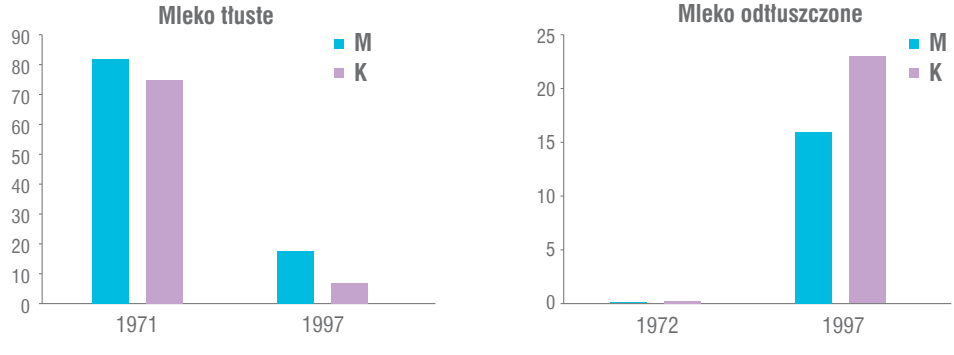
Najlepsze wyniki uzyskano w Lyon Diet Heart Study u 302 pacjentów po zawale serca, poprzez zastosowanie żywienia opartego na zasadach diety śródziemnomorskiej. Zwyczaje żywieniowe w Lyonie zbliżone są do sposobu żywienia krajów Europy Północnej. Stąd, aby ułatwić pacjentom przestrzeganie diety śródziemnomorskiej, trzeba ją było nieco upodobnić do miejscowych zwyczajów żywieniowych. Dotyczyło to głównie smarowania pieczywa.

Pacjenci przyzwyczajeni byli do spożywania masła, które jak wiadomo w diecie śródziemnomorskiej nie występuje. Wyprodukowano więc na użytek pacjentów miękką margarynę z oleju rzepakowego. Poza spożywaniem tej margaryny pacjenci przestrzegali zasad diety śródziemnomorskiej. Po 27 miesiącach ryzyko zgonu z przyczyn sercowo-naczyniowych zmniejszyło się o 70 procent w grupie na diecie śródziemnomorskiej w porównaniu z grupą kontrolną 303 pacjentów, w której stosowano standardową dietę wg American Heart Association. Autorzy tej pracy korzystny efekt kojarzą jednoznacznie z pozytywnym działaniem oleju rzepakowego.

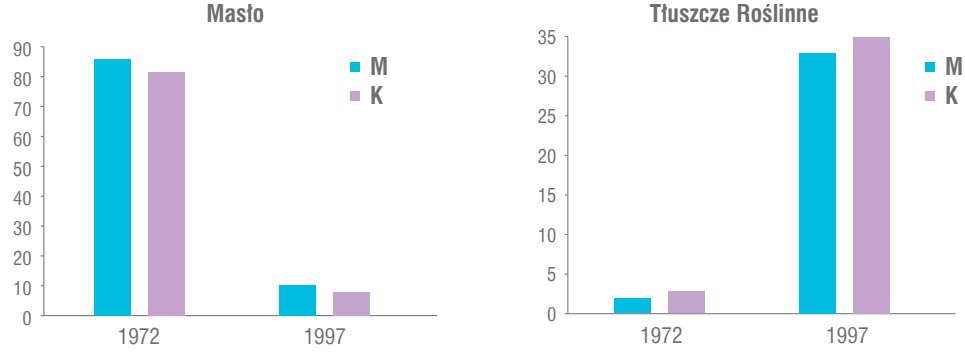
Upowszechnianie się zdrowego żywienia wg zasad omówionych w tym rozdziale owocuje spadkiem umieralności na choroby sercowo-naczyniowe w całych populacjach, co wykazano w wielu krajach. Spektakularnym przykładem jest tu Finlandia. Północna Karelia przed rokiem 1970 należała do krajów o największej umieralności na chorobę niedokrwienną serca. Dzięki oddolnej inicjatywie samego społeczeństwa parlament fiński powołał program prewencji znany jako North Karelia Project. W rezultacie jego realizacji między rokiem 1972 i 1997 spożycie tłuszczu mlecznego, w tym masła, spadło dramatycznie (Rys. 5.9. i 5.10.). W dużej części został on zastąpiony olejami roślinnymi (głównie rzepakowym) i margaryną. Podwoiło się spożycie ryb, a spożycie warzyw zwiększyło się trzykrotnie. Wraz z tymi zmianami następował spadek zgonów z powodu choroby niedokrwiennej serca. Różnica pomiędzy umieralnością na tę chorobę w roku 1971 i 1995 wynosiła ponad 73%.

Również w Polsce popularyzacja zasad zdrowego żywienia spowodowała znaczne zwiększenie spożycia tłuszczów roślinnych. O ile w 1989 roku spożycie tłuszczów zwierzęcych było znacznie większe niż roślinnych, to obecnie te proporcje są całkowicie odwrotne (Rys. 5.11.).

Rys. 5.9. Procent mężczyzn i kobiet w wieku 35-59 lat w Północnej Karelii (Finlandia), pijących mleko tłuste lub odtłuszczone, w latach 1972-1997 (wg P. Puska)

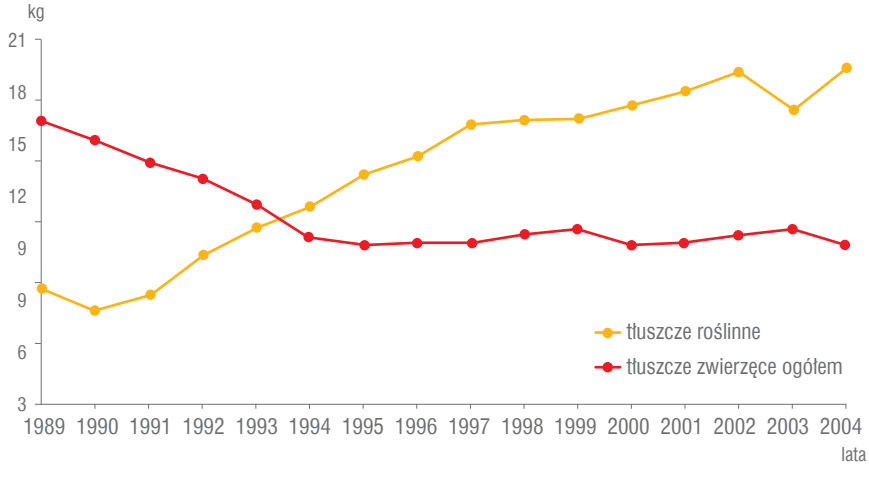


Rys. 5.10. Procent mężczyzn i kobiet w wieku 35-59 lat w Północnej Karelii (Finlandia), spożywających masło lub tłuszcze roślinne, w latach 1972-1997 (wg P. Puska)



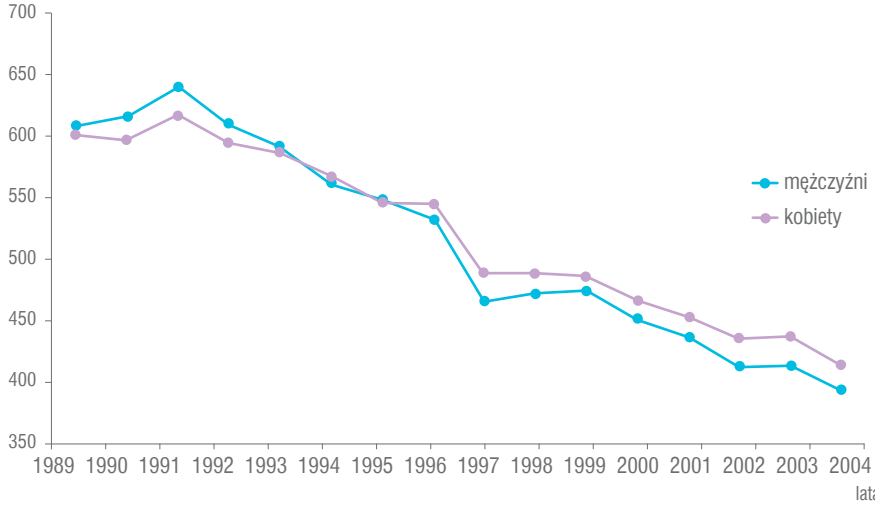
Spożywamy znacznie więcej tłuszczów roślinnych, głównie oleju rzepakowego i miękkich margaryn, natomiast masła i tłuszczu wieprzowego mniej niż w 1989 roku.

Rys. 5.11. Zmiany w spożyciu tłuszczów w Polsce (wg danych GUS)



Te zmiany w spożyciu tłuszczów spowodowały istotne przesunięcia w proporcji spożycia kwasów tłuszczowych. Między rokiem 1989 i 2005 obniżyło się spożycie nasyconych kwasów tłuszczowych, a wzrosło wielonienasyconych i jednonienasyconych kwasów tłuszczowych. W 1989 r. stosunek wielonienasyconych do nasyconych kwasów tłuszczowych w spożyciu wynosił 0,27, a obecnie 0,47, co świadczy o dużej poprawie.

Rys. 5.12. Standaryzowane współczynniki zgonów z powodu chorób układu krążenia w Polsce (wg danych GUS)



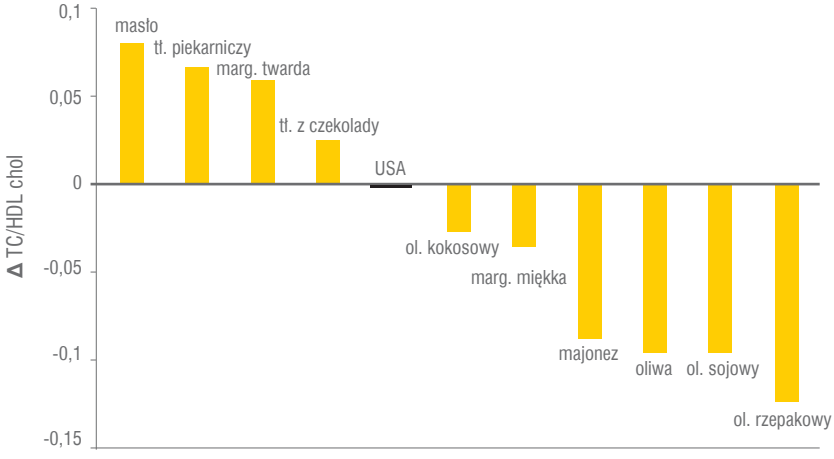
Zmiany w żywieniu w Polsce w omawianym okresie czasu dotyczyły nie tylko spożycia tłuszczów. Zmniejszyło się spożycie czerwonego mięsa, głównie wołowiny, a wybitnie wzrosło spożycie drobiu.

Umieralność na choroby układu krążenia w Polsce między rokiem 1991 i 2006 zmniejszyła się średnio o 40% (Rys. 5.12.). Ten spadek dotyczy zarówno mężczyzn, jak i kobiet, co naszym zdaniem dowodzi dużego wpływu poprawy żywienia na to zjawisko. Członkowie jednej rodziny żywią się bowiem podobnie, korzystając z tych samych posiłków. Warto dodatkowo podkreślić, że w omawianym okresie czasu wydłużyło się także przeciętne życie mężczyzn i kobiet w Polsce, i to dzięki zmniejszeniu umieralności na choroby sercowo-naczyniowe.

Szczególnie pouczająca jest ocena wpływu częściowego zastąpienia tłuszczu spożywanego w zwyczajowej diecie amerykańskiej przez różne wybrane tłuszcze, na stosunek cholesterolu całkowitego do cholesterolu HDL w surowicy. Ten wskaźnik dobrze odzwierciedla stosunek złego do dobrego cholesterolu. Zwraca uwagę, że ten stosunek ulega obniżeniu po wprowadzeniu do diety tłuszczów roślinnych i podwyższeniu po tłuszczach zawierających dużo nasyconych kwasów tłuszczowych (Rys. 5.13.). Spośród olejów roślinnych najkorzystniej w tym zestawieniu wypadł olej rzepakowy.

Warto wreszcie raz jeszcze wspomnieć opublikowane ostatnio doniesienie, o spadku umieralności na chorobę niedokrwienną serca w krajach Europy Centralno-Wschodniej w zależności od wzrostu spożycia olejów roślinnych, o dużej zawartości kwasu alfa-linolenowego. Wzrost

Rys. 5.13. Przewidywane zmiany w TC/HDL-chol w następstwie zamiany 10% tłuszczu spożywanego w przeciętnej diecie amerykańskiej innymi tłuszczami (wg R.P. Mensink i wsp. w modyfikacji własnej)
Wzrost TC/HDL-chol oznacza rosnącą przewagę złego cholesterolu nad dobrym



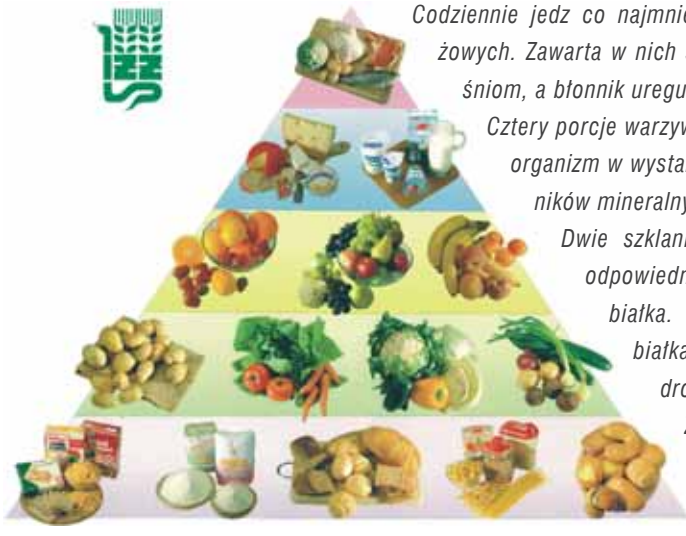
Wzrost konsumpcji oleju rzepakowego spowodował spadek umieralności na chorobę niedokrwienną serca.

spożycia tego kwasu zależał od zwiększenia konsumpcji oleju rzepakowego oraz margaryn produkowanych z tego oleju. To ważne spostrzeżenie pozostaje w całkowitej zgodności z opisanymi wyżej właściwościami oleju rzepakowego.

5.9. Dekalog Zdrowego Żywienia dla polskiej rodziny

Celem przewodnim rozdziału o roli oleju rzepakowego w profilaktyce przewlekłych chorób niezakaźnych było wykazanie, że właściwy wybór tłuszczu w żywieniu może w stopniu zasadniczym przyczynić się do opóźnienia występowania lub do uniknięcia chorób cywilizacyjnych. Spożycie tłuszczu jest jednak tylko częścią większego zagadnienia, jakim jest sposób żywienia. Racjonalne spożycie produktów innych niż tłuszcz ma także duże znaczenie dla kondycji zdrowotnej człowieka. Dla lepszego zrozumienia przez konsumenta tego złożonego problemu Instytut Żywności i Żywienia w Warszawie opracował Dekalog Zdrowego Żywienia, czyli 10 zasad określających warunki odżywiania najlepiej służących zdrowiu człowieka (Rys. 5.14.). Do Dekalogu dołączona jest graficzna ilustracja pożądanych proporcji najważniejszych produktów spożywczych w dziennej racji pokarmowej.

Rys. 5.14. Dekalog Zdrowego Żywienia



Codziennie jedz co najmniej pięć porcji produktów zbożowych. Zawarta w nich skrobia dostarcza energii mięśniom, a błonnik ureguluje pracę jelit.

Cztery porcje warzyw i trzy owoców zaopatrzą Twój organizm w wystarczające ilości witamin i składników mineralnych, a także błonnika.

Dwie szklanki mleka dziennie zapewniają odpowiednią ilość wapnia, a także dużo białka. Pozostałą ilość potrzebnego białka dostarczy jedna porcja ryby, drobiu, grochu, fasoli lub mięsa.

Zalecane są oleje roślinne, szczególnie olej rzepakowy i miękkie margaryny.

1. Dbaj o różnorodność spożywanych produktów.
2. Strzeż się nadwagi i otyłości, bądź aktywny ruchowo.
3. Produkty zbożowe powinny być dla ciebie głównym źródłem kalorii.
4. Spożywaj codziennie co najmniej 2 duże szklanki chudego mleka. Mleko można zastąpić jogurtem, kefirem, a częściowo także serem.
5. Mięso spożywaj z umiarem.
6. Spożywaj codziennie dużo warzyw i owoców.
7. Ograniczaj spożycie tłuszczów, w szczególności zwierzęcych, a także produktów zawierających dużo cholesterolu i izomery trans nienasyconych kwasów tłuszczowych.
8. Zachowaj umiar w spożyciu cukru i słodyczy.
9. Ograniczaj spożycie soli.
10. Unikaj alkoholu.

Dekalog Zdrowego Żywienia jest zbiorem zasad, według których powinna żywić się cała rodzina. Zgodnie z wynikami badań naukowych ostatnich lat profilaktyka chorób cywilizacyjnych powinna zaczynać się w dzieciństwie, od 3. roku życia, i rozwijać się stopniowo, tak aby w drugiej dekadzie życia zapobiegać zaczynającemu się zwykle gromadzeniu lipidów pod śródbłonkiem tętnic. Nie ma przeciwwskazań do wczesnego wdrażania do diety olejów roślinnych o dużej zawartości jednonienasyconych kwasów tłuszczowych. Według zasad żywienia niemowląt przyjętych przez Instytut Matki i Dziecka oraz Centrum Zdrowia Dziecka olej rzepakowy może być stosowany jako dodatek do zup jarzynowych już w połowie pierwszego roku życia.

Olej rzepakowy, jako jeden z nielicznych produktów, może być spożywany przez niemowlęta już od 6. miesiąca życia.

O konieczności dużego ograniczenia spożycia tłuszczów zwierzęcych i tłuszczów roślinnych zawierających duże ilości izomerów trans przypomina zasada siódma.

Dzienne spożycie nasyconych kwasów tłuszczowych przez zdrowego człowieka nie powinno przekraczać 20 g (10% energii przy spożyciu 2000 kcal), a izomerów trans 2 g. Spożycie cholesterolu powinno być mniejsze niż 300 mg. Ludzie z podwyższonym poziomem cholesterolu w surowicy lub obarczeni dużym ryzykiem miażdżycy z innych powodów powinni jeszcze bardziej ograniczać spożycie wyżej wymienionych składników tłuszczu. Spożycie nasyconych kwasów tłuszczowych przez nich nie powinno przekraczać 15 g, a cholesterolu 200 mg. **Cele te można łatwo osiągnąć, zamieniając tłuszcze zwierzęce w diecie na olej rzepakowy, miękką margarynę wykonaną z tego oleju** oraz mięso i produkty mleczne pełnotłuste na niskotłuszczowe zamienniki, jak to wykazano w tabeli 5.7. Warto dodatkowo podkreślić, że „dieta wzorcowa" z tej tabeli cechuje się dużym spożyciem kwasów tłuszczowych omega-3 i niskim stosunkiem kwasów omega-6 do omega-3. Zapotrzebowanie fizjologiczne na kwas li-

Zaleca się spożywanie 2 łyżek stołowych oleju rzepakowego dziennie.

fot. Printomato

nolenowy jest całkowicie pokryte przez 30 g oleju rzepakowego, który można stosować zarówno do smażenia, pieczenia, jak i spożywania na zimno do sałatek itp. 30 g oleju mieści się w 2 łyżkach stołowych.

Tabela 5.7. Spożycie nasyconych kwasów tłuszczowych i cholesterolu w produktach o dużej zawartości tłuszczu w diecie zwyczajowej w porównaniu z dietą wzorcową

Dieta zwyczajowa			Dieta wzorcowa		
	SFA (g)	Cholesterol (mg)		SFA (g)	Cholesterol (mg)
Mleko 3,2% tł (500 ml)	10	65	Mleko 0,5% tł (500 ml)	2	10
Masło (25 g)	14	64	Margaryna miękka 60% tł (25 g)	3	0
Smalec (30 g)	14	29	Olej rzepakowy (30 g)	2	0
Wieprzowina (150 g)	12	100	Ryba (150 g)	1	100
Parówki (50 g)	6	28	Polędwica (50 g)	2	32
Razem	**56**	**286**		**10**	**142**

5.10. Podsumowanie

1. Największym zagrożeniem zdrowia w krajach rozwiniętych, także w Polsce, jest epidemia przewlekłych chorób niezakaźnych (chorób sercowo-naczyniowych, cukrzycy, otyłości, nowotworów złośliwych). Główną przyczyną tych chorób jest wadliwe żywienie, cechujące się głównie dużym spożyciem nasyconych kwasów tłuszczowych, izomerów trans nienasyconych kwasów tłuszczowych, małym spożyciem wielonienasyconych kwasów tłuszczowych omega-3 i wysokim stosunkiem w diecie kwasów omega-6/omega-3.
2. Dowiedziono, że ograniczenie spożycia nasyconych kwasów tłuszczowych i izomerów trans oraz zwiększone spożycie kwasów tłuszczowych omega-3 zmniejsza ryzyko chorób sercowo-naczyniowych. Takie zmiany w żywieniu sprzyjają także profilaktyce cukrzycy i nowotworów.

3. Zwiększenie spożycia oleju rzepakowego kosztem tłuszczów o dużej zawartości nasyconych kwasów tłuszczowych i kwasów omega-6 poprawia strukturę spożycia kwasów tłuszczowych i sprzyja profilaktyce przewlekłych chorób niezakaźnych.
4. Zapotrzebowanie fizjologiczne na kwas linolenowy jest całkowicie pokryte przez 30 g oleju rzepakowego.
5. Jest prawdopodobne, że zwiększone spożycie kwasów tłuszczowych omega-3 sprzyja dobremu rozwojowi płodu i małego dziecka. Dotyczy to w szczególności rozwoju układu nerwowego.

fot. Printomato

6. Właściwości użytkowe rafinowanego oleju rzepakowego

prof. dr hab. Krzysztof Krygier
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Warszawa

Współczesny olej rzepakowy, poza najwyższą wartością zdrowotną, jest olejem o bardzo wysokiej wartości użytkowej.

Przede wszystkim olej rzepakowy charakteryzuje bardzo dobra stabilność oksydacyjna czyli, mówiąc językiem konsumentów, bardzo długo pozostaje świeży, znacznie dłużej niż inne popularne oleje w Polsce czyli słonecznikowy i sojowy (Tab. 6.1.).

Olej rzepakowy pozostaje świeży znacznie dłużej niż inne oleje.

Wartości z tabeli 6.1. wyraźnie wskazują, że olej rzepakowy jest ponaddwukrotnie bardziej stabilny niż olej słonecznikowy oraz o blisko 30% bardziej stabilny niż olej sojowy. Powstaje pytanie: czemu olej rzepakowy zawdzięcza tę wartościową cechę, tym bardziej że zawiera najwięcej wśród tych olejów najcenniejszego, ale i najbardziej podatnego na utlenianie, kwasu linolenowego z najzdrowszej grupy kwasów – omega-3? Otóż dlatego, że olej rzepakowy wśród substancji towarzyszących zawiera bardzo dużo aktywnych przeciwutleniaczy, szczególnie tokoferoli (witamina E) i charakterystycznego wyłącznie dla rzepaku brassikasterolu. Zawartość tych składników przeciwutleniających to kolejny dowód na wysoką wartość zdrowotną oleju rzepakowego. Naukowcy dodają jeszcze, że olej rzepakowy jest stabilny, gdyż wspomniany niezwykle cenny żywieniowo, ale i zwykle szybko się utleniający kwas linolenowy jest w oleju rzepakowym ulokowany w środku cząsteczki triacyloglicerolu, i tym samym szczególnie „chroniony" przed utlenieniem. Inni naukowcy zwracają uwagę na resztkową zawartość kwasu erukowego, która według nich nawet w minimalnych ilościach ma właściwości hamowania działania enzymu powodującego wstępne utlenianie oleju rzepakowego w nasionach. Oznacza to, że olej bezpośrednio po wydobyciu z nasion ma bardzo niski stopień „pierwotnego" utlenienia, czyli jest świeższy w tym momencie niż pozostałe oleje.

Tabela 6.1. Odporność na utlenianie wybranych olejów (metoda Rancimat, 100°C)

Rodzaj oleju	Stabilność oleju, godz.
Rybi	0,3
Słonecznikowy	6,7
Sojowy	11,2
Rzepakowy	14,3

Olej rzepakowy jest również bardzo stabilny w wysokich temperaturach np. podczas smażenia. Należy jednak pamiętać, że wszystkie oleje ciekłe mogą być stosowane do smażenia ale krótkotrwałego i jednorazowego. Nie mogą być stosowane do przemysłowego ani kulinarnego w smażalnikach o długim okresie smażenia. W tych przypadkach muszą być używane specjalistyczne tłuszcze smażalnicze.

Olej rzepakowy jest najlepszym tłuszczem do smażenia.

Przydatność tłuszczów do smażenia bardzo często ocenia się na podstawie temperatury dymienia. Im ta temperatura wyższa, tym tłuszcz bardziej przydatny do smażenia. Olej rzepakowy ma tę temperaturę bardzo wysoką (Tab. 6.2.)

fot. Ewa Myśliwiec, istockphoto.com/RyersonClark

Tabela 6.2. Temperatury dymienia wybranych olejów roślinnych

Olej	Temperatura dymienia, °C
Rzepakowy	242
Słonecznikowy	240
Sojowy	234
Kukurydziany	234
Oliwa z oliwek rafinowana	220
Oliwa z oliwek typu virgin	166

Pojawiają się informacje, że olej rzepakowy mając tak wysoką temperaturę dymienia nadaje się do smażenia w bardzo wysokich temperaturach, nawet 230°C. Należy jednak podkreślić, że smażenie powinno się odbywać w znacznie niższych temperaturach, najlepiej poniżej 180°C, gdyż wtedy zmiany smażalnicze zachodzą najwolniej, w szczególności zaś nie tworzy się bardzo szkodliwy akryloamid.

Olej rzepakowy stosowany do smażenia ma następujące zalety:

- dobrą wytrzymałość na zmiany termiczne zachodzące podczas smażenia,
- oprócz bardzo dobrej stabilności chemicznej ma bardzo dobrą stabilność smaku i zapachu, czyli w trakcie smażenia nie pojawiają się negatywne posmaki,

- łatwo się odsącza z produktu po smażeniu, co powoduje, że usmażony produkt zawiera nieco mniej tłuszczu i w efekcie mniejszą kaloryczność o 5-10%,
- nie przenosi zapachów, co oznacza, że smażąc po sobie różne produkty zachowują one swój specyficzny smak i zapach; oczywiście nie dotyczy to przypadków ekstremalnych, czyli np. smażenia ryb.

W tym miejscu warto dodać, że istnieją badania mówiące o dobrej stabilności oleju rzepakowego w produktach smażonych. M.in. stwierdzono, że chipsy smażone w oleju rzepakowym dłużej zachowują swój typowy, ziemniaczany smak.

Olej rzepakowy ma również bardzo dobre właściwości wypiekowe, przy czym zarówno w postaci ciekłej, jak i utwardzonej. Warto spróbować, szczególnie z zastosowaniem ciekłego oleju rzepakowego. Można wtedy uzyskać ciastka/ciasta zarówno smaczne, jak i zdrowe. Trudno podawać tu konkretny przepis, bo każdy ma swoje ulubione ciasto i warto olej rzepakowy w swoim przepisie wypróbować.

Ciekły olej rzepakowy znakomicie sprawdza się w ciastach typu biszkoptowo-tłuszczowego.

I jeszcze jedna bardzo dobra cecha użytkowa oleju rzepakowego: bardzo łatwo się emulguje, szczególnie w środowisku kwaśnym i w obecności jaja kurzego jako emulgatora. Czyli w majonezach i sosach majonezowych. Podaje się, że olej rzepakowy ułatwia mieszanie się składników majonezu, a także, że nie wydziela się z gotowych już majonezów.

Olej rzepakowy przewyższa inne oleje w przygotowaniu surówek i majonezów.

W literaturze wspomina się również, że olej rzepakowy może przewyższać inne oleje w zastosowaniu do sałatek czy surówek. Podaje się m.in., że ma większą lepkość, więc w efekcie lepiej „trzyma" się ich składników. Podkreśla się ponadto, że olej rzepakowy jest idealnie klarowny nawet bezpośrednio po wyjęciu z lodówki, więc ładniej wygląda w surów-

fot. Printomato, istockphoto.com/FotografiaBasica

kach. Takich właściwości nie ma szczególnie oliwa z oliwek. Niektóre inne oleje, np. słonecznikowy, poddawane są specjalnemu procesowi technologicznemu (tzw. winteryzacji, czyli wymrażaniu) aby te zmętnienia usunąć.

Jak widać z powyższych informacji, olej rzepakowy ma bardzo cenne i wszechstronne właściwości użytkowe. Dodatkowo biorąc pod uwagę niezwykle cenne właściwości zdrowotne, olej rzepakowy powinien być obecny w każdej kuchni.

fot. Printomato

7. Olej rzepakowy – mity i fakty

prof. dr hab. Krzysztof Krygier
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Warszawa

Rzepak jest często w Polsce traktowany jako surowiec olejarski drugiego gatunku z powodu słabej jakości oleju. Uważa się, że olej rzepakowy jest mniej „zdrowy" od innych. To pierwsza fikcja. Bywa również uważany za gorszy jakościowo, szczególnie jako nieprzyjemnie ciemny i brzydko pachnący, zwłaszcza podczas smażenia. To kolejne fikcje, albowiem dzisiejszy olej rzepakowy to zupełnie inny olej niż ten sprzed lat. Ten dzisiejszy został pozbawiony dwóch niekorzystnych składników: kwasu erukowego i związków siarkowych. Kwas erukowy był uważany za niekorzystny zdrowotnie, związki siarkowe zaś za przyczynę nieprzyjemnego smaku i zapachu oleju. Dzisiejszy rzepak jest na tyle inny od tradycyjnego, że zmieniono jego nazwę angielską z *rapeseed* na *canola*, uznając, że nowy rzepak tracąc opisane wyżej dwa podstawowe składniki stał się inną rośliną. Należy jeszcze podkreślić, że ten nowy rzepak, tzw. dwuzerowy lub podwójnie ulepszony, powstał po raz pierwszy w Kanadzie jako forma jara w połowie lat siedemdziesiątych. Pierwsza odmiana ozima, wymagająca dłuższego okresu hodowli, została zarejestrowana w Polsce w 1985 roku, była to odmiana Jantar.

Rzepak jest znany i uprawiany od około 4 tysięcy lat i pochodzi z Azji. W Europie o rzepaku wspominał już Pitagoras w 584 roku p.n.e. i Hipokrates (336 r. p.n.e.). W tamtych czasach rzepak miał bardzo dobrą opinię, co świetnie potwierdza poniższa historia. Otóż przed wojną w 334 r. p.n.e. pomiędzy Aleksandrem Wielkim a Damianem z Persji, ten pierwszy bezpośrednio przed rozpoczęciem wojny podarował Aleksandrowi Wielkiemu mieszek z nasionami sezamu jako „symbolu ogromnej liczebności jego armii". Aleksander Wielki odpowiedział, przekazując mieszek z nasionami rzepaku jako symbol „nie tylko liczebności, ale również siły armii".

Rzepak był znany na ziemiach polskich od niepamiętnych czasów, jednak przed II wojną światową dominował w spożyciu olej lniany. Po wojnie produkcja rzepaku i oleju rzepakowego rosła i Polska stała się jednym ze światowych liderów, nie tylko jako duży producent, ale i w zakresie szeroko pojętej nauki o rzepaku. Od lat 60.-70. ubiegłego wieku takim światowym liderem stała się Kanada. To w Kanadzie w oparciu o polski rzepak jary Bronowski powstały pierwsze nowe, podwójnie uszlachetnione odmiany rzepaku jarego typu canola, charakteryzujące się składem kwasów tłuszczowych oleju, który został uznany za optymalny. Obecnie w większości świata, również w Europie i Polsce, uprawia się właśnie taki rzepak.

W północnej części Kanady, gdzie panuje bardzo surowy klimat, zamiast rzepaku uprawia się rzepik. Rzepik rozprzestrzenił się w Kanadzie dzięki pewnemu Polakowi i dlatego ma przedrostek „polski" – *Polish rapeseed*. Otóż w 1936 roku wyemigrował do Kanady niejaki Fred Solvonik (pisownia ze źródeł kanadyjskich), zabierając ze sobą również nasiona rzepiku, który uprawiał w Polsce. Okazało się, że w Kanadzie rzepik ten bardzo dobrze się przyjął, szczególnie w rejonach północnych o bardzo krótkim okresie wegetacji, nie wystarczającym do uprawy rzepaku. Przekształcenie rzepiku w typ *canola* było trudniejsze i zajęło więcej czasu, gdyż wymagało krzyżowania międzygatunkowego z rzepakiem jarym Bronowskim. Dokonał tego Sid Pawlowski, Kanadyjczyk o polskich korzeniach.

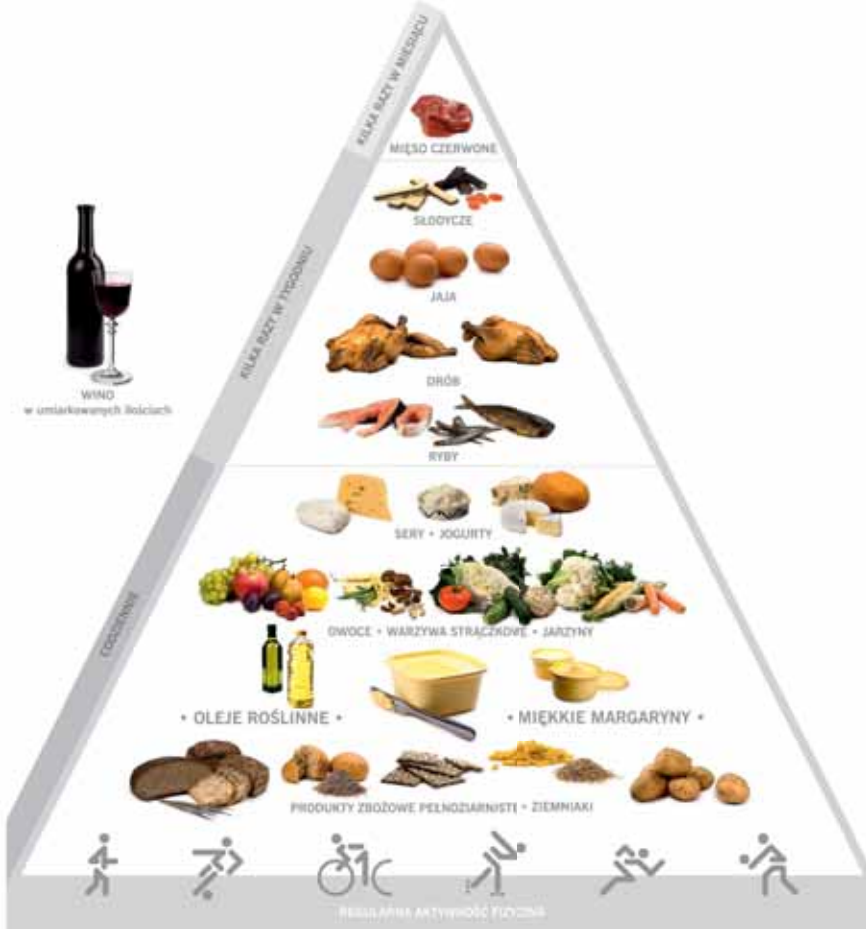
Należy w tym miejscu przypomnieć, że tłuszcze są niezbędnym składnikiem żywności i muszą być spożywane przez wszystkich ludzi, szczególnie dzieci. Według Światowej Organizacji Zdrowia ilość energii diety pochodzącej z tłuszczów powinna wynosić nie mniej niż 15%. Amerykańskie Towarzystwo Kardiologiczne (*American Heart Association*) ostrzega, że diety nisko-, a szczególnie beztłuszczowe mogą być niebezpieczne dla zdrowia. Podkreślenie tych opinii znajduje się również w najnowszej piramidzie zdrowia opracowanej przez prof. W. Willeta ze słynnego Harvardu (Rys. 7.1.).

Jak widać, tłuszcze są na drugim poziomie, po produktach zbożowych (ale tylko pełnoziarnistych). Należy jeszcze zauważyć, że tymi zalecanymi produktami tłuszczowymi są oleje oraz miękkie margaryny. Jeśli chodzi o oleje, sprawa jest całkowicie jasna – to najzdrowsza grupa tłuszczów. Problem jest w tym, że niektórzy ludzie, szczególnie dzieci, spożywają olejów jako takich bardzo mało, bo chociażby nie jedzą surówek z olejami. Wtedy jedyną rozsądną alternatywą są miękkie margaryny. Dlaczego one? Otóż producenci margaryn dążą do maksymalnego zwiększenia ich wartości żywieniowej i dlatego starają się zastosować w nich maksymalnie dużo ciekłych olejów jako najzdrowszego ich składnika. Obecnie frakcja tłuszczowa margaryny może zawierać nawet do 80% olejów ciekłych!!! Dlatego niekiedy mówi się, że margaryny kubkowe są nośnikami olejów roślinnych. Jednakże tak duża ich ilość powoduje, że są miękkie i dlatego muszą być pakowane w kubki, a nie w kostki. Najlepiej, gdy tym olejem ciekłym będzie olej rzepakowy. Poniżej jasna odpowiedź dlaczego.

Ogólnie wartość żywieniowa tłuszczów została omówiona szczegółowo w oddzielnym rozdziale tej książki. Jednakże, ze względu na wiele nieprawdziwych informacji na temat wartości żywieniowej oleju rzepakowego, prawdopodobnie sprzed wielu lat, kiedy skład kwasów tłuszczowych był zupełnie inny, wydzielono osobny rozdział oceniający pod tym względem olej rzepakowy.

Jak wiadomo, o wartości żywieniowej tłuszczów decyduje skład kwasów tłuszczowych oraz

Rys. 7.1. Piramida żywienia



Opracowano na podstawie: Walter C. Willett et al. „Mediterranean diet pyramid: a cultural model for healthy eating", The American Journal of Clinical Nutrition; 1995; 6: 1402-1406

ilość i jakość składników towarzyszących. Spośród kwasów tłuszczowych zdecydowanie negatywne oddziaływanie, szczególnie na choroby układu krążenia, posiadają kwasy nasycone. Pozytywne oddziaływanie wykazują kwasy nienasycone, a szczególnie kwasy z rodziny n-3 (omega-3). W olejach roślinnych jest to kwas alfa-linolenowy (18:3). Skład kwasów tłuszczowych kilku najpopularniejszych w Polsce olejów i tłuszczów przedstawia

Olej rzepakowy ma najkorzystniejszy skład kwasów tłuszczowych.

tabela 7.1. I mit o „niezdrowym" składzie oleju rzepakowego pryska: olej rzepakowy ma najkorzystniejszy skład kwasów tłuszczowych:

- po pierwsze: najmniej niekorzystnych kwasów nasyconych,
- po drugie: najwięcej najcenniejszych kwasów omega-3.

Tabela 7.1. Skład kwasów tłuszczowych i zawartość cholesterolu w wybranych olejach i tłuszczach

Tłuszcz/skład	Nasycone	Jednonienasycone	Omega-6	Omega-3	Cholesterol
Rzepak	6	58	26	10	0
Słonecznik	11	20	69	0	0
Oliwa	14	77	8	1	0
Soja	15	25	54	7	0
Smalec	41	47	11	1	95
Palma	51	39	10	0	0
Łój wołowy	52	44	3	1	105
Masło	66	30	2	2	230
Kokos	92	6	2	0	0

Olej rzepakowy jako jedyny spełnia amerykański wymóg prozdrowotnego oleju „niskonasyconego".

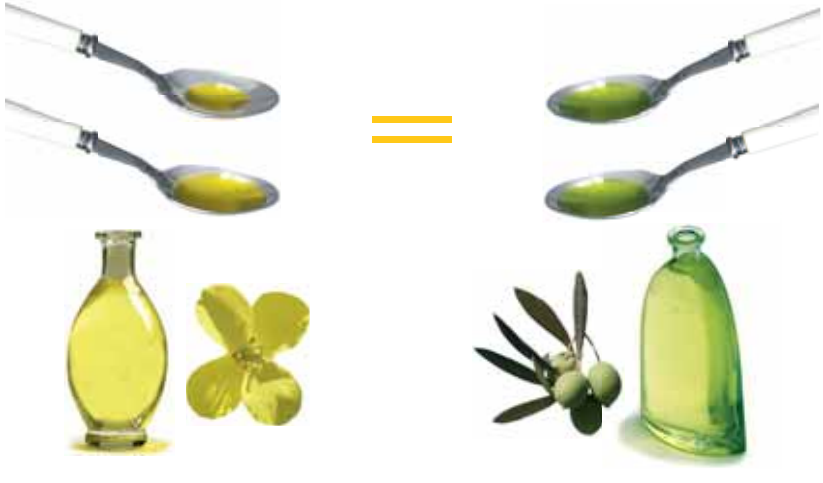
Nie ma innego oleju o tak korzystnym składzie kwasów tłuszczowych. Olej rzepakowy jako jedyny spełnia amerykański wymóg prozdrowotnego oleju „niskonasyconego" (*low saturated fat oil*) o zawartości poniżej 1 grama kwasów nasyconych w porcji (łyżce), czyli poniżej 7% wszystkich kwasów tłuszczowych. I głównie z tego powodu olej rzepakowy uzyskał w USA nagrody za korzystny skład: Amerykańskiej Fundacji Zdrowia za najzdrowszy produkt wprowadzony na rynek amerykański (już w 1987 roku) oraz Amerykańskiej Organizacji Konsumenckiej dla produktu, którego wartość żywieniowa winna być szczególnie promowana wśród konsumentów (1989 rok). I wydarzyło się to już 20 lat temu, w dodatku w państwie, gdzie olej rzepakowy był kompletnie nieznany, a jego wprowadzenie wiele lat wstrzymywane. Tak więc olej rzepakowy winien stanowić stały element naszej diety, gdyż z powodu wysokiej zawartości kwasów omega-3 wywiera pozytywny wpływ na pracę naszego mózgu, oczu i serca. **Jest zalecany szczególnie dzieciom** (uczenie się) i **osobom starszym** (utrata pamięci, choroby

oczu). Z kolei najniższa zawartość kwasów nasyconych oznacza, że **jest to najlepszy olej dla osób z podwyższonym ryzykiem choroby układu krążenia.** Tym bardziej że – jak każdy olej roślinny – nie zawiera cholesterolu, w przeciwieństwie do tłuszczów zwierzęcych (Tab. 7.1.).

Olej rzepakowy jest zdrowszy niż oliwa z oliwek.

Największym mitem żywieniowym jest ogromna w Polsce rozbieżność opinii na temat wartości oleju rzepakowego i oliwy z oliwek. W powszechnej opinii oliwa jest najzdrowsza, olej rzepakowy wprost przeciwnie. Już powyższe dane z tabeli 7.1. wyraźnie pokazują, że to nieprawda. Ale ostateczną opinię wydał amerykański Urząd ds. Żywności i Leków, który oficjalnie potwierdził, że oba te oleje pomagają obniżyć ryzyko chorób układu krążenia. Ale to jeszcze nie wszystko, gdyż Urząd ten uznał, że olej rzepakowy jest bardziej w tym aktywny i wystarczy go spożywać w ilości 1,5 łyżki dziennie, podczas gdy oliwy z oliwek więcej, bo 2 łyżki (Rys. 7.2.). To bardzo ważna informacja dla wszystkich osób z podwyższonym ryzykiem chorób układu krążenia. A więc przede wszystkim dla tych o wysokim poziomie cholesterolu we krwi, obciążonych genetycznie, z nadwagą i otyłością, nadciśnieniem, brakiem ruchu i osób powyżej 45. roku życia w przypadku mężczyzn i 55. roku życia w przypadku kobiet.

Rys. 7.2. Skuteczność oleju rzepakowego i oliwy z oliwek w chorobach układu krążenia



Olej rzepakowy wystarczy spożywać w ilości 1,5 łyżki dziennie, podczas gdy oliwy z oliwek więcej, bo 2 łyżki.

Obecnie produkowany olej rzepakowy praktycznie nie zawiera kontrowersyjnego kwasu erukowego. Przepisy unijne określają, że musi go być poniżej 2%, ale praktycznie jest go dużo mniej, poniżej 1%. Tak więc kwas erukowy nie stanowi dziś żadnego problemu. Jako ciekawostkę należy potraktować fakt, że w Indiach do dzisiaj produkuje się olej rzepakowy wysokoerukowy, gdyż badanie epidemiologiczne przeprowadzone w tym kraju nie potwierdziły żadnych jego negatywnych skutków zdrowotnych.

fot. Printomato

Zawarta w oleju rzepakowym witamina E, nazywana jest witaminą młodości.

Kolejny mit to niska zawartość towarzyszących składników prozdrowotnych w stosunku do innych olejów, a szczególnie oliwy z oliwek. Jest to prawda jedynie w przypadku związków fenolowych (stąd gorzkawy smak oliwy), gdyż pozostałych składników

Rys. 7.3. Zawartość steroli w wybranych olejach

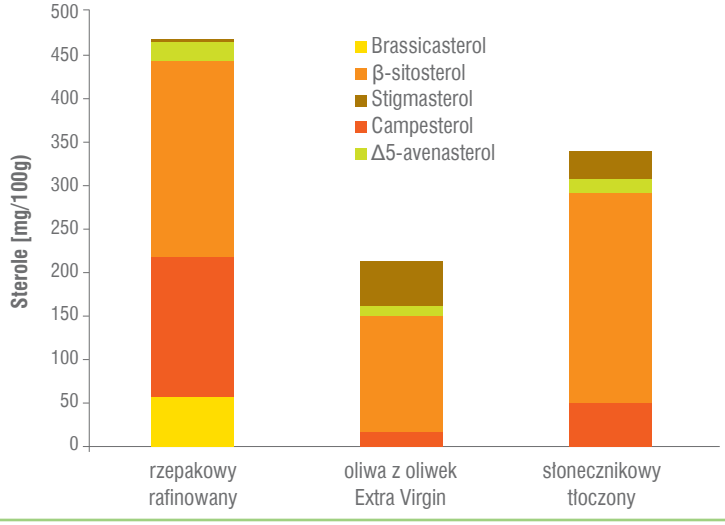


Tabela 7.2. Zawartość tokoferoli w wybranych olejach jadalnych

Tokoferole(mg/kg)	rzepakowy	słonecznikowy	sojowy	oliwa z oliwek
α-tokoferol	100-368	403-935	9-352	95-165
β-tokoferol	0-140	0-45	0-36	0-1
γ-tokoferol	189-753	0-34	89-2307	0-1
δ-tokoferol	0-22	0-7	154-932	0-1
Suma (mg/kg)	430-2680	440-1520	600-3370	90-185

olej rzepakowy rafinowany zawiera na ogół więcej, szczególnie tokoferoli (wit. E – przeciwutleniacz nazywany witaminą młodości, Tab. 7.2.) i steroli (Rys. 7.3.).

Omawiając różnice pomiędzy olejami rafinowanymi i tłoczonymi na zimno, szczególnie oliwą z oliwek typu virgin, należy również pamiętać, że oleje rafinowane są pozbawiane większości niekorzystnych zdrowotnie składników (co opisano w osobnym rozdziale), w olejach nierafinowanych może być ich znacznie więcej. W tabeli 7.3. przedstawiono zawartość produktów rozpadu tłuszczów: hydrolizy (liczba kwasowa) i szczególnie utleniania (liczba nadtlenkowa).

Tabela 7.3. Chemiczna charakterystyka wybranych olejów jadalnych

Cechy	Olej rzepakowy rafinowany	Oliwa z oliwek Extra Virgin	Olej słonecznikowy tłoczony
Liczba kwasowa [mg KOH/g oleju]	0,12	0,54	1,40
Liczba nadtlenkowa [m.równ. O_2/kg oleju]	0,79	12,25	13,9
Podatność na utlenianie (120°C, godz.)	5,37	6,62	1,84

Tabela 7.4. Średnie ceny olejów na europejskiej giełdzie w Rotterdamie (palmowy w Malezji), USD, w wybranych latach

Rok	Palmowy	Rzepakowy	Słonecznikowy	Sojowy
1997/08	601	637	730	633
2000/01	235	372	428	336
2006/07	655	852	846	771

Dodając znakomite właściwości żywieniowe do niezwykle cennych właściwości technologiczno-kulinarnych opisanych w poprzednim rozdziale, otrzymujemy olej o unikalnych i wszechstronnie pozytywnych cechach. Te cechy przekładają się w sposób jasny na pieniądze, a konkretnie na ceny oleju rzepakowego na rynkach światowych (Tab. 7.4.). Podane ceny dotyczą ostatniego dziesięciolecia, czyli już nowej odmiany rzepaku. Wcześniej ceny oleju rzepakowego znajdowały się na cenowym końcu, czyli były najniższe. Dziś ceny oleju rzepakowego są najwyższe spośród czterech najbardziej popularnych olejów na rynku światowym. Czy może być lepsza rekomendacja dla oleju rzepakowego?

fot. Printomato

8. Wnioski końcowe

W wyniku prac badawczych i hodowlanych zapoczątkowanych w 1961 roku wyhodowano w Polsce pierwsze w Europie odmiany rzepaku ozimego podwójnie ulepszonego. Odmiany te są pozbawione kwasu erukowego i mają obniżoną dziesięciokrotnie zawartość szkodliwych związków siarkowych zwanych glukozynolanami. Przy ich hodowli wykorzystano naturalną zmienność genetyczną bez uciekania się do korzystania z obcego DNA, a więc nie są to odmiany genetycznie zmodyfikowane (GMO).

W roku 1985 została zarejestrowana pierwsza tego typu odmiana Jantar. Umożliwiło to przejście na uprawę odmian podwójnie ulepszonych, które odbyło się w Polsce stopniowo w latach 1985 do 1990. Od tego czasu jadalny olej rzepakowy jest produkowany wyłącznie z takiego surowca.

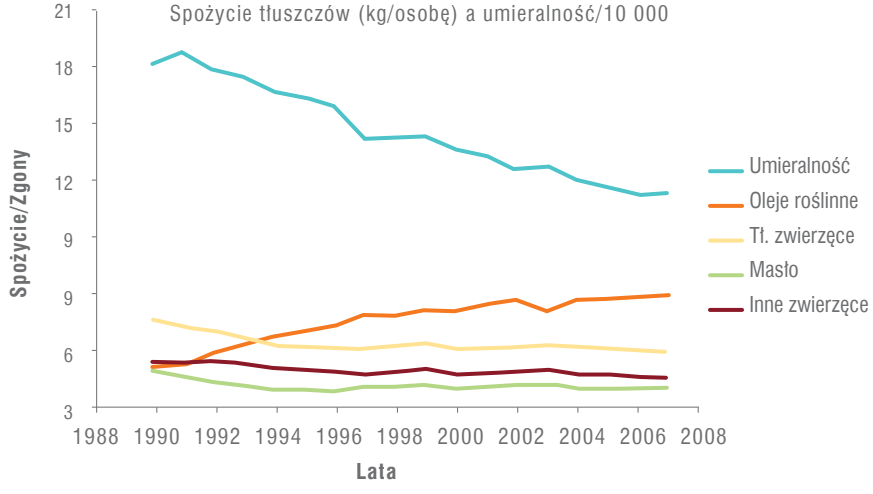
Skład oleju z nasion rzepaku podwójnie ulepszonego spełnia prawie idealnie warunki stawiane obecnie tłuszczom jadalnym przez naukę o żywieniu człowieka. Szczególnie dużą rolę ma w zapobieganiu przewlekłym chorobom niezakaźnym, przede wszystkim miażdżycy i związanymi z nią chorobami sercowo-naczyniowymi (choroba niedokrwienna serca, zawał serca, udar mózgu, choroby zakrzepowe tętnic), a nawet nowotworowymi. Olej z podwójnie ulepszonych odmian rzepaku cechuje się:

- wysoką zawartością kwasu oleinowego regulującego poziom cholesterolu we krwi,
- optymalną zawartością kwasu linolenowego należącego do kwasów grupy omega-3, tj. najcenniejszych kwasów tłuszczowych w diecie człowieka,
- pożądanym stosunkiem kwasów omega-3 do omega-6,
- najniższą zawartością niepożądanych ze względów dietetycznych nasyconych kwasów tłuszczowych,
- olej rzepakowy, podobnie jak wszytkie inne oleje roślinne, praktycznie nie zawiera izomerów trans ani cholesterolu.

Olej pochodzący z tłoczenia jest lepszy jakościowo, zawiera mniej zanieczyszczeń i jest rafinowany w łagodniejszych warunkach. Olej ten oznaczany, jako „olej z pierwszego tłoczenia" jest szczególnie godny polecenia. Olej rzepakowy zawiera stosunkowo dużo antyutleniaczy (tokoferole – witamina E, polifenole) tak, że mimo dużej zawartości kwasu linolenowego (alfa-linolenowego) jest wystarczająco trwały i nadaje się do jednokrotnego smażenia.

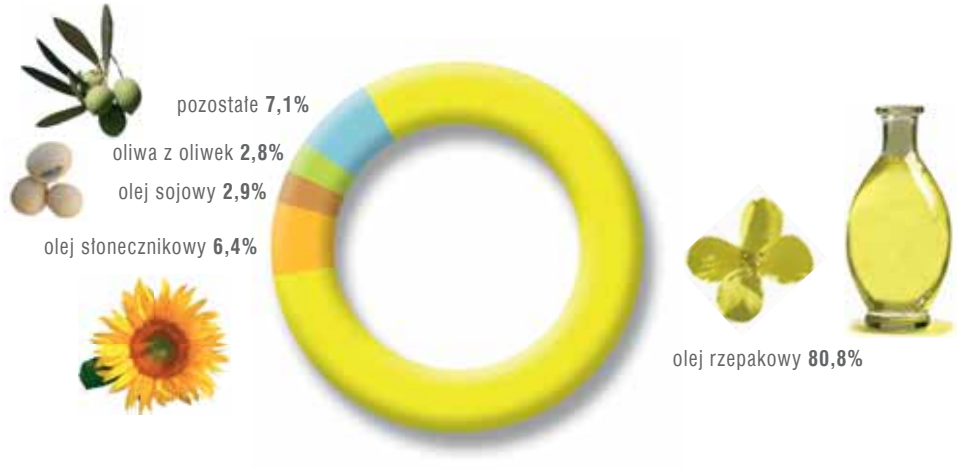
Spadek umieralności na choroby niedokrwienne serca po wprowadzeniu na polski rynek oleju rzepakowego z odmian podwójnie ulepszonych pokazuje rysunek 8.1.

Rys. 8.1. Standaryzowane współczynniki zgonów z powodu chorób układu krążenia na 10 tys. ludności a spożycie olejów roślinnych, masła i pozostałych tłuszczów zwierzęcych w Polsce w latach 1990-2007 – Rocznik statystyczny GUS



W okresie spożywania oleju rzepakowego z nasion podwójnie ulepszonych odmian nastąpił w Polsce znaczny wzrost ilości spożywanego oleju roślinnego, głównie rzepakowego (Rys. 8.1.). Olej ten w ostatnich latach stanowił według badań GUS 80%-90% spożywanych olejów roślinnych. Dominującą rolę oleju rzepakowego potwierdzają również badania rynku olejów w Polsce przeprowadzone w okresie VI 2007 do V 2008 r. (AC Nielsen 2008).

Rys. 8.2. Rynek olejów jadalnych w Polsce VI 2007 - V 2008



Źródło: Detal dzisiaj, nr 13-14, 21 sierpnia 2008 r.

Następny w popularności olej słonecznikowy zajmuje tylko 6,4% rynku, natomiast oleje sojowy i oliwa z oliwek po 2,9% i 2,8% (Rys. 8.2.).

Wzrostowi spożycia olejów roślinnych towarzyszył wyraźny spadek umieralności na choroby układu krążenia (Rys. 8.1.). Do chorób tych GUS zalicza chorobę niedokrwienną serca, choroby naczyń mózgowych, choroby tętnic, chorobę nadciśnieniową. Analiza statystyczna obu zjawisk, w oparciu o dane GUS za ostatnie 18 lat, wykazuje, że są one bardzo ściśle skorelowane ujemnie (współczynnik korelacji -0,96, współczynnik determinacji 92%). Spożycie oleju rzepakowego na pewno nie jest jedynym czynnikiem, któremu zawdzięczamy spadek umieralności na choroby układu krążenia w Polsce w ostatnich 18 latach, jednak wysokie współczynniki korelacji i determinacji wskazują niewątpliwie na jego wybitnie prozdrowotne działanie.

fot. Printomato

9. Literatura uzupełniająca

Rozdział 1

1. **Bartkowiak-Broda I.** (2002) *Wzajemny związek postępu w agrotechnice i hodowli rzepaku ozimego.* Rośliny Oleiste – Oilseed Crops, XXIII (1): 61-71.
2. **Bartkowiak-Broda I.** (2005) *Kierunki hodowli i nasiennictwo w: Technologia produkcji rzepaku.* Praca zbiorowa pod red. Muśnicki Cz., Bartkowiak-Broda I., Mrówczyński M. wyd. Wieś Jutra, 52-61.
3. **Bartkowiak-Broda I., Cegielska-Taras T., Spasibionek S., Mikołajczyk K., Piętka T., Piotrowska A., Matuszczak M.** (2008) *Breeding strategies for improvement quality of winter oilseed rape (Brassica napus L.) yield seeds. Modern variety breeding for present and future needs* – 18th EUCARPIA General Congress, Valencia 2008: 540-545.
4. **Clifton P.M.** (1999) *Rapeseed: Nutritional aspects of a novel oil.* 10th International Rapeseed Congress, Canberra–Australia 1999, CD-rom.
5. **Friedt W., Lühs W.W. (**1999) *Breeding of rapeseed (Brasica napus) for modified seed quality – synergy of conventional and modern approaches.* 10th International Rapeseed Congress, Canberra–Australia 1999, CD-rom.
6. **Gupta S.K., Pratap A.** (2007) *History, origin and evolution 1-20 w: Rapeseed Breeding*, wyd.Elsewvier, red.Surinder Kumar Gupta.
7. **Krzymański J.** (1968) *Variation in thioglucosides in rapeseed meal (Brassica napus) Meeting of the Associate Commitees of National Research Council in Plant Breeding.* Winnipeg, Manitoba, Canada 20.02.1968.
8. **Krzymański J.** (1970) *Genetyczne możliwości ulepszania składu chemicznego nasion rzepaku ozimego.* Hodowla Roślin Aklimatyzacja i Nasiennictwo 14: 95-133.
9. **Krzymański J.** (1995) *Biosynteza i fizjologiczne funkcje glukozynolanów w roślinie.* Rośliny Oleiste – Oilseed Crops XVI/1:113-126.
10. **Krzymański J.** (1997) *Agronomy of Brassicas* w: Proceedings of the International Symposium on Brassicas,23-27 September, Rennes, France, Acta Horticulturae 459:55-60.
11. **Leckband G., Frauen M., Friedt W.** (2002) NAPUS 2000. *Rapeseed (Brassica napus) breeding for improved human nutrition.* Food Research International, 35: 273-278.
12. **Marwede V., Schierholt A., Möllers Ch., Becker H.C.** (2004) *Genotype x environment interactions and heritability of tocopherol contents in canola.* Crop Science 44:728-731.
13. **Nogala-Kałucka M., Lampart-Szczapa E., Korczak J., Pacyńska K., Siger A.** (2004) *Badania efektywności przeciwutleniaczy oraz spadku zawartości tokoferoli w układach modelowych w testach utleniania tłuszczów.* Rośliny Oleiste – Oilseed Crops XXV/1: 251-262.
14. **Olędzka R.** (2007) *Nutraceutyki, żywność funkcjonalna – rola i bezpieczeństwo stosowania.* Bromat. Chem. Toksykol. XL: 1-8.
15. **Pedersen A., Baumstark M.W., Marckmann P., Gylling H., and Sandström B.** (2000) *An olive oil-rich diet results in higher concentrations of LDL cholesterol and a higher number of LDL subfraction particles than rapeseed oil and sunflower oil diets.* Journal of Lipid Research 41:1901-1911.
16. **Rosiak E. (2008)** *Rynek rzepaku - stan i perspektywy*. Wyd. IERiGŻ-PIB, 34:1-40
17. **Scarth R., McVetty P.B.E.** (1999) *Designer oil canola – a review of new food-grade oils with focus on high oleic, low linolenic types.* Proc. Of the Xth International Rapeseed Congress. Canberra, Australia, September 26-29,1999.
18. **Szymańska R., Kruk J.** (2007) *Fitosterole – występowanie i znaczenie dla człowieka.* Kosmos 56:274-275.
19. **Scarth R., Jihong Tang.** (2006) *Modification of Brassica oil using convetional and transgenic approaches*. Crop Science 46:1225-1236.
20. **Shewmaker C.K., Sheehy J.A.,Daley M., Colburn S., Ke D.Y.** (1999) *Seed specific over expression of phytoene synthase: Increase In carotenoids and Rother metabolic effects.* Plant Journal 20: 401-412.
21. **Spasibionek S.** (2006) *New mutants of winter rapeseed (Brassica napus L.) with changes fatty acid composition.* Plant Breeding 125:259-267.

22. **Stefansson R.R., Hougen F.W., Downey R.K.** (1961) *Note on the isolation of rape plants with seed oil free from erucic acid.* Canadian Journal of Plant Science 41:218-219.

23. **Szymańska R., Kruk.J.** (2007) *Fitosterole – występowanie i znaczenie dla człowieka.* Kosmos 56/1-2:107-114.

24. **Wałkowski T., Bartkowiak-Broda I., Krzymański J.** (2006) *Rzepak ozimy – Proekologiczna Technologia Uprawy.* Wyd. IHAR Poznań.

Rozdział 2

1. **Budzyński W., Ojczyk T., Szempliński W., Jasińska A.** (1987) *Dynamika przyrostu masy nasion i zmiany niektórych cech jakościowych podczas dojrzewania rzepaku.* Wyniki badań nad rzepakiem ozimym IHAR. 266-276.

2. **Dąbrowski K., Peć K., Rutkowski A., Kopczyński** (1987) *Zmiany zawartości substancji niepożądanych w trakcie dojrzewania nasion uszlachetnionych odmian rzepaku*. Wyniki badań nad rzepakiem ozimym IHAR. 1987. 121-129.

3. **Krasucki W., Tys J., Szafran K., Rybacki R., Orlicki Ł.** (2002) *Wpływ suszenia na skład chemiczny nasion rzepaku.* Rośliny Oleiste – Oilseed Crops - XXIII, 427-438.

4. **Krygier K., Wroniak M., Grześkiewicz S.**(2000) *Badanie wpływu zawartości nasion uszkodzonych, na jakość oleju rzepakowego tłoczonego na zimno.* Rośliny Oleiste – Oilseed Crops. 58-596.

5. **Rybacki R.** (2003) *Czynniki kształtujące cechy jakościowe nasion rzepaku.* Praca doktorska. IA PAN Lublin.

6. **Strobel w., Tys J., Sujak A., Gagoś M., Żak W., Kotlarz A., Rybacki R.** (2005) *Wpływ technologii zbioru na zawartość chlorofili i karotenoidów w nasionach rzepaku, wytłoku i oleju.* Rośliny Oleiste – Oilseed Crops.XXVI z.2 2005, 479-488.

7. **Tys J. Rybacki R., Malczyk P.** (2003) *Source for contamination of rapeseed with benzo(a)pyrene.* International Agrophysics. Vol. 17, 3, 131-136.

8. **Tys J., Jezierska-Tys S., Frąc M.** (2007) *The influence of the maturity regulators on the number of selected microorganisms groups settling rapeseed's surface.* The 12 International Rapeseed Congress. Wuhan, China, III, 324-326.

9. **Tys J., Rybacki R., Malczyk P.** (2003) *Wpływ warunków suszenia na zawartość benzo(a)pirenu w nasionach rzepaku.* Rośliny Oleiste – Oilseed Crops. XXIV, 2003, 617-626.

10. **Tys J., Rybacki R., Stasiak H.** (2003) *Impact of drying temperature on technological value of rapeseed.* 11th International Rapeseed Congress. Copenhagen, 2, 654-656.

11. **Tys J., Rybacki R.** (2001) *Rzepak – jakość nasion. Instrukcja wdrożeniowa.* Instytut Agrofizyki PAN w Lublinie.

12. **Tys J., Rybacki R.** (2001) *Rzepak – jakość nasion. Procesy zbioru, suszenia, przechowywania.* Acta Agrophysica. 44.

13. **Tys J., Sujak A., Bogdan A.** *(2002) Changes to composition of colorants caused by temperature of drying rapeseed.* International Agrophysics. Vol. 16, No. 4, 307-312.

14. **Tys J., Sujak A.: Rybacki R.** (2002) *Wpływ temperatury suszenia na zawartości barwników w nasionach rzepaku ozimego.* Rośliny Oleiste – Oilseed Crops. 95-102.

15. **Tys J., Szwed G., Strobel W.** (2000) *Wartość technologiczna nasion rzepaku uzależnione od technologii zbioru i warunków przechowywania.* Rośliny Oleiste – Oilseed Crops. 135-44.

16. **Tys J.** (1997) *Czynniki kształtujące właściwości agrofizyczne rzepaku.* Acta Agrophysica. Instytut Agrofizyki PAN, nr 6.

17. **Tys J.** (2006) *Rzepak - zbiór, suszenie, przechowywanie.* IA PAN. Lublin.

18. **Wolny S., Tys J.** (2008) *Kodeks dobrej praktyki produkcji rzepaku.* Polskie Stowarzyszenie Producentów Oleju. Warszawa.

Rozdział 3

1. *Bailey's Industrial Oil and Fat Products: Edible Oil and Fat Products* (1996) vol. 1 & 2, edited by Y. H. Hui, A Wiley – Interscience Publication.

2. **Bednarski W.** (1996) *Ogólna technologia żywności*. Wyd. ART, Olsztyn.

3. **Grajek, W., Łukaszyński D.** (1993) *Ekstrakcja składników żywności dwutlenkiem węgla w warunkach nadkrytycznych*. Przemysł Spożywczy, nr 11.
4. **Niewiadomski H.** (1983) *Technologia nasion rzepaku.* WNT Waszawa.
5. **Jankowski P. S., Karpiński R., Cozel A., Krygier K., Cieślak B., Bartnikowska E., Obiedziński M. W.** (1998) *Badania porównawcze wybranych skażeń chemicznych w olejach roślinnych.* Rośliny Oleiste, 19, 279-289.
6. **Jankowski P. S., Obiedziński M. W.** (2000) *Badania nad występowaniem wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych w rzepaku i produktach olejarskich.* Tłuszcze jadalne, 35, ¾, 112-125.
7. **Płatek T., Węgrowski J.** (2007) *Badania nad zastosowaniem doświadczalnych adsorbentów w liini produkcyjnej do fizycznej rafinacji oleju rzepakowego*, Tłuszcze Jadalne, t.42, 1-2.
8. **Płatek T., Węgrowski J., Krygier K., Jerzewska M.** (1998) *Wpływ procesów rafinacyjnych na stabilność oksydatywną oleju rzepakowego.* Część IV. Proces odwaniania, Tłuszcze Jadalne, t. 33, nr 3-4, 100-126.
9. **Ptasznik S.** (1998) *Zmiany struktury kwasów tłuszczowych oleju rzepakowego w procesie dezodoryzacji,* Tłuszcze Jadalne, t. 33, 1-2, 33-43.
10. **Rotkiewicz D., Konopka I., Żylik S.** (1999) *Stan badań nad optymalizacją procesu przetwórstwa nasion rzepaku*. I. Wydobywanie oleju. Rośliny Oleiste, 20, 161-168.

Rozdział 4

1. **Ackman R.G.** (1990) *Canola fatty acids – An ideal mixture for health, nutrition and food use – w Canola and Rapeseed: production, chemistry, nutrition and processing technology.* – Ed. F. Shahidi, Van Nostrand Reinhold, New York, 81-98.
2. **Bratkowska I., Zwierzykowski W.** (1987) *Natural antioxidans of rapeseed oil.* – Proc.7th Internat. Rapeseed Congress. Poznań 11-14.5.87 6: 1355-1360.
3. **De Lorgeril M., Renaud S., Mamelle N., Salen P., Martin J-L., Monjaud I., Guidollet J., Touboul P., Delaye J.** (1994) *Mediterranean alpha-linolenic acid rich diet in secondary prevention of coronary heart disease.* – The Lancet. 343: 1454-1459.
4. **Drozdowski B., Goraj-Moszora I. E., Hazuka Z., Zając M., Pawłowicz R.** (1987) *Contents of some minor components in raw double low rapeseed oil and their transformation during refining.* – Proc.7th Internat. Rapeseed Congress. Poznań 11-14.5.87 6: 1304-1309.
5. **Dubois V., Breton S., Linder M., Fanni J., Parmentier M.** (2007) - *Fatty acid profiles of 80 vegetable oils with regard to their nutritional potential.* – European Journal of Lipid Science and Technology 109/7: 710-732.
6. **Dyerberg J., Bang HO, Hjorne N.** (1975) *Fatty acid composition of the plasma lipids in Greenland Eskimos*. – Am. J. Clin. Nutr. 28: 958-66.
7. **Fermandez-Martinez J., Munoz J., Gomez-Arnau J.** (1993) *Performance of near -isogenic high and low oleic acid hybrids of sunflower.* – Crop Sci. 33: 1158-1163.
8. **Gebauer S. K., Psota T. L., Harris W. S., Kris-Etherton P. M.** (2006) *n-3 fatty acid dietary recommendations and food sources to achieve essentiality and cardiovascular benefits.* – Am J Clin Nutr. 83(6 Suppl):1526S-1535S.
9. **George P., Töregård B.** (1978) *An investigation into the presence of degradation products from glucosinolates in rapeseed oil.* – 5th International Rapeseed Conference, Malmö, Sweden 12-16.06.1978, 2: 348-359.
10. **Hilditch T. P., Williams P., N.** (1964) *The chemical constitution of natural fats* – Chapman and Hall, London
11. **Hooper L., Thompson, R. L., Harrison, R. A., Summerbell, C. D., Ness, A. R, Moore, H. J, Worthington, H. V., Durrington, P. N, Higgins, J. P. T., Capps, N. E., Riemersma, R. A., Ebrahim, S. B. J., Smith, G. D.** (2006) *Risks and benefits of omega 3 fats for mortality, cardiovascular disease, and cancer: systematic review*. – BMJ (British Medical Journal). 332: 752-760
12. **Jelińska M.** (2005) *Kwasy tłuszczowe – czynniki modyfikujące procesy nowotworowe.*- Biul. Wydz. Farm. AMW, 2005, 1.
13. http://www.farm.amwaw.edu.pl/~axzimni/biuletyn/
14. **Kania M., Michalak M., Gogolewski M.** (2005) *Effect of biologically active substances on antioxidant activity in rapeseed oil tested in accelerated oxidative process.* – Rośliny Oleiste – Oilseed Crops XXVI: 281-291.

15. **Krzymański J.** (1960) *Wpływ warunków zewnętrznych oraz stopnia dojrzałości na jakość oleju z nasion roślin oleistych* – Biuletyn IHAR 3: 61-63.
16. **Krzymański J.** (1970) *Genetyczne możliwości ulepszania składu chemicznego nasion rzepaku ozimego* – Hodowla Roślin Aklim. Nas. 14/2: 95-133.
17. **Krzymański J.** (2000) *Perspektywy badań nad rzepakiem i jego hodowlą* – Rośliny Oleiste – Oilseed Crops, XXI: 7-14.
18. **Krzymański J., Kłoczowski Z.** (1967) *Badania składu kwasów tłuszczowych oleju z nasion słonecznika oleistego*. – Biuletyn IHAR, 6: 101-102.
19. **Kunachowicz H., Nadolna I., Przygoda B., Iwanow K.** (2005) *Tabele składu i wartości odżywczej żywności.* PZWL.
20. **Milewska M.,** ACNielsen, Detal dzisiaj, nr 13-14, 21 sierpnia 2008 r., str.25.
21. **Niewiadomski H.** (1993) *Technologia tłuszczów jadalnych,* – rozdział 2 Wydobywanie tłuszczów – WTN Warszawa:18-152.
22. **Nogala-Kałucka M., Muśnicki Cz., Kupczyk B., Jasińska-Stępniak A., Bartkowiak-Fludra E., Siger A.** (2005). *Preliminary studies of tocochromanol content in seeds of winter rape open pollinated and hybrids varieties.* – Rośliny Oleiste – Oilseed Crops, XXVI: 561-570.
23. NSA – National Sunflower Association (http://www.sunflowernsa.com).
24. PSPO (2007) Trzy pytania na otwarcie Nowego 2008 Roku – www.pspo.com.pl
25. **Rudzińska M., Muśnicki C., Wąsowicz E.** (2003) *Fitosterole i ich pochodne utlenione w nasionach rzepaku ozimego*. – Rośliny Oleiste – Oilseed Crops, XXIV (1): 51-66.
26. **Siger A., Nogala-Kałucka M., Lampart-Szczapa E., Hoffman A.** (2005) *Antioxidant activity of phenolic compounds of selected cold-pressed and refined plant oils.* – Rośliny Oleiste – Oilseed Crops, XXVI: 549 -560.
27. **Spasibionek S., Byczyńska B., Krzymański J.** (2000) *Mutanty rzepaku ozimego podwójnie ulepszonego o zmienionym składzie kwasów tłuszczowych.* – Rośliny Oleiste – Oilseed Crops XXI: 715-724.
28. **Spasibionek S.** (2005) *Sposoby indukowania mutacji a zmienność kwasów tłuszczowych jednonienasyconych i wielonienasyconych w nasionach rzepaku* – Rośliny Oleiste – Oilseed Crops, XXVI: 35-50.
29. **Stefansson B. R., Hougen F. W., Downey R. K.** (1961) *Note on the isolation of rape plants with seed oil free from erucic acid.* – Canadian Journal of Plant Science 42: 218-219
30. **Strobel W., Tys J., Sujak A., Gagoś M., Żak W., Kotlarz A., Rybacki R.** (2005) *Wpływ technologii zbioru na zawartość chlorofili i karotenoidów – w nasionach rzepaku, wytłokach i oleju* – Rośliny Oleiste – Oilseed Crops, XXVI: 479-488.
31. **Szostak W.B.** (2008) *Rola oleju rzepakowego w profilaktyce przewlekłych chorób niezakaźnych*. – Teraz Rzepak Teraz Olej: t.2 rozdział II.
32. **Wathes D. C., Abayasekara D. R., Aitken R.J.** (2007) *Polyunsaturated fatty acids in male and female reproduction.* – Biol. Reprod. 77(2): 190-201.

Rozdział 5

1. **Aguila M.B., Pinheiro A.R., Mandarim-de-Lacerda C.A.** (2005) *Spontaneously hypertensive rats left ventricular cardiomyocyte loss attenuation through different edible oils long-term intake.* Int. J. Cardiol., 100, 3, 461-466.
2. **Broda B., Rywik S.**(2005) *Wieloośrodkowe ogólnopolskie badanie stanu zdrowia ludności – projekt WOBASZ. Zdefiniowanie problemu oraz cele badania.* Kard. Pol., 63. 6 (supl. 4).
3. **Craddick S.R., Elmer P.J., Obarzanek E. i wsp.** (2003) *The DASH diet and blood pressure.* Cur. Atheroscl. Rep., 5. 484-491.
4. *Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases.* WHO Technical Report Series. 916. WHO, Geneva 2003.
5. **de Lorgeril M., Salen P., Martin J.L. i wsp.** (1999) *Mediterranean diet, traditional risk factors, and the rate of cardiovascular complications after myocardial infarction.* Final report of the Lyon Diet Heart Study. Circulation 1999.99: 779-785.
6. **de Lorgeril M., Salen P.,Martin J-L., Boucher F. et al.** (2008) *Interactions of wine drinking with omega-3 fatty acids in patients with coronary heart disease: A fish-like effect of moderate wine drinking.* Am. Heart J.; 155, 1, 175-181.

7. EURODIET Core Report. *Nutrition and diet for healthy lifestyles in Europe.* Public Health Nutrition. 2001.4.2 (A). 265-273.

8. *Food, nutrition and cardiovascular disease prevention in the European region: Challenges for the New Millennium.* Rep. Prepared by the European Heart Network,s Nutrition Expert Group. Brussels 2002.

9. **Jarosz M., Dzieniszewski J., Respondek W. i wsp.** (2006) *Rola otyłości, żywienia i aktywności fizycznej w patogenezie i rozwoju nowotworów złośliwych.* W: POL HEALTH – otyłość, żywienie, aktywność fizyczna, zdrowie Polaków. Pod red. M. Jarosza. IŻŻ, Warszawa 2006.

10. **Jarosz M., Cybulska B., Szostak W.B. i wsp.** (2004) *Metody profilaktyki otyłości i przewlekłych chorób niezakaźnych poprzez poprawę żywienia i zwiększenie aktywności fizycznej.* Realizacja Globalnej Strategii WHO dot. żywienia, aktywności fizycznej i zdrowia (2004) oraz zaleceń Rady Europy. W: POL HEALTH - Otyłość, żywienie, aktywność fizyczna, zdrowie Polaków. Pod red. M. Jarosza, IŻŻ, Warszawa 2006.

11. **Jelińska M.** (2005) *Kwasy tłuszczowe – czynniki modyfikujące procesy nowotworowe.* Biul. Wydz. Farm. AMW 2005.1. http:// www.farm.amwaw.edu.pl/~axzimni/biuletyn

12. **Kłosiewicz-Latoszek L., Szostak W.B., Podolec P. i wsp.** (2008) Polish Forum for Prevention Guidelines on Diet. Kard. Pol. 66. 812-814.

13. **Kris-Etherton P.M., Harris W.S., Appel L.J.** (2002) *Fish consumption, fish oil, omega-3 fatty acids, and cardiovascular disease.* Circulation 2002; 106: 2747-2757.

14. **Lichtenstein A.H., Ausman L.M., Jalbert S.M. i wsp.** (1999) *Effects of different forms of dietary hydrogenated fats on serum lipoprotein cholesterol levels.* N.Engl. J. Med. 340. 1933-1940.

15. **Mensink R.P., Zock P.L., Koster A.D.M. i wsp.** (2003) *Effects of dietary fatty acids and carbohydrates on the ratio of serum total to HDL cholesterol and on serum lipids and apolipoproteins: a meta-analysis of 60 controlled trials.* Am. J. Clin. Nutr. 77. 1146-55.

16. **Puska P., Pirjo P., Ulla U.** (2002) *Influencing public nutrition for non-communicable disease prevention: from community intervention to national programme-experiences from Finland.* Pub. Health Nutr. 5. (1 A). 245-251.

17. **Rissanen T.H., Voutilainen S., Virtenen J.K. i wsp.** (2003) *Low intake of fruits, berries and vegetables is associated with excess mortality in men: the Kuopio Ischaemic Heart Disease Risk Factor* (KIMD) Study. J. Nutr. 133. 199-204.

18. *Rozpowszechnianie głównych czynników ryzyka chorób układu sercowo-naczyniowego w Polsce.* Wyniki badania NATPOL PLUS. Kard. Pol. 2004. 61. supl. IV.

19. **Renaud S., Lenzmanonn-Petithory D.** (2001) *Coronary heart disease: dietary links and pathogenesis.* Pub. Health Nutr. 4 (2 B). 459-474.

20. **Robertson A., Tirado C., Lobstein T. i wsp.** (2004) F*ood and health in Europe. A new basis for action.* WHO regional publications. European series No 96. Copenhagen 2004.

21. **Rygiel K.A.** (2008) *Niezbędne kwasy tłuszczowe omega-3 i omega-6, ich funkcje i zastosowanie kliniczne.* Stetoskop i skalpel. Sana-Med. nr 8-9.

22. **Szostak W.B.** (2005) *Olej rzepakowy w żywieniu człowieka.* W: *Technologia produkcji rzepaku.* Pod red. Cz. Muśnickiego, I.Bartkowiak-Brody, M.Mrówczyńskiego. Wieś jutra. Warszawa 2005.

23. **Szostak W.B., Cybulska B.** (2003) *Profilaktyczny wpływ diety śródziemnomorskiej na choroby układu krążenia.* W: *Kardiologia zapobiegawcza*. Pod red. M.Naruszewicza. PTBNM. Szczecin 2003.

24. **Szostak W.B., Cichocka A.** (2008) *Dieta śródziemnomorska – wzorcowy model żywienia w prewencji chorób sercowo-naczyniowych. W: Od otyłości do ostrego zespołu wieńcowego.* Rekomendacje Ekspertów 2008. Red. wyd. B.Cybulska, M.Dłużniewski. Wyd. Med. Educ. Sp. z o.o. Warszawa 2008, 157-162.

25. **Szostak-Węgierek D., Cichocka A.** (2005) *Żywienie kobiet w ciąży.* PZWL. Warszawa 2005.

26. **Sekuła W., Figurska K., Barysz A.** (2006) *Wyniki monitoringu żywienia ludności oraz uwarunkowań społeczno-ekonomicznych w Polsce.* W: POL HEALTH – Otyłość, żywienie, aktywność fizyczna, zdrowie Polaków. Pod red. M.Jarosza. IŻŻ. Warszawa 2006.

27. **Tuomilehto J., Lindstrom J., Eriksson J.G. i wsp.** (2001) *Prevention of type 2 diabetes mellitus by changes in lifestyle among subjects with impaired glucose tolerance.* N. Engl. J. Med. 344.1343-1350.

28. Wieloośrodkowe Ogólnopolskie Badanie Stanu Zdrowia Ludności Program WOBASZ. Stan zdrowia populacji polskiej w wieku 20-74 lata w okresie 2003-2005. Inst. Kardiol. Warszawa 2005.

29. **Zatoński W., Campos M., Willett W.** (2008) *Rapid declines in coronary heart disease mortality in Eastern Europe are associated with increased consumption of oils rich in alpha-linolenic acid.* Eur. J. Epidemiol. 23. 3-10.

Rozdział 6

1. **Durance S.** (1986) *The stability of canola oil blended with sunflower and cottonseed oil.* M.Sc. Thesis, University of Manitoba.
2. **Hawrysh Z.J., Wrin M.K., Kimm S.S., Hardin R.T.** (1996) J. Food Quality 19:107.
3. **Krygier K.** (1997) *Światowa i krajowa pozycja rzepaku jako surowca oleistego.* Przemysł Spożywczy, 51, 29.
4. **Krygier K.** (2000) *Tłuszcze jadalne u progu XXI wieku.* Przemysł Spożywczy, 54 (12), 23.
5. **Lang W., Sokhansanj S., Sosulski F.W.,** (1992) J.Am. Oil Chem..Soc. 69:1054.
6. **Malcolmson L.J., Vaisey-Genser M., Przybylski R., Eskin N.A.M.** (1994) J.Am.Oil Chem.Soc. 71:435.
7. **Moskowitz H.** (1977) CRC Crit.Rev. in Food Sci. And Nutr. 9:41.
8. **Niewiadomski H.** (1983) *Technologia nasion rzepaku.* WNT Waszawa.

Rozdział 7

1. *Bailey's Industrial Oil and Fat Products: Edible Oil and Fat Products* (1996) vol. 1 & 2, edited by Y. H. Hui, A. Wiley – Interscience Publication.
2. Codex Alimentarius FAO/WHO: Fat, Oils and Related Products, The Codex Alimentarius, vol. 8, Rome 2001.
3. **Krygier K.** (1997) *Światowa i krajowa pozycja rzepaku jako surowca oleistego*. Przemysł Spożywczy, 51, 29.
4. **Krygier K., Wroniak M., Dobczyński K., Kiełt I., Grześkiewicz S., Obiedziński M.** (1998) *Charakterystyka wybranych rynkowych olejów roślinnych tłoczonych na zimno.* Rośliny Oleiste, 19, 573-582.
5. **Niewiadomski H.** (1983) *Technologia nasion rzepaku.* WNT Waszawa.
6. **Niewiadomski H.** (1993) *Technologia tłuszczów jadalnych.* WNT Warszawa.
7. **Willet Walter C.** et al. *Mediterranean diet pyramid: a cultural model for healthy eating,* The American Journal of Clinical Nutrition; 1995; 6:1402-1406.
8. **Wroniak M.** (2001) *Studia nad wpływem wybranych czynników na jakość oleju rzepakowego tłoczonego na zimno i typu virgin*. Praca doktorska, SGGW, Warszawa.
9. www.fda.gov

Rozdział 8

1. **Milewska M., ACNielsen,** Detal dzisiaj, nr 13-14, 21 sierpnia 2008 r., str. 25.

10. Słownik i znaczenie skrótów

Znaczenie skrótów używanych w tekście:

AA – kwas arachidonowy

ALA – kwas alfa-linolenowy

BaP – benzo(a)piren, rakotwórczy pierścieniowy związek organiczny

ChNS – choroba niedokrwienna serca

DGLA – kwas dihomo-gamma-linolenowy

DHA – kwas dokozaheksaenowy

EPA – kwas eikozapentaenowy

GLA – kwas gamma-linolenowy

GMO (*Genetically Modified Organisms*) – genetycznie zmodyfikowane organizmy

LA – kwas linolowy

LK – liczba kwasowa

LOO – liczba nadtlenkowa

LT – leukotrieny

LTB – leukotrien B

MTN – masa tysiąca nasion [g]

MUFA – jednonienasycone (monoenowe) kwasy tłuszczowe

NNKT – niezbędne nienasycone kwasy tłuszczowe

OLA – kwas oleinowy

PG – prostaglandyny

PGI – prostacykliny

PUFA – wielonienasycone (polienowe) kwasy tłuszczowe

SFA – nasycone kwasy tłuszczowe

TFA – kwasy tłuszczowe trans

TX – tromboksany

TXA – tromboksan A

WHO – Światowa Organizacja Zdrowia

WWA – wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne

ZT – zakłady tłuszczowe

Słownik

- **Antyoksydanty (przeciwutleniacze)** – związki wychwytujące wolne rodniki i zapobiegające utlenianiu podwójnych wiązań w kwasach tłuszczowych
- **Benzo(a)piren** – związek pierścieniowy organiczny, najgroźniejszy przedstawiciel grupy związków WWA, bardzo niebezpieczne zanieczyszczenie żywności
- **Bielenie (odbarwianie)** – etap rafinacji oleju polegający na adsorpcyjnym usunięciu z oleju barwników, szczególnie chlorofilowych
- **Cholesterol** – lipid z grupy steroidów. Jego pochodne występują w błonie każdej komórki zwierzęcej, działając na nią stabilizująco i decydując o wielu jej własnościach. Jest także prekursorem licznych ważnych steroidów takich jak kwasy żółciowe czy hormony steroidowe. Potocznie cholesterolem nazywa się obecne w osoczu krwi substancje lipidowe – lipoproteiny, w skład których wchodzi też cholesterol
- **Cholesterol HDL** – (*high density lipoprotein*) substancje lipidowe osocza krwi zawierające cholesterol – tak zwany dobry cholesterol, transportuje cholesterol do wątroby, gdzie jest wydzielany z żółcią do jelit
- **Cholesterol LDL** – (*low density lipoprotein*) substancje lipidowe osocza krwi zawierające cholesterol – tak zwany zły cholesterol, powoduje odkładanie się cholesterolu w blaszkach miażdżycowych
- **Choroba wieńcowa** – (choroba niedokrwienna serca ChNS), pojęcie obejmujące wszystkie stany niedokrwienia mięśnia sercowego związane ze zmianami w tętnicach wieńcowych, wywołanych najczęściej miażdżycą
- **Choroby niezakaźne** – przewlekłe choroby występujące na skalę epidemiczną, w rozwoju których szczególną rolę odgrywają zaburzenia metaboliczne. Zalicza się do nich głównie miażdżycę, otyłość, cukrzycę, osteoporozę i dużą część nowotworów złośliwych
- **Desykacja roślin** – stosowanie środków chemicznych (desykantów) w celu przerwanie wegetacji, wysuszenia roślin przed zbiorem. Zabieg ten stosuje się na ok. 7 dni przed zbiorem
- **Dezodoryzacja (Odwanianie)** – usunięcie niepożądanych lotnych substancji przez próżniową destylację z parą wodną
- **Dyslipidemia** – podwyższone stężenie złego cholesterolu i triglicerydów, oraz obniżone stężenie dobrego cholesterolu

- **Eikozanoidy** – hormony tkankowe, których prekursorami są kwasy arachidonowy (AA), eikozapentaenowy (EPA) i dihomo-g-linolenowy (DGLA). Należą do nich prostaglandyny (PG), prostacykliny (PGI) i tromboksany (TX) określane razem jako prostanoidy oraz leukotrieny (LT)
- **Ekstrakcja oleju** – wydobywanie oleju z surowców oleistych za pomocą rozpuszczalnika, najczęściej heksanu
- **Estryfikacja oleju** – reakcja wymiany glicerolu na metanol lub etanol w triacyloglicerolu (trójglcerydach) celem otrzymania estrów metylowych lub etylowych kwasów tłuszczowych
- **Fitosterole** – sterole roślinne, syntetyzowane wyłącznie przez rośliny, będące strukturalnymi i funkcjonalnymi analogami cholesterolu
- **Fosfolipidy** – główny składnik ścian komórkowych, związek występujący w olejach surowych, np. lecytyna
- **Gatunek** – podstawowa jednostka taksonomiczna w systematyce roślin i zwierząt
- **Genetyka** – nauka o zmienności i dziedziczności u istot żywych
- **Glukozynolany (tioglikozydy)** – metabolity wtórne występujące u *Brassicaceae* łącznie z rozkładającym je enzymem mirozynazą. Należą do grupy tioglikozydów, nazywane także olejkami gorczycznymi. Podczas uszkodzenia komórek następuje rozkład glukozynolanów do toksycznych produktów takich jak tiocyjaniany, izotiocyjaniany, nitryle, epitionitryle oksazolidyntiony. Produkty rozkładu glukozynolanów wykazują właściwości antyżywieniowe (głównie z glukozynolanów alkenowych), goitrogenne, ale również ochronne (antynowotworowe – glukozynolany indolowe) dla zwierząt wyższych i człowieka
- **Gorczyca biała** – *Sinapis alba* (ang. *white mustard, yellow mustard*; fr. *moutarde blanche*; niem. *weisser Senf*)
- **Gorczyca czarna** – *Brassica nigra* (ang. *black mustard*, fr. *moutarde noire*; niem. *Schwarzer Senf, Senf-Kohl*)
- **Gorczyca sarepska** – *Brassica juncea* (ang. *Indian mustard, brown mustard, Chinese mustard;* fr. *moutarde de Chine, moutarde de Sarepta*; niem. *Ruten-Kohl, Rutensenf, Sareptasenf, indischer Senf*)
- **Hodowla roślin** – dyscyplina zajmująca się ulepszaniem roślin w zakresie cech jakościowych i ilościowych w oparciu o genetykę oraz ocenę i selekcję potomstw w celu wytworzenia nowej odmiany
- **Inżynieria genetyczna** – technologia, która pozwala na uzyskanie między innymi odmian roślin o cechach niemożliwych do otrzymania na drodze hodowli konwencjonalnej, cechach nie występujących naturalnie w obrębie danego gatunku

- **Izomery trans** – nienasycone kwasy tłuszczowe, których podwójne wiązanie ma konfigurację trans, wszystkie zawarte w oleju rzepakowym mają konfigurację cis, izomery trans powstają głównie w trakcie utwardzania (wodorownia) oleju
- **Jednonienasycone (monoenowe) kwasy tłuszczowe** – (MUFA *monounsaturated fatty acids*) kwasy tłuszczowe posiadające w łańcuchu węglowym jedno podwójne wiązanie
- **Karotenoidy** – grupa organicznych związków chemicznych, węglowodory nienasycone o szczególnej budowie, żółte, czerwone i pomarańczowe barwniki roślinne, należą do naturalnych przeciwutleniaczy. Karotenoidy należą do prekursorów witaminy A i są głównym dietetycznym źródłem tej witaminy u człowieka
- **Kohorta** – pierwotnie oddział legionów rzymskich około 300 ludzi. W badaniach medycznych grupa ludzi uczestniczących w doświadczeniu
- **Kwas alfa-linolenowy** – ALA – ($C_{18:3}$) wielonienasycony kwas tłuszczowy o osiemnastu atomach węgla w łańcuchu i trzech podwójnych wiązaniach w położeniu omega-3,6,9 wszystkie w konfiguracji cis. Prekursor kwasów omega-3 w organizmie ludzkim. Izomer kwasu linolenowego występujący w oleju rzepakowym, niestety w wielu olejach roślinnych tylko w ilości poniżej 1%
- **Kwas arachidonowy** – AA – ($C_{20:4}$) wielonienasycony kwas tłuszczowy o dwudziestu atomach węgla w łańcuchu i czterech podwójnych wiązaniach w położeniu omega-6,9,12,15 wszystkie w konfiguracji cis
- **Kwas dihomo-g-linolenowy** – DGLA – ($C_{20:3}$) wielonienasycony kwas tłuszczowy o dwudziestu atomach węgla w łańcuchu i trzech podwójnych wiązaniach w położeniu omega-6,9,12 wszystkie w konfiguracji cis
- **Kwas dokozaheksaenowy** – DHA – ($C_{22:6}$) wielonienasycony kwas tłuszczowy o dwudziestu dwu atomach węgla w łańcuchu i sześciu podwójnych wiązaniach w położeniu omega-3,6,9,12,15,18 wszystkie w konfiguracji cis – powstaje w organizmie ludzkim z kwasu alfa-linolenowego poprzez kwas eikozapentaenowy
- **Kwas eikozapentaenowy** – EPA wielonienasycony kwas tłuszczowy o dwudziestu atomach węgla w łańcuchu i pięciu podwójnych wiązaniach w położeniu omega-3,6,9,12,15 wszystkie w konfiguracji cis – powstaje w organizmie ludzkim z kwasu alfa-linolenowego
- **Kwas erukowy** – ($C_{22:1}$) kwas tłuszczowy jednonienasycony o 22 atomach węgla w łańcuchu i podwójnym wiązaniu w położeniu omega-9 w konfiguracji cis
- **Kwas gamma-linolenowy** – GLA – ($C_{18:3}$) wielonienasycony kwas tłuszczowy o osiemnastu atomach węgla w łańcuchu i trzech podwójnych wiązaniach w położeniu omega-6,9,12 wszystkie w konfiguracji cis. Prekursor kwasów omega-6 w organizmie ludzkim

- **Kwas linolenowy** – zobacz kwasy alfa i gamma-linolenowe
- **Kwas linolowy** – LA – ($C_{18:2}$) wielonienasycony kwas tłuszczowy o osiemnastu atomach węgla w łańcuchu i dwu podwójnych wiązaniach w położeniu omega-6,9 wszystkie w konfiguracji cis. Główny prekursor kwasów omega-6 w organizmie ludzkim
- **Kwas oleinowy** – (OLA) kwas tłuszczowy jednonienasycony o osiemnastu atomach węgla i jednym podwójnym wiązaniu w położeniu omega-9 i konfiguracji cis. Obniża poziom cholesterolu w krwi, głównie LDL. Olej rzepakowy jest bogatym źródłem tego kwasu
- **Kwasy tłuszczowe** – związki organiczne składające się z łańcucha węglowego zakończonego z jednego końca grupą metylową, a z drugiego końca kwasową grupą karboksylową
- **Kwasy tłuszczowe jednonienasycone (monoenowe)** – (MUFA *monounsaturated fatty acids*) kwasy tłuszczowe posiadające w łańcuchu węglowym jedno podwójne wiązanie
- **Kwasy tłuszczowe nasycone** – kwasy tłuszczowe nie posiadające w łańcuchu węglowym podwójnych wiązań. Najmniej korzystna zdrowotnie grupa kwasów tłuszczowych; olej rzepakowy zawiera ich najmniej
- **Kwasy tłuszczowe nienasycone** – korzystna zdrowotnie grupa kwasów tłuszczowych z co najmniej jednym wiązaniem nienasyconym; olej rzepakowy zawiera ich najwięcej
- **Kwasy tłuszczowe omega-3 (n-3)** – kwasy tłuszczowe mające pierwsze wiązanie podwójne przy 3. atomie węgla od końca metylowego łańcucha kwasowego; najbardziej wartościowa i deficytowa żywieniowo (praca serca, mózgu, oczu) grupa kwasów tłuszczowych
- **Kwasy tłuszczowe omega-6 (n-6)** – kwasy tłuszczowe mające pierwsze wiązanie podwójne przy 6. atomie węgla od końca metylowego łańcucha kwasowego; w przeciwieństwie do kwasów omega-3, na ogół nie występuje ich deficyt w diecie człowieka
- **Kwasy tłuszczowe wielonienasycone (polienowe)** – (PUFA polyunsaturated fatty acids) kwasy tłuszczowe zawierające dwa lub więcej wiązań podwójnych w łańcuchu kwasowym
- **Kwintyl** – jedna piąta (20%)
- **Leukotrieny** – (LTB) powstają w krwinkach białych, pośredniczą w procesach zapalnych. Z kwasu arachidonowego powstają silne leukotrieny LTB4, natomiast z EPA powstają leukotrieny słabsze (LTB5), przez co odczyn zapalny w ścianie miażdżycowo zmienionej tętnicy jest słabszy
- **Liczba kwasowa** – LK [mgKOH/g] – ilość mg KOH potrzebnego do zneutralizowania wolnych kwasów tłuszczowych w 1 g oleju. W czasie przechowywania ilość wolnych kwasów tłuszczowych wzrasta w wyniku hydrolizy, dlatego też podwyższoną wartość LK można traktować jako jedną z cech tłuszczu nieświeżego

- **Liczba nadtlenkowa** – LOO [milirównoważniki tlenu aktywnego/kg] jest wykładnikiem zawartości nadtlenków występujących jako produkty utleniania tłuszczów i świadczy o tempie zmian oksydacyjnych oleju
- **Margaryny miękkie czyli kubkowe** – przeznaczone do smarowania pieczywa, łatwo rozsmarowują się bezpośrednio po wyjęciu z lodówki gdyż zawieraja bardzo dużo olejów ciekłych
- **Margaryny twarde czyli kostkowe** – przeznaczone do używania w piekarnictwie i przetwórstwie spożywczym
- **Masa 1000 nasion [g]** – MTN – oznaczana wg normy PN-68/R-7417. Wskaźnik ten służy do oceny dojrzałości nasion oraz ich dorodności, oraz do stopnia starzenia się oleju
- **Miażdżyca** – choroba tętnic średniego i dużego kalibru, powodowana odkładaniem się cholesterolu w błonie wewnętrznej, co wywołuje przewlekły odczyn zapalny i rozplem tkanki włóknistej. Następstwem jest zwężenie światła tętnicy i utrudnienie przepływu krwi
- **Neutralizacja (odkwaszanie)** – chemiczne usunięcie wolnych kwasów tłuszczowych najczęściej za pomocą ługu sodowego
- **NNKT** – niezbędne nienasycone kwasy tłuszczowe – kwasy tłuszczowe zawierające podwójne wiązania, syntetyzowane tylko przez rośliny, ale niezbędne w diecie człowieka, ponieważ są konieczne dla funkcjonowania organizmu człowieka
- **Nutraceutyki** – środki spożywcze łączące w sobie wartości żywieniowe i cechy środków farmaceutycznych
- **Odbarwianie (bielenie)** – etap rafinacji oleju polegający na adsorpcyjnym usunięciu z oleju barwników, szczególnie chlorofilowych
- **Odkwaszanie (neutralizacja)** – chemiczne usunięcie wolnych kwasów tłuszczowych najczęściej za pomocą ługu sodowego
- **Odmiana** – w odniesieniu do roślin uprawnych jest to populacja, powstała w wyniku zabiegów hodowlanych, składająca się z osobników o jednakowych cechach, odpowiadających oficjalnie uznanym standardom i zachowująca te same cechy przy rozmnażaniu właściwym dla danej odmiany
- **Odszlamowanie (odśluzowanie)** – etap procesu rafinacji oleju mający na celu przede wszystkim usunięcie związków fosforowych
- **Odwanianie (dezodoryzacja)** – usunięcie niepożądanych lotnych substancji przez próżniową destylację z parą wodną

- **Olej lniany** – olej otrzymywany z nasion lnu o wysokiej ponad 50% zawartości kwasu alfa-linolenowego
- **Olej lniany wysokolinolowy** – olej otrzymywany z nasion kanadyjskich lnów typu linola cechujący się bardzo niekorzystnym stosunkiem kwasów linolowy/alfa-linolenowy (65/2)
- **Olej palmowy** – olej produkowany z miąższu owoców palmy. Z pestek tych owoców produkuje się tzw. olej z ziaren palmowych. Oleje te znacznie różnią się składem kwasów tłuszczowych, jak i substancji towarzyszących, głównie karotenoidów i tokoferoli
- **Olej rafinowany** – olej spożywczy po procesie oczyszczania, o jasnej barwie, bez smaku i zapachu
- **Olej rzepakowy tłoczony na zimno** – olej rzepakowy tłoczony w temperaturze nie przekraczającej 40-50^{0}C
- **Olej rzepakowy z pierwszego tłoczenia** – olej otrzymywany w olejarni przez tłoczenie i rafinowany oddzielnie bez domieszki oleju z ekstrakcji
- **Olej słonecznikowy** – olej otrzymywany z niełupek słonecznika
- **Olej sojowy** – olej produkowany z nasion soi
- **Olej surowy** – olej po tłoczeniu i/lub ekstrakcji wymagający oczyszczenia (rafinacji)
- **Olejarnia** – dział przerobu nasion, produkujący oleje roślinne
- **Oliwa z oliwek** – olej z owoców drzewa oliwnego
- **Osnowa tłuszczowa** – część tłuszczowa margaryny
- **Polifenole** – organiczne związki aromatyczne zawierające dwie lub więcej grup hydroksylowych. Antyutleniacze
- **Prostaglandyny** – (PG) powstająca z kwasu arachidonowego PGE_2 ma działanie prozapalne, pro nowotworowe, natomiast synteza PGE_3 z kwasu eikozapentaenowego zachodzi z bardzo niską wydajnością lub nie zachodzi wcale, z tego powodu jej działanie prozapalne jest mniejsze
- **Prostacykliny** – (PGI) osłabiają prozakrzepowe działanie tromboksanów, a ponadto wywierają działania rozkurczające na naczynia krwionośne. PGI_2 (powstająca z kwasu arachidonowego) i PGI_3 (powstająca z kwasu eikozapentaenowego) są równie silne
- **Przeciwutleniacze (antyoksydanty)** – związki wychwytujące wolne rodniki i zapobiegające utlenianiu podwójnych wiązań w kwasach tłuszczowych
- **Rafinacja** – olej surowy poddaje się rafinacji polegającej na filtrowaniu, odśluzowywaniu, odkwaszaniu, odbarwianiu oraz uwalnianiu od niepożądanych zapachów na drodze różnych procesów chemicznych i mechanicznych

- **Rzepak** – (*Brassica napus L. ssp. oleifera Metzg.*), ozima lub jara roślina oleista z rodziny kapustowate (*Brassicaceae*, dawniej krzyżowe *Cruciferae*), plemienia kapustne (*Brassiceae*), rodzaju kapusta (*Brassica*). Uprawiana w strefie umiarkowanej – nasiona są ważnym surowcem do produkcji oleju jadalnego. (ang. *rapeseed, oilseed rape, swede rape*; fr. *colza*; niem *Raps*, kanad. *Argentine rapeseed*)
- **Rzepak bezerukowy** – odmiany pozbawione kwasu erukowego, ale o normalnej wysokiej zawartości glukozynolanów. Były uprawiane w Polsce od roku 1976, w ciągu lat 1985-1989 zostały zastąpione odmianami podwójnie ulepszonymi
- **Rzepak podwójnie ulepszony** – uprawiane obecnie odmiany pozbawione kwasu erukowego i obniżonej dziesięciokrotnie zawartości szkodliwych związków siarkowych zwanych glukozynolanami. Zostały wyhodowane w oparciu o naturalną zmienność genetyczną bez uciekania się do korzystania z obcego DNA, nie mają nic wspólnego z GMO
- **Rzepik** – (*Brassica rapa syn. campestris var. Oleifera*), jara lub ozima roślina oleista, także pastewna, z rodziny kapustowatych (dawniej krzyżowych); odporny na niskie temperatury, spokrewniona z rzepą. (ang. *turnip rape*; fr. *navette*; niem. *Rübenreps, Rübsen, Ölrübe*, kanad. *Polish rapeseed*, indyjskie *toria, sarson*)
- **Sinapina (synapina)** – ester kwasu sinapinowego i choliny jest charakterystyczny dla rodziny *Brassicacae* (*Cruciferae*). Należy do grupy związków zwanych fenolokwasami, posiada właściwości przeciwutleniające (antyoksydant)
- **Stabilność oleju** – odporność na zepsucie (jełczenie), zarówno podczas przechowywania, jak i procesów technologicznych czy kulinarnych np. smażenia
- **Sterole** – fitosterole, związki organiczne występujące w olejach roślinnych, cenne pod względem zdrowotnym
- **Śruta rzepakowa** – pozostałość po ekstrakcji oleju z nasion rzepaku lub z wytłoków
- **Tłoczenie oleju** – wydobywanie oleju z surowców oleistych za pomocą pras, dziś najczęściej ślimakowych
- **Tłoczenie oleju na zimno** – tłoczenie oleju w temperaturze nie przekraczającej 40-50^{0}C
- **Tokoferole** – patrz witamina E
- **Transformacja genetyczna** (inaczej transgeneza) – proces, w którym fragment DNA zostaje wprowadzony do komórki, a następnie włączony do genomu; efektem jest pojawienie się nowej właściwości organizmu warunkowanej przez informację genetyczną zawartą w tym fragmencie
- **Triacyloglicerole** – cząsteczki tłuszczu, estry glicerolu i kwasów tłuszczowych

- **Tromboksany** – (TXA) zwiększają zlepność płytek krwi i ich przyleganie do śródbłonka tętnic, działają prozakrzepowo, nasilają kurczliwość naczyń i serca. Tromboksan TXA_2, powstający z kwasu arachidonowego, działa silniej niż TXA_3, powstający z kwasu eikozapentaenowego EPA
- **Wielonienasycone (polienowe) kwasy tłuszczowe** – (PUFA *polyunsaturated fatty Acids*) kwasy tłuszczowe o dwu lub więcej podwójnych wiązaniach w łańcuchu węglowym
- **Wielopierścieniowe Węglowodory Aromatyczne** – WWA – większość z nich to związki bardzo niebezpieczne, ponieważ wywołują zmiany nowotworowe w różnych tkankach, niezwykle niebezpieczne zanieczyszczenie żywności
- **Witamina E** – jako związek antyoksydacyjny zapobiega utlenianiu witaminy A, nienasyconych kwasów tłuszczowych i innych lipidów, uniemożliwiając tym samym tworzenie się toksycznych produktów i zapobiega rozwojowi miażdżycy naczyń krwionośnych. Obniża podwyższony poziom lipidów w surowicy krwi. Istnieje co najmniej osiem postaci witaminy E zwanych tokoferolami, które są rozpuszczalne w tłuszczach. Poszczególne tokoferole (α, β, γ) różnią się między sobą jedynie liczbą i umiejscowieniem grup metylowych przy pierścieniu benzenowym
- **Wolne rodniki** – bardzo aktywne chemicznie związki mające niesparowane elektrony na orbitach atomowych
- **Zakłady tłuszczowe** – zakłady przemysłowe produkujące oleje i tłuszcze spożywcze
- **Zbiór dwuetapowy** – etap I: koszenie roślin na pokosy w fazie dojrzałości technicznej; etap II: zbiór wyschniętych pokosów kombajnem
- **Zbiór jednoetapowy** – zbiór rzepaku kombajnem, gdy rośliny uzyskują dojrzałość pełną
- **Żywność funkcjonalna** – żywność dająca korzyści zdrowotne ponad odpowiednio wystarczający efekt żywieniowy oraz posiadająca składniki działające w zakresie poprawy jednej lub więcej funkcji organizmu człowieka, wpływając korzystnie na stan zdrowia i/lub na obniżenie ryzyka choroby

PSPO
POLSKIE STOWARZYSZENIE
PRODUCENTÓW OLEJU

Polskie Stowarzyszenie Producentów Oleju jest organizacją branży przetwórstwa nasion oleistych o zasięgu ogólnopolskim i skupia przedstawicieli wszystkich wiodących firm przemysłu tłuszczowego.

Misja

Misją Stowarzyszenia jest działanie na rzecz tworzenia warunków dla wzrostu konkurencyjności polskiego sektora olejowego.

Miejsce w branży

Firmy zrzeszone w Polskim Stowarzyszeniu Producentów Oleju przerobiły w 2008 roku ok. 1,73 mln ton nasion rzepaku, co stanowiło ok. 88% krajowego przerobu i wyprodukowały:

- **90%** krajowej produkcji oleju rzepakowego, czyli ok. 700 tys. ton,
- **92%** krajowej produkcji śruty rzepakowej, czyli ok. 900 tys. ton,
- **64%** krajowej produkcji makuchu rzepakowego, czyli ok. 125 tys. ton.

Zarząd

dr inż. Roman Rybacki – prezes zarządu
Grzegorz Marchwiński – wiceprezes zarządu
Stanisław Rosnowski – wiceprezes zarządu

Biuro

dr inż. Lech Kempczyński – dyrektor generalny
Ewa Myśliwiec – dyrektor biura

PSPO
POLSKIE STOWARZYSZENIE PRODUCENTÓW OLEJU

Polskie Stowarzyszenie Producentów Oleju
ul. Grzybowska 2 lok. 49, 00-930 Warszawa
tel.: 022 313 07 88; fax: 022 436 39 66
e-mail: biuro@pspo.com.pl; www.pspo.com.pl

Zakłady Tłuszczowe „Kruszwica" S.A.
ul. Niepodległości 42
88-150 Kruszwica
tel. centrala: (052) 35 35 100
fax: (052) 35 15 199
e-mail: ztkruszwica@ztkruszwica.pl
www.ztkruszwica.pl
skup rzepaku: (052) 35 35 307
sprzedaż oleju: (052) 35 35 252
sprzedaż śruty: (052) 3535 252

ADM Szamotuły Sp. z o.o.
ul. Chrobrego 29
64-500 Szamotuły
tel. centrala: (061) 29 29 300
fax: (061) 29 29 396
e-mail: handel@admworld.com
skup rzepaku: (061) 29 29 388
sprzedaż oleju: (061) 29 29 390
sprzedaż śruty: (061) 29 29 389

Elstar Oils S.A.
ul. Ogólna 1G
82-300 Elbląg
tel. 055 239 80 00
fax. 055 239 80 01
e-mail: elstaroils@elstaroils.pl
www.elstaroils.pl
skup rzepaku: (055) 239 80 52
sprzedaż oleju: (055) 239 80 61
sprzedaż śruty: (055) 239 80 52

Zakłady Tłuszczowe „Bielmar" Sp. z o.o.
ul. Sempołowskiej 63
43-300 Bielsko - Biała
tel. (033) 81 98 200
fax: (033) 81 98 366
e-mail: bielmar@bielmar.com.pl
www.bielmar.com.pl
skup rzepaku: (033) 81 98 359
sprzedaż oleju: (033) 81 98 310
sprzedaż makuchu: (033) 81 98 359 i 358

Zakłady Tłuszczowe w Bodaczowie Sp. z o.o.
Bodaczów
22-460 Szczebrzeszyn
tel. (084) 682 20 90
fax: (084) 682 20 91
e-mail:ztb@ztb.pl
www.ztb.pl
skup rzepaku: (084) 682 20 17
sprzedaż oleju: (084) 682 20 92
sprzedaż śruty: (084) 682 20 90

Zakłady Przemysłu Tłuszczowego w Warszawie S.A.
ul. Radzymińska 122/124
03-547 Warszawa
tel. (022) 597 41 00
fax: (022) 679 56 79
e-mail: zpt@zpt.pl
www.zpt.com.pl
skup rzepaku: (022) 597 43 08
sprzedaż oleju: (022) 597 41 20
sprzedaż śruty: (022) 597 41 20

PPHU „Kamex" Henryk Kramski
ul. Józefa Czapskiego 55
Brzezie k/ Sulechowa
66-100 Sulechów
tel. (068) 385 33 21
fax: (068) 385 33 21
e-mail: kamex@kamex.net.pl
www.kamex.net.pl
skup rzepaku: (068) 385 33 21
sprzedaż oleju: (068) 352 99 28
sprzedaż makuchu: (068) 352 99 52

LORGAN S.A.
ul. Tartaczna 1
84-200 Wejherowo
tel. (058) 771 50 00
fax: (058) 771 50 50
e-mail: biuro@lorgan.com.pl
www.nagrol.com.pl
skup rzepaku: (058) 572 27 43, kom. 604 758 197
sprzedaż oleju: (058) 572 27 43, kom. 604 758 197
sprzedaż makuchu: (058) 572 27 43, kom. 604 758 197

Petroestry Sp. z o.o.
Malczewo 14
62-242 Jarząbkowo
tel. (061) 42 72 131
fax: (061) 42 72 132
e-mail: info@petroestry.pl
www.petroestry.pl
skup rzepaku: (061) 427 21 31
sprzedaż oleju: (061) 427 21 31
sprzedaż makuchu: (061) 427 21 31

prof. dr hab. Jan Krzymański
Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin
Oddział w Poznaniu

prof. dr hab. Iwona Bartkowiak-Broda
Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin
Oddział w Poznaniu

prof. dr hab. Krzysztof Krygier
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

prof. dr hab. Wiktor B. Szostak
Instytut Żywności i Żywienia w Warszawie

prof. dr hab. Jerzy Tys
Instytut Agrofizyki PAN w Lublinie

dr inż. Stanisław Ptasznik
Instytut Przemysłu Mięsnego i Tłuszczowego w Warszawie

dr inż. Małgorzata Wroniak
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

PSPO
POLSKIE STOWARZYSZENIE PRODUCENTÓW OLEJU

Polskie Stowarzyszenie Producentów Oleju
ul. Grzybowska 2 lok. 49, 00-930 Warszawa
tel.: 022 313 07 88; fax: 022 436 39 66
e-mail: biuro@pspo.com.pl; www.pspo.com.pl

ISBN 78-83-927541-8-3