ANDRZEJ WĘGIEL¹, PAULINA NOWACZYK², ANGELIKA ŚMIDOWICZ²,
BLANKA WIATROWSKA³

¹Katedra Urządzania Lasu

²Katedra Higieny Żywienia Człowieka

³Katedra Botaniki Leśnej

Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

Wojska Polskiego 28, 60-637 Poznań

E-mail: wegiel@up.poznan.pl

WŁAŚCIWOŚCI OLEJU PALMOWEGO I WPŁYW PLANTACJI OLEJOWCA GWINEJSKIEGO (*ELAEIS GUINEENSIS* JACQ.) NA ŚRODOWISKO

WSTĘP

Olej palmowy powszechnie wykorzystywany jest w przemyśle spożywczym, kosmetycznym i energetycznym. Jest on składnikiem wielu produktów żywnościowych, takich jak: margaryna, wyroby mleczne, czekolada, chipsy, batony, pieczywo, zupy instant, sosy czy dania gotowe. Zwłaszcza na terenach Azji Południowo-Wschodniej, powszechnie stosuje się go do smażenia. Wchodzi on także w skład wielu kosmetyków i środków czystości oraz biopaliw i olejów silnikowych.

Olej ten pozyskiwany jest z owoców olejowca gwinejskiego (*Elaeis guineensis* Jacq.), zwanego popularnie palmą olejową. Plantacje tej rośliny zajmują ogromne obszary strefy tropikalnej, głównie w Azji Południowo-Wschodniej. Coraz częściej zwraca się uwagę na fakt, że wielka skala tej produkcji może wywołać poważne konsekwencje środowiskowe. Zakładanie plantacji olejowca gwinejskiego powoduje bowiem wycinanie ogromnych połaci lasów, osuszanie mokradeł, wzrost emisji dwutlenku węgla oraz zwiększenie ryzyka wystąpienia pożarów i powodzi. Z drugiej strony, produkcja oleju palmowego stymuluje rozwój gospodarczy regionów, w których się go wytwarza. Jest też odpowiedzią na rosnące zapotrzebowanie na żywność i energię, związane ze wzrostem liczby ludności na świecie.

Niejednoznaczny pozostaje wpływ spożycia oleju palmowego na zdrowie człowieka. Pod powszechnie stosowaną nazwą „olej pal-

mowy” kryje się kilka różnych postaci tego produktu, o różnym stopniu przetworzenia i odmiennej wartości odżywczej. Problematyczny jest również fakt, że przeważająca część spożywanego oleju palmowego, pochodzi z tzw. produktów o wysokim stopniu przetworzenia. Wartość odżywcza takich produktów i ich wpływ na zdrowie jest wypadkową działania wszystkich składników obecnych w produkcie, a dodatkowo może być modyfikowana sposobem ich przygotowania do spożycia.

PLANTACJE OLEJOWCA GWINEJSKIEGO

Olejowiec gwinejski jest palmą pochodzącą z Afryki, powszechnie uprawianą na plantacjach w całej strefie tropikalnej (Ryc. 1), zdecydowana większość jego plantacji znajduje się jednak w Azji Południowo-Wschodniej. Dwaj najwięksi producenci oleju palmowego to Indonezja i Malezja, którzy łącznie pokrywają ponad 85% światowego zapotrzebowania na ten surowiec (GAVEAU i współaut. 2016).

Produkcja olejów roślinnych to obecnie najszybciej rozwijająca się gałąź rolnictwa, a plantacje wytwarzające olej palmowy, w porównaniu do upraw innych roślin oleistych, charakteryzują się największą produktywnością. Ich wydajność wynosząca 4,2 tony/ha/rok jest około czterokrotnie wyższa niż wydajność innych upraw roślin oleistych (Ryc. 2). Olej palmowy charakteryzuje się też

Ryc. 1. Plantacja olejowca gwinejskiego na Suma-
trze (fot. A. Węgiel).

najniższymi kosztami produkcji (TAN i współaut. 2009), co powoduje, że obecnie jest on najczęściej wytwarzanym olejem roślinnym na świecie (EDWARDS i współaut. 2014).

Skala tego zjawiska stwarza wiele problemów środowiskowych i etycznych. Wśród problemów tych wymienia się m.in.: usuwanie wielkich połaci lasów deszczowych w strefie tropikalnej, osuszanie mokradeł, negatywne oddziaływanie powstających przy jego produkcji ścieków na ekosystemy wodne i lądowe (AFRIYANTI i współaut. 2016), konflikty społeczne wynikające z praw związanych z własnością gruntów czy ograniczanie dostępu lokalnej ludności do zasobów środowiska (SUMARGA i HEIN 2016).

Ważny jest także społeczno-gospodarczy aspekt tej działalności. Plantacje olejowca gwinejskiego są bowiem ważnym elementem rozwoju wielu krajów położonych w strefie tropikalnej, a ich zakładanie sprzyja rozwojowi obszarów wiejskich i zapewnia pracę lokalnej ludności (AFRIYANTI i współaut. 2016). W miejscach, gdzie koszty pracy i gruntów są stosunkowo niskie, a alternatywne możliwości zarobku są ograniczone, plantacje przynoszą istotne dochody dla ludności (GAVEAU i współaut. 2016). Z punktu widzenia rolników istotna jest także stosunkowo mała pracochłonność prowadzenia plantacji i brak sezonowości zbiorów (TSUJINO i współaut. 2016).

WYLESIANIE OBSZARÓW TROPICALNYCH

Zakładanie plantacji palmy olejowej uznaje się za główną przyczynę wylesień w Azji Południowo-Wschodniej (CARRASCO i współaut. 2014). Wzrost zapotrzebowania na olej palmowy prowadzi do rozwoju tej gałęzi rolnictwa, a ponieważ zasięg olejowca gwi-

Ryc. 2. Wydajność upraw roślin oleistych: palmy olejowej, rzepaku, słonecznika, palmy kokosowej i soi; olej w tonach na ha na rok (na podstawie: TAN i współaut. 2009).

nejskiego ogranicza się do wilgotnych obszarów tropikalnych, najczęściej odbywa się to kosztem terenów zajmowanych przez okołorównikowe lasy deszczowe.

Zakładanie plantacji olejowca gwinejskiego wpływa na powstawanie wylesień m.in. poprzez (i) wykonywane zrębów w celu uzyskania miejsca pod plantację, (ii) wyrąb lasów dla uzyskania funduszy ze sprzedaży drewna na pokrycie kosztów założenia plantacji oraz pośrednio, (iii) poprzez budowę sieci dróg do wcześniej niedostępnych obszarów (FITZHERBERT i współaut. 2008).

Indonezja (największy producent oleju palmowego) na początku XX w. była prawie w całości pokryta lasem, jej lesistość wynosiła około 99%. W wyniku prowadzonych od lat 70. intensywnych wylesień, jej lesistość spadła do 49,8% w 2015 r. Z danych FAO wynika, że powierzchnia lasów w tym kraju zmniejszyła się z 118,5 mln ha w 1990 r. do 91,0 mln ha w 2015 r. (TSUJINO i współaut. 2016). Plantacje palmy olejowej zakładane były w tym kraju już od 1911 r., początkowo jednak bardzo mało intensywnie. W latach 2005-2011 tempo ich ekspansji wynosiło średnio 514 tys. ha na rok (Ryc. 3), przez co w 2010 r. zajmowały już 7,7 mln ha (SUMARGA i HEIN 2016).

Trudno jest dokładnie określić w jakim stopniu bezpośrednią przyczyną wylesień jest produkcja oleju palmowego. Niektóre tereny wylesiane są z innych powodów, a następnie przeznaczone na plantacje, co może być błędnie identyfikowane. Dane dotyczące użytkowania gruntu często nie pozwalają jednoznacznie określić, w których miejscach lasy były wycinane na potrzeby założenia plantacji, a w których plantacje były zakładane na terenach wcześniej zdegradowanych przez pożary lub nielegalny wyrąb (FITZHERBERT i współaut. 2008). Jak zauważa TAN i współaut. (2009), rolnicy wolą zakładać plantacje na terenach pokrytych lasem, by uzyskać przychód ze sprzedaży drewna i

Ryc. 3. Zmiany powierzchni (w mln ha) upraw palmy olejowej, ryżu i kaczukowca w Indonezji w latach 1950-2015 (na podstawie: TSUJINO i współaut. 2016).

przeznaczyć go na pokrycie kosztów nasadzeń. W Indonezji, ze względu na niejasny system własności, regionalną autonomię i powszechną korupcję, łatwiejsze jest bowiem uzyskanie koncesji na wyrąb lasu pod plantację niż na pozyskanie drewna. Znane są więc przypadki porzucania zrębów wykonanych pod pretekstem zakładania plantacji (MUKHERJEE i SOVACOL 2014).

WPLYW PLANTACJI OLEJOWCA GWINEJSKIEGO NA RÓŻNORODNOŚĆ BIOLOGICZNĄ

Aż 44% wszystkich gatunków roślin naczyniowych i 35% wszystkich gatunków kręgowców występuje na obszarze 25 centrów różnorodności biologicznej (tzw. „hot-spoty”), które zajmują zaledwie 1,4% powierzchni Ziemi (MYERS i współaut. 2000). W Azji Południowo-Wschodniej wyróżniono 4 hot-spoty, o odmiennej historii geologicznej, charakteryzujące się bardzo dużą liczbą gatunków rzadkich i endemicznych (występujących tylko na tym obszarze). Jednym z nich jest „SUNDALAND”, obejmujący swoim zasięgiem Malezję i większą część Indonezji, w tym m.in. Sumatrę, Borneo i Jawę (SODHI i współaut. 2004). W obrębie hot-spotu „SUNDALAND” endemicznych jest ok. 35% gatunków ssaków, 17% ptaków, 62% gadów, 79% płazów i 60% gatunków roślin, z których wiele związanych jest wyłącznie z siedliskami leśnymi (SODHI i współaut. 2004).

Mimo że lasy Azji Południowo-Wschodniej są jednymi z najbogatszych ekosystemów lądowych (Ryc. 4), jednocześnie należą do najbardziej zagrożonych (LAURANCE 2007). W porównaniu z innymi regionami pokrytymi lasami tropikalnymi, Azja Południowo-Wschodnia charakteryzuje się największym wskaźnikiem wylesienia (ACHARD i współaut. 2002), co związane jest z masową uprawą

Ryc. 4. Naturalne lasy deszczowe cechuje bardzo wysoka różnorodność biologiczna – wilgotny las równinowy w Parku Narodowym Gunung Leuser na Sumatrze (fot. A. Węgiel).

olejowca gwinejskiego (FITZHERBERT i współaut. 2008, KOH i WILCOVE 2008). Pomimo zauważalnego wpływu uprawy tej rośliny na różnorodność biologiczną (ARATRAKORN i współaut. 2006, SCHARLEMANN i LAURANCE 2008), brakuje pełnego oszacowania kosztów środowiskowych tej działalności (GROOM i współaut. 2008, TURNER i współaut. 2008). Dowiedziano jednak, że siedliska, na których założono plantacje są silnie zniekształcone. W porównaniu z naturalnym lasami mają one inny mikroklimat. Dobowa temperatura powietrza jest tam wyższa średnio o 2,8°C, a wilgotność powietrza, wyrażona prężnością pary wodnej, niższa (LUSKIN i POTTS 2011), co wraz z innymi czynnikami wpływa na obniżenie różnorodności biologicznej tych terenów (FITZHERBERT i współaut. 2008, KOH i WILCOVE 2008, DANIELSEN i współaut. 2009).

W porównaniu z rozpowszechnionymi w Azji Południowo-Wschodniej plantacjami innych gatunków drzew, na przykład kaczukowca (*Hevea brasiliensis*) czy akacji (*Acacia mangium*), na plantacjach olejowca stwierdzono najmniejsze podobieństwo gatunkowe występujących tam organizmów do zbiorowisk leśnych (FITZHERBERT i współaut. 2008). Plantacje wpływają na coraz większą fragmentację naturalnych ekosystemów, co utrudnia migrację zwierząt (STRUEBIG i współaut. 2008), a poprzez zwiększenie długości krawędzi lasu, naraża istniejące ekosystemy na szkodliwe oddziaływanie efektu brzegowego (FISCHER i LINDENMAYER 2007).

Porównanie różnorodności biologicznej występujących w Azji Południowo-Wschodniej lasów dwuskrzydłowych i plantacji olejowca gwinejskiego, przeprowadzone na podstawie wyników wielu badań wykazało, że na plantacjach występuje 23% gatunków kręgowców

i 31% gatunków bezkręgowców stwierdzanych w lasach. Oznacza to, że podobieństwo gatunkowe tych dwóch formacji wynosi 29% w przypadku kręgowców i 21% w przypadku bezkręgowców, zaś bogactwo gatunkowe kręgowców z plantacji, stanowi 38%, a w przypadku bezkręgowców 89%, całkowitego bogactwa naturalnych lasów (DANIELSEN i współaut. 2009). Jak wskazuje YUE i współaut. (2015) istnieje jednak duże prawdopodobieństwo, że jest ono przeszacowane.

Duże różnice w liczbie gatunków występujących w naturalnych lasach i na plantacjach obserwowane są zwłaszcza w przypadku ssaków, w szczególności zaś nietoperzy i ich dużych przedstawicieli. Na plantacjach olejowca stwierdzono ich odpowiednio 8 i 9,5 razy mniej niż w zbiorowiskach leśnych. Spośród 38 gatunków średnich i dużych ssaków żyjących w lasach Sumatry, na plantacjach zaobserwowano jedynie 4 (MADDOX i współaut. 2007). Na plantacjach olejowca gwinejskiego nie występują rzadkie i zagrożone gatunki jak: słoń indyjski, tygrys sumatrzański czy pantera mglista (MADDOX i współaut. 2007, LUSKIN i współaut. 2014). Nie stwierdzono również gaurów, nosorożców sumatrzańskich (LUSKIN i współaut. 2014) czy orangutanów (Ryc. 5) (CAMPBELL-SMITH i współaut. 2011). Budowa liści olejowca, których ogonki gęsto pokryte są kolczastymi wyrostkami, uniemożliwia bowiem przemieszczenie się tych małych pomiędzy pióropuszcami palm. Na plantacjach bardzo wyraźnie zaznacza się natomiast rozrost populacji dzików, dla których obficie owocujące przez cały rok palmy stanowią stałe i bogate źródło pokarmu (ICKES 2001). Bardzo rozpowszechnione są tam także szczury, których liczebność może dochodzić do 600 osobników na hektar (WOOD i FEE 2003).

Na plantacjach olejowca zdecydowanie mniejsza jest różnorodność gatunkowa ptaków, których stwierdzono prawie trzykrotnie mniej niż w zbiorowiskach leśnych (ARATRAKORN i współaut. 2006). Jak oblicza EDWARDS i współaut. (2010), dwustukrotnie mniejsza jest także liczebność tych gatunków awifauny, które według Birdlife International (www.birdlife.org) są najbardziej zagrożone. Zbliżone jest natomiast bogactwo gatunkowe płazów bezogonowych. Jednak, jak stwierdza FARUK i współaut. (2013), istotne różni się ich struktura gatunkowa, ponieważ na plantacjach występują przede wszystkim gatunki typowe dla siedlisk zaburzonych. Niska wilgotność i duża dobową amplituda temperatury na tych obszarach (LUSKIN i POTTS 2011) negatywnie wpływają bowiem na wiele gatunków zmiennocieplnych płazów (GALLMETZER i SCHULZE 2015).

Ryc. 5. Orangutan sumatrzański – krytycznie zagrożony endemit Sumatry (fot. A. Węgiel).

Wśród zbadanych rzędów owadów na plantacjach mniej liczne są motyle (KOH 2008) oraz podziemne i naziemne chrząszcze, których jest tam od 4 do 7 razy mniej (CHUNG i współaut. 2000). Istnieją również takie grupy systematyczne, których różnorodność na powierzchniach leśnych i plantacjach jest podobna, a nawet wykazują większe liczebności na siedliskach silnie zniekształconych. Należą do nich m.in. niektóre gatunki mrówek, pszczoły czy ciem (DANIELSEN i współaut. 2009). Liczne i różnorodne są np. gildie mrówek żyjących na pninach olejowca, wśród epifitycznych paproci (FAYLE i współaut. 2010). Jak zauważa PFEIFFER i współaut. (2008), aż 40% gatunków mrówek występujących na plantacjach olejowca w Malezji to jednak gatunki obce, w tym m.in. pochodząca prawdopodobnie z Afryki (HOLWAY i współaut. 2002), bardzo inwazyjna, żółta szalona mrówka (*Anoplolepis gracilipes*), która negatywnie wpływa na inne owady i pajęczaki (BRÜHL i ELTZ 2010).

Słabo zbadana jest natomiast flora plantacji olejowca gwinejskiego (DONALD 2004). W porównaniu do naturalnych zbiorowisk leśnych jest ona jednak zdecydowanie uboższa. Na plantacjach nie występują drzewiaste gatunki leśne i inne typowe dla lasów deszczowych gatunki palm, lian czy epifitycznych storczyków (DANIELSEN i współaut. 2009). Wyraźnie zaznacza się natomiast duża liczebność paprotników, których bogactwo gatunkowe na plantacjach bywa wyższe niż w naturalnych zbiorowiskach leśnych. Paprotniki dominujące na plantacjach, stanowią jednak głównie gatunki nieleśne i ruderalne, występujące głównie na siedliskach zaburzonych, np. wzdłuż dróg czy na pożaryskach, w zbiorowiskach we wczesnych fazach sukcesji. Nie rosną tam natomiast gatunki cieniulubne, będące typowymi skład-

nikami runa lasów deszczowych (DANIELSEN i współaut. 2009). Jako że różnorodność gatunkowa grzybów i roślin jest ściśle związana, utrata bogactwa gatunkowego roślin skutkuje również zmniejszeniem różnorodności grzybów (TSUI i współaut. 1998).

Podsumowując można stwierdzić, że przekształcenie naturalnych zbiorowisk leśnych w plantacje palmy olejowej powoduje znaczne zubożenia różnorodności biologicznej. Często plantacje zdominowane są przez kilka gatunków ekspansywnych (FITZHERBERT i współaut. 2008). W silnie uproszczonych formacjach roślinnych, rzadkie, stenotopowe i wyspecjalizowane pokarmowo gatunki leśne, jak np. organizmy żyjące w dziuplach dużych drzew (FITZHERBERT i współaut. 2008), zastępowane są przez rozpowszechnione gatunki nieleśne, o szerokiej skali ekologicznej (DANIELSEN i współaut. 2009). Te silnie zniekształcone zbiorowiska oraz sąsiadujące z nimi ekosystemy leśne podatne są również na dalszą degradację związaną m.in. z rozprzestrzenianiem się gatunków obcych i inwazyjnych.

Jako że olejowiec gwinejski ma kluczowe znaczenie dla gospodarki Azji Południowo-Wschodniej (BASIRON 2007), podejmowane są próby wypracowania bardziej zrównoważonych metod produkcji oleju palmowego, które nie skutkowałyby tak drastyczną utratą różnorodności biologicznej (LUCEY i HILL 2012). Jak dowodzą badania, niewiele jest jednak możliwości zagospodarowania plantacji w taki sposób, by stały się bardziej przyjazne dla zwierząt (EDWARDS i współaut. 2010, YUE i współaut. 2015). Przyszła ekspansja plantacji powinna ograniczać się do już istniejących terenów uprawnych lub zdegradowanych (KOH i WILCOVE 2008). Konieczne jest też wprowadzenie kompleksowych rozwiązań systemowych skierowanych do przetwórców i konsumentów, które promowałyby bardziej ekologiczny model uprawy palmy olejowej (WILCOVE i KOH 2010).

CERTYFIKACJA PRODUKCJI OLEJU PALMOWEGO

Plantacje olejowca gwinejskiego mogą być zakładane na terenach leśnych lub pozabawionych lasu. Ponieważ środowiskowe i społeczne koszty wycinania lasów są bardzo wysokie, za pożądane uznaje się przede wszystkim wykorzystywanie do tych celów terenów wylesionych. Organizacje konsumenckie starają się wywierać wpływ na producentów żywności i biopaliw, aby wykorzystywali oni wyłącznie olej palmowy wyprodukowany zgodnie z zasadą zrównoważonego rozwoju. Rozróżnienie szkodliwych dla środowiska od przyjaznych sposobów uprawy czę-

sto jest jednak trudne (GAVEAU i współaut. 2016).

Odpowiedzią na te problemy było stworzenie kilku systemów certyfikacji upraw tej rośliny. Najważniejszym z nich jest RSPO (ang. The Roundtable on Sustainable Palm Oil), czyli okrągły stół zrównoważonego wytwarzania oleju palmowego. Tworzy go grupa składająca się z producentów oleju palmowego, przedsiębiorstw zajmujących się jego przetwórstwem i sprzedażą oraz różnych agencji rządowych i organizacji pozarządowych. RSPO wyznacza kryteria i określa zasady najlepszych praktyk zrównoważonej produkcji oleju palmowego. System certyfikacji wymaga od producentów przestrzegania kilku zasad, m.in. przejrzystości systemu zarządzania, ochrony zasobów naturalnych oraz przeprowadzania oceny skutków społecznych i środowiskowych tej działalności. Szacuje się, że aktualnie certyfikowanych jest 3,5 mln ha plantacji, które łącznie generują 21% światowej produkcji oleju palmowego (VIJAY i współaut. 2016).

Oprócz systemu certyfikacji, powstało także wiele innych regulacji, które mają na celu zatrzymanie procesu wylesień i przekształcania obszarów bagiennych. Niektórzy producenci podejmują zobowiązanie „zero-wylesień”, aby uspokoić obawy konsumentów i odpowiedzieć na restrykcje wprowadzone m.in. w Europie. Niestety, do tej pory nie opracowano jednak jednoznacznych definicji, które precyzowałyby praktyczne znaczenie tego zobowiązania (GAVEAU i współaut. 2016).

W Indonezji obowiązuje moratorium zakazujące przekształcania na plantacje mokradeł i lasów pierwotnych (Instrukcja Prezydenta Indonezji nr 6/2013). Dekret prezydenta tego kraju (nr 32/1990) zabrania też zakładania upraw rolniczych na torfach o głębokości 3 m i większej (AFRIYANTI i współaut. 2016). Istnieją również regulacje europejskie, np. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady Europejskiej 2009/28/WE w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych, która zakazuje przekształcania pod produkcję biopaliw terenów podmokłych oraz obszarów zalesionych. Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady Europejskiej (1169/2011) nakazuje również oznakowanie produktów spożywczych zawierających olej palmowy.

CHARAKTERYSTYKA OLEJU PALMOWEGO

Z owoców olejowca gwinejskiego (palmy olejowej) otrzymuje się dwa rodzaje oleju: olej z nasion palmowych i olej z miąższu, powszechnie nazywany olejem palmowym

Ryc. 6. Owocostany olejowca gwinejskiego; olej palmowy pozyskuje się z nasion i z miąższu owoców (fot. A. Węgiel).

Ryc. 7. Owoce olejowca gwinejskiego – pestkowce, wewnątrz których znajdują się nasiona (fot. B. Wiatrowska).

(MANCINI i współaut. 2015). Olej z nasion palmy olejowej produkowany jest na niewielką skalę przez tłoczenie wysuszonych i zmielonych nasion, oddzielonych od tłuszczowej owocni. Olej ten ma jasną barwę i przypomina olej kokosowy. Z kolei olej palmowy, powstaje w wyniku działania parą wodną na całe owocostany (Ryc. 6–7) palmy olejowej (KOWALSKA i współaut. 2012).

Olej palmowy i olej z nasion palmy charakteryzują się odmiennym składem, który z kolei determinuje właściwości technologiczne i żywieniowe tych surowców. W odniesieniu do składu, różnice pomiędzy nimi dotyczą przede wszystkim profilu kwasów tłuszczowych (Ryc. 8) i zawartości związków bioaktywnych. W oleju z nasion palmy dominują nasycone kwasy tłuszczowe (NKT), stanowiące aż 85% ogólnej zawartości kwasów tłuszczowych tego surowca. Są to przede wszystkim

Ryc. 8. Procentowy skład kwasów tłuszczowych w oleju palmowym (A) i oleju z nasion palmowych (B). NKT – nasycone kwasy tłuszczowe; JKT – jednonienasycone kwasy tłuszczowe; WKT – wielonienasycone kwasy tłuszczowe (na podstawie: KOWALSKA i współaut. 2012, MANCINI i współaut. 2015).

kim kwasy laurynowy i mirystynowy. Olej palmowy odznacza się natomiast 50% udziałem NKT, kolejne 40% stanowią jednonienasycone kwasy tłuszczowe (JKT), a pozostałe 10% to wielonienasycone kwasy tłuszczowe (WKT). Spośród NKT w największej ilości występuje kwas palmitynowy (44% ogólnej puli kwasów tłuszczowych), a w mniejszej kwas stearynowy (5%); wśród JKT identyfikuje się kwas oleinowy, a dominującym ilościowo związkiem z grupy WKT jest kwas linolowy, należący do rodziny n-6 (MANCINI i współaut. 2015).

Surowy olej palmowy, znany również jako czerwony olej palmowy, jest najbogatszym naturalnym źródłem karotenoidów (500–700 ppm) i jednym z najbogatszych źródeł witaminy E (600–1200 ppm) (MBA i współaut. 2015). Zawiera ponadto fitosterole, skwalen, koenzym Q oraz witaminę K, fosfolipidy, flawonoidy.

Spośród karotenoidów w czerwonym oleju palmowym obecnych jest aż 13 związków, są to: fitoen, fitofluen, cis-β-karoten, β-karoten, α-karoten, cis-α-karoten, ζ-karoten, γ-karoten, δ-karoten, neurosporen, β-zeakaroten, α-zeakaroten i likopen. W ogólnej puli tych związków aż 65% stanowią β-karoten, kolejne 33% α-karoten, a pozostałe związki to jedynie 2%. To właśnie karotenoidy nadają czerwoną barwę surowego oleju palmowego (KOWALSKA i współaut. 2012, MBA i współaut. 2015). Tokochromanole obecne w czerwonym oleju palmowym reprezentowane są zarówno przez tokoferole (α-T, β-T, γ-T, δ-T), jak i tokotrienole (α-T-3, β-T-3, γ-T-3, δ-T-3). Te ostatnie występują w przewadze (78–82% ogólnej puli tokochromanoli), co jest unikatową cechą oleju palmowego w porównaniu do innych olejów roślinnych (NOGALA-KALUCKA i SIGER 2011, KOWALSKA i współaut. 2012, MBA i współaut. 2015).

Karotenoidy, tokoferole i tokotrienole (witamina E), ze względu na działanie antyoksydacyjne, odpowiadają za wysoką stabilność oksydacyjną czerwonego oleju palmowego. Związki te wykazują działanie antyoksydacyjne również w organizmie człowieka. Co więcej, tokoferole i tokotrienole wpływają korzystnie na profil lipidowy, wykazują działanie przeciwmiażdżycowe, przeciwnowotworowe, przeciwzapalne, antyproliferacyjne, antyagregacyjne oraz proapoptyczne. Karotenoidy z kolei są prekursorami witaminy A, która jest niezbędna w procesie widzenia, uczestniczy w procesach wzrostu i różnicowania komórek (MBA i współaut. 2015). Należy mieć jednak świadomość, że surowy (czerwony) olej palmowy, nim stanie się składnikiem produktów spożywczych, poddawany jest wielu procesom technologicznym wpływającym na jego skład, przydatność przetwórczą i wartość odżywczą.

W JAKIEJ FORMIE TŁUSZCZ PALMOWY WYSTĘPUJE W ŻYWNOŚCI?

Surowy (czerwony) olej palmowy zawiera szereg związków postrzeganych jako pożądane z żywieniowego punktu widzenia i wpływających korzystnie na stabilność oksydacyjną samego surowca (tokoferole, tokotrienole, karotenoidy, fitosterole). Jednakże, obok składników aktywnych biologicznie, w czerwonym oleju palmowym obecne są również związki wpływające negatywnie na stabilność przechowalniczą, przydatność przetwórczą oraz cechy sensoryczne surowca. Zalicza się do nich wolne kwasy tłuszczowe, fosfolipidy, śluzы oraz produkty utleniania tłuszczów (MANCINI i współaut. 2015, MBA i współaut. 2015). Przemysł spożywczy stawia tłuszczom i olejom wykorzystywanym w produkcji i przetwórstwie żywności konkretne wymagania; surowce te powinny być bez smaku, bez zapachu i odznaczać się jasną barwą. Stąd, mając na uwadze wykorzystanie oleju palmowego na cele spożywcze, istnieje konieczność poddawania czerwonego oleju palmowego procesowi rafinacji (MANCINI i współaut. 2015). Celem rafinacji jest oczyszczenie oleju, nadanie mu prawidłowych właściwości organoleptycznych i przedłużenie jego trwałości. Przebieg procesu rafinacji przedstawiono na Ryc. 9.

W dalszych etapach rafinowany olej palmowy może być poddawany procesom modyfikacji, w tym uwodornieniu, przeestryfikowaniu i frakcjonowaniu. Uwodornienie polega na przyłączeniu atomów wodoru do podwójnych wiązań w cząsteczkach nienasyconych kwasów tłuszczowych. Proces prowadzi się w temperaturze do 200°C, pod zwiększonym ciśnieniem i w obecności katalizatora.

Ryc. 9. Przebieg procesu rafinacji czerwonego oleju palmowego (na podstawie: FLACZYK i współaut. 2006, MBA i współaut. 2015).

Produktem końcowym są tłuszcze o konsystencji stałej w temperaturze pokojowej, tzw. tłuszcze utwardzone, lub tłuszcze o podwyższonej odporności na utlenianie, oleje częściowo utwardzone. Z żywieniowego punktu widzenia proces uwodornienia wywołuje wiele niekorzystnych zmian w tłuszczach, w tym: wzrost zawartości nasyconych kwasów tłuszczowych, zmiany izomeryzacyjne – powstają izomery *trans* nienasyconych kwasów tłuszczowych, częściową polimeryzację kwasów tłuszczowych, cyklizację oraz hydrolizę. Alternatywę dla procesu uwodornienia stanowi przeestryfikowanie (transestryfikacja, interestryfikacja). Pod nazwą tą kryje się grupa spokrewnionych reakcji polegających na wymianie kwasów tłuszczowych związanych estrowo z glicerolem w cząsteczce triacyloglicerolu (w cząsteczce triacyloglicerolu kwasy tłuszczowe mogą występować w trzech pozycjach: *sn*-1, *sn*-2 i *sn*-3). Reakcje przeestryfikowania prowadzone są w odpowiednich warunkach temperatury i ciśnienia, w obecności katalizatora w sposób kierowany lub niekierowany. Istnieje też możliwość prowadzenia reakcji przeestryfikowania z wykorzystaniem enzymów (przeestryfikowanie enzymatyczne). Co istotne, reakcje przeestryfikowania nie wpływają na budowę łańcuchów kwasów tłuszczowych (m.in. nie powstają izomery *trans* nienasyconych kwasów tłuszczowych), a modyfikując strukturę triacylogliceroli (zmiana rozkładu cząsteczek kwasów tłuszczowych w pozycjach *sn*-1, *sn*-2 i *ns*-3 glicerolu), oddziałują na właściwości tłuszczów: temperaturę topnienia, formę krystaliczną i zawartość fazy stałej. W wyni-

ku reakcji przeestryfikowania możliwa jest m.in. przemiana olejów roślinnych w półstały tłuszcz bez uwodornienia; surowiec taki może być wykorzystywany do produkcji wysokiej jakości margaryn (o niskiej zawartości izomerów *trans*). Procesy przeestryfikowania wykorzystuje się także do produkcji preparatów zawierających średniołańcuchowe kwasy tłuszczowe (łatwiej przyswajalne), zamiast masła kakaowego z innych tłuszczów roślinnych (naturalnych i uwodornionych), czy wyrobów tłuszczowych o podwyższonych właściwościach żywieniowych (w pozycji *sn-2* cząsteczki triacyloglicerolu wprowadza się kwasy z rodziny *n-3*) (FLACZYK i współaut. 2006). Powszechnie prowadzonym procesem modyfikacji oleju palmowego jest też frakcjonowanie. Pozwala ono na otrzymanie z oleju palmowego dwóch frakcji: oleiny palmowej (frakcja płynna) i stearyny palmowej (frakcja stała) (MBA i współaut. 2015).

Czerwony olej palmowy dostępny jest na rynku w postaci produktu jednoskładnikowego: czystego czerwonego oleju lub suplementów diety. Olej palmowy występujący w produktach spożywczych wieloskładnikowych to olej palmowy rafinowany lub olej palmowy częściowo/całkowicie utwardzony. Zgodnie z Rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) w sprawie przekazywania konsumentom informacji na temat żywności (nr 1169/2011), w przypadku, gdy w produkcie zawarty jest olej lub tłuszcz uwodorniony, niezależnie od pochodzenia (roślinny lub zwierzęcy), jego oznaczeniu w wykazie składników musi towarzyszyć określenie „całkowicie uwodorniony/utwardzony” lub „częściowo uwodorniony/utwardzony”. Informacja ta jest istotna dla konsumenta, gdyż pośrednio wskazuje, że dany produkt może być źródłem izomerów *trans* nienasyconych kwasów tłuszczowych (dotyczy jedynie oleju częściowo uwodornionego). O ile nie budzi jakichkolwiek wątpliwości kwestia, iż przyjmowanie z dietą izomerów *trans* nienasyconych kwasów tłuszczowych wywiera negatywny wpływ na stan zdrowia człowieka, o tyle wpływ spożywania rafinowanego i całkowicie uwodornionego oleju palmowego na zdrowie ludzi pozostaje w dalszym ciągu nie do końca wyjaśniony.

CZY TŁUSZCZ PALMOWY JEST NAM NIEZBEDNY?

Problem wpływu spożywania oleju palmowego na zdrowie człowieka omawiany jest najczęściej w kontekście efektów metabolicznych nasyconych kwasów tłuszczowych oraz izomerów *trans* nienasyconych kwasów tłuszczowych.

Jak już wspomniano, olej palmowy charakteryzuje się dużym udziałem nasyconych kwasów tłuszczowych (około 50%). Kwasy te wywierają działanie hipercholesterolemiczne i proagregacyjne, zwiększając ryzyko zakrzepów naczyniowych. Do nasyconych kwasów tłuszczowych o najsilniejszym działaniu aterogennym (miażdżycorodnym) należą kwasy: laurynowy (12:0), mirystynowy (14:0) i palmitynowy (16:0) (WOLAŃSKA i KŁOSIEWICZ-LATOSZEK 2012). Ostatni z wymienionych stanowi około 44% ogólnej puli kwasów tłuszczowych oleju palmowego. Olej palmowy charakteryzuje się zawartością nasyconych kwasów tłuszczowych zbliżoną do ich zawartości w tłuszczach zwierzęcych. Niektórzy autorzy zwracają jednak uwagę, na różnicowanie rozkładu kwasów tłuszczowych w cząsteczkach triacylogliceroli (pozycje *sn-1*, *sn-2*, *sn-3*) w oleju palmowym w porównaniu triacylogliceroli tłuszczów zwierzęcych. Okazuje się bowiem, że około 70% kwasu palmitynowego obecnego w oleju palmowym znajduje się w pozycjach *sn-1* i *sn-3* triacylogliceroli, podczas gdy w tłuszczach zwierzęcych większość tego kwasu znajduje się w pozycji *sn-2* (SUN i współaut. 2015). Uczestnicząca w trawieniu tłuszczów lipaza, wykazuje silną specyficzność wobec pozycji *sn-1* i *sn-3* triacylogliceroli, katalizuje więc powstawanie *sn-2* monoacylogliceroli oraz wolnych kwasów tłuszczowych. *Sn-2* monoacyloglicerole podlegają acydolizie i są transportowane przez chylomikrony. Kwasy tłuszczowe uwolnione z pozycji *sn-1* i *sn-3* mogą być wchłanianie na drodze innych, mniej efektywnych szlaków metabolicznych (WIRKOWSKA i współaut. 2012). W związku ze skuteczniejszym wchłanianiem kwasów tłuszczowych z pozycji *sn-2*, sugeruje się, że działanie hipercholesterolemiczne i aterogenne oleju palmowego (kwas palmitynowy wbudowany głównie w pozycje *sn-1* i *sn-3* triacylogliceroli) może być niższe niż tłuszczów pochodzenia zwierzęcego (EBONG i współaut. 1999).

Jednym z argumentów przemawiającym za stosowaniem oleju palmowego w przemyśle spożywczym był fakt, że surowiec ten miał stanowić alternatywę dla częściowo uwodornionych olejów roślinnych, zawierających znaczne ilości izomerów *trans*. Ze względu na swą naturalnie półstałą konsystencję w temperaturze pokojowej, olej palmowy miał znaleźć zastosowanie do produkcji wysokiej jakości margaryn i tłuszczów, wykorzystywanych w różnych gałęziach przemysłu spożywczego. Powstające w trakcie procesu częściowego uwodornienia olejów roślinnych, izomery *trans* nienasyconych kwasów tłuszczowych wykazują negatywny wpływ na zdrowie człowieka, w tym: przez wpływ na zmiany profilu lipidowego, przy-

czyniącą się do zwiększenia ryzyka chorób układu sercowo-naczyniowego; zmniejszając elastyczność i płynność błon komórkowych wpływają na aktywność receptorów i enzymów błonowych, prowadząc do zaburzeń funkcjonowania komórek organizmu; ich nadmierne spożycie związane jest ze wzrostem ryzyka cukrzycy typu 2 i niektórych nowotworów; wpływają niekorzystnie na rozwój układu nerwowego u niemowląt i dzieci (CICHOSZ i CZECZOT 2012). Zdaje się jednak, że mimo szerokiego stosowania oleju palmowego w przemyśle spożywczym, problem obecności izomerów *trans* nienasyconych kwasów tłuszczowych nie został całkowicie wyeliminowany, co więcej, sam olej palmowy poddawany jest procesom modyfikacji, w tym uwodornieniu. Przykładowo, PASZCZYK i ŁUCZYŃSKA (2013) notowały, że izomery *trans* nienasyconych kwasów tłuszczowych stanowiły od 0,27% do 26,63% z ogólnej puli tłuszczu w dostępnych na polskim rynku margarynach twardych oraz od 0,33% do 15,46% w margarynach miękkich. Z kolei, ich zawartość w wybranych ciastach dostępnych na olsztyńskim rynku wynosiła od 0,01 g/100g do 3,65 g/100 g (PASZCZYK i współaut. 2009). Co więcej, w składzie wielu oferowanych obecnie na rynku produktów spożywczych znajduje się częściowo utwardzony tłuszcz palmowy.

Ciekawe porównanie wpływu spożywania rafinowanego oleju palmowego i olejów o odmiennym składzie kwasów tłuszczowych, na profil lipidowy krwi stanowi meta-analiza badań klinicznych z udziałem ludzi, przeprowadzona przez SUN i współaut. (2015). W analizie tej uwzględniono porównanie wpływu spożywania rafinowanego oleju palmowego z (i) olejami roślinnymi ubogimi w nasycone kwasy tłuszczowe, (ii) tłuszczami częściowo uwodornionymi, zawierającymi izomery *trans* nienasyconych kwasów tłuszczowych oraz (iii) tłuszczami zwierzęcymi, bogatymi w nasycone kwasy tłuszczowe, na wybrane parametry profilu lipidowego krwi. W odniesieniu do pierwszego z porównań odnotowano, że spożywanie oleju palmowego wiązało się ze wzrostem stężenia we krwi całkowitego cholesterolu, wzrostem stężenia cholesterolu frakcji LDL (tzw. „zły” cholesterol) oraz niewielkim z punktu widzenia klinicznego (ale istotnym statystycznie) wzrostem stężenia cholesterolu frakcji HDL (tzw. „dobry” cholesterol). Nie odnotowano natomiast różnic w stężeniu triacylogliceroli we krwi. Drugie z wymienionych porównań wykazało, że spożywanie oleju palmowego było związane ze wzrostem stężenia cholesterolu HDL, natomiast nie obserwowano wpływu na stężenie cholesterolu całkowitego, cholesterolu frakcji LDL oraz triacylogliceroli.

Trzecie z przeprowadzonych porównań (olej palmowy *vs* tłuszcze zwierzęce), obejmowało zaledwie dwa badania przeprowadzone w grupach mężczyzn o prawidłowym stężeniu cholesterolu w surowicy krwi, reprezentujących populacje krajów zachodnich. Porównanie to nie ujawniło zróżnicowanego wpływu spożywania dwóch analizowanych grup tłuszczów na profil lipidowy krwi. Omawiana metaanaliza ukazuje, że przy ocenie wpływu spożywania rafinowanego oleju palmowego na profil lipidowy krwi u ludzi, istotne znaczenie ma fakt, jakiego produktu substytutem ma być olej palmowy lub jaki substytut zostanie wprowadzony do diety w miejsce oleju palmowego. Jednocześnie wyniki pracy SUN i współaut. (2015) nie potwierdzają koncepcji niższej aterogenności rafinowanego oleju palmowego niż tłuszcze zwierzęce o zbliżonej zawartości nasyconych kwasów tłuszczowych.

W ostatnich latach podnoszona jest kwestia bezpieczeństwa stosowania rafinowanego oleju palmowego w kontekście obecności w nim estrów kwasów tłuszczowych z 3-monochloropropan-1,2-diolem (3-MCPD) i estrów kwasów tłuszczowych glicydołu (GE). Związki te powstają w oleju palmowym i w innych olejach roślinnych, w trakcie procesu rafinacji – zwłaszcza na etapie dezodoryzacji (m.in. za sprawą działania wysokiej temperatury). Wśród rafinowanych olejów roślinnych największe ilości GE i estrów 3-MCPD stwierdza się w olejach palmowym, kukurydzianym i kokosowym, a najmniejsze w oleju rzepakowym. Obecność estrów 3-MCPD stwierdzano także w innych produktach spożywczych poddawanych obróbce w wysokich temperaturach, m.in. w: produktach zbożowych, prażonej kawie, rybach wędzonych, produktach mięsnych, mlecznych, a także w sosach na bazie białek roślinnych otrzymywanych na drodze hydrolizy kwasowej (np. w sosie sojowym). Estrы 3-MCPD i GE w odpowiednich warunkach, np. pod wpływem działania enzymów przewodu pokarmowego, mogą ulegać deestryfikacji z wytworzeniem wolnego glicydołu i 3-MCPD. Glicydol i 3-MCPD zostały zaliczone przez Międzynarodową Agencję Badań nad Rakiem do karcynogenów odpowiednio grupy 2A (czynnik prawdopodobnie rakotwórczy dla ludzi) i 2B (czynnik przypuszczalnie rakotwórczy dla ludzi) (ANIŁOWSKA i KITA 2014). Dla porównania, przetworzone produkty mięsne zostały przez tę instytucję zaliczone do karcynogenów grupy 1 (czynniki rakotwórcze dla ludzi).

Warto również rozważyć niezbędność oleju palmowego z punktu widzenia zaspakajania potrzeb żywieniowych. Czerwony olej palmowy może stanowić znaczące źródło

tokoferoli i karotenoidów, ale związki te zawarte są także w wielu innych powszechnie dostępnych produktach spożywczych. Rafinowany olej palmowy nie może być uznany za źródło tokoferoli i karotenoidów, niewątpliwie jest natomiast źródłem nasyconych kwasów tłuszczowych. Organizm ludzki jest w stanie syntetyzować nasycone kwasy tłuszczowe, więc nie ma konieczności ich dostarczania z pożywieniem. Produkty zawierające częściowo uwodorniony olej palmowy są źródłem izomerów *trans* nienasyconych kwasów tłuszczowych, co do których nie ma wątpliwości, że wywierają negatywny wpływ na zdrowie człowieka. Warto również wspomnieć, że rafinowany olej palmowy oraz częściowo i całkowicie utwardzony tłuszcz palmowy są często składnikami żywności wysoko przetworzonej: wyrobów cukierniczych i czekoladowych, słonych przekąsek, zup i dań typu instant. Są to produkty charakteryzujące się nie tylko niekorzystnym profilem kwasów tłuszczowych, ale często wysoką gęstością energetyczną oraz dużą zawartością cukrów prostych i soli. Z punktu widzenia profilaktyki większości chorób dietozależnych produkty takie nie są zalecane w diecie człowieka.

PROGNOZY NA PRZYSZŁOŚĆ

Wydaje się, że ekspansja plantacji olejowca gwinejskiego w nadchodzących dekadach jest nieunikniona, bowiem ze względu na rosnącą liczbę ludności, tylko olej palmowy ma potencjał do sprostania coraz wyższemu zapotrzebowaniu na żywność i energię. Obecnie największymi jego importarami są kraje o największej liczbie ludności, czyli Indie i Chiny (TAN i współaut. 2009). Negatywny wpływ plantacji na środowisko będzie jeszcze większy, gdy zaczną się one rozprzestrzeniać na inne regiony o wysokiej różnorodności biologicznej, czyli obszary tropikalne Afryki i Ameryki Południowej (GIAM i współaut. 2016).

Jedną z odpowiedzi na problemy ekspansji rolnictwa są próby zwiększenia wydajności roślin uprawnych. Zwiększenie produktywności pozwoliłoby bowiem na zaspokojenie globalnego zapotrzebowania na produkty rolne, bez potrzeby zwiększania powierzchni upraw. Obecnie modyfikacje genetyczne roślin wytwarzających takie produkty jak: olej, biomasa, kaczuk, soja, ryż czy kakao pozwalają już na znaczny wzrost ich plonów. Zwiększenie wydajności plantacji olejowca gwinejskiego, mogłoby ograniczyć ich ekspansję na nowe tereny. Spodziewany jest jednak dalszy, wręcz lawinowy wzrost popytu na olej palmowy w perspektywie do 2050 r. Wprawdzie, podniesienie produktywności z

4 do 5,2 ton/ha pozwoliłoby na zachowanie 7 mln ha lasów (7% powierzchni lasów w Indonezji), ale taki wzrost wydajności nie wystarczy na pokrycie szybko rosnącego zapotrzebowania, które może być jeszcze większe, gdy olejem palmowym będą zastępowane inne oleje roślinne (CARRASCO i współaut. 2014).

Aby ograniczyć negatywny wpływ na środowisko, zakładanie nowych plantacji dostarczających oleju palmowego powinno odbywać się więc przede wszystkim na gruntach zdegradowanych, pozbawionych lasu (WICKE i współaut. 2008). Dostępność tego typu terenów, nadających się do założenia plantacji, jest na tyle duża, że pozwoliłaby znacząco zwiększyć produkcję oleju bez konieczności dalszych wylesień. Niestety, bezwładność polityczna oraz wysokie zapotrzebowanie na drewno i olej palmowy, często sprawiają, że najtańszym i najłatwiejszym rozwiązaniem jest wyrąb lasów (FITZHERBERT i współaut. 2008).

Tam gdzie nie jest to wymagane (poza UE i USA), producenci żywności niechętnie podają w składzie obecność oleju palmowego, bo wielu konsumentów ma świadomość, że jest on związany z chorobami układu krążenia i problemami środowiskowymi. Z tego powodu, nawet ci wytwórcy, którzy stosują przyjazne dla środowiska certyfikowane uprawy, nie umieszczają tych informacji na produktach. Żeby spowodować większe zapotrzebowanie na certyfikowane produkty, należy zwiększyć świadomość społeczną w tym zakresie (GIAM i współaut. 2016). Ważnym czynnikiem, który może wpłynąć na ograniczenie ekspansji plantacji są więc decyzje konsumentów. Wybierając produkty nie zawierające oleju palmowego, konsumenci mogą bowiem kształtować popyt i wpływać na zmniejszenie zapotrzebowania na ten surowiec.

Streszczenie

W ostatnich dziesięcioleciach obserwowany jest znaczący wzrost produkcji oleju palmowego, szeroko wykorzystywanego w wielu gałęziach przemysłu, w tym: spożywczym, kosmetycznym i energetycznym. Surowiec ten pozyskiwany jest z owoców olejowca gwinejskiego (*Elaeis guineensis* Jacq.), którego plantacje zakładane są głównie na obszarach tropikalnych Azji Południowo-Wschodniej. W kolejnych latach prognozowany jest dalszy wzrost zapotrzebowania na olej palmowy. Tymczasem niejasny pozostaje wpływ plantacji olejowca gwinejskiego na środowisko naturalne, w tym m.in. na wylesianie obszarów tropikalnych i różnorodność biologiczną oraz spożywanie oleju palmowego na zdrowie człowieka. W pracy podjęto zatem próbę kompleksowego omówienia wymienionych problemów. Ostateczna ocena oddziaływania produkcji olejowca gwinejskiego jest złożona, gdyż musi uwzględniać, nie tylko aspekty środowiskowe, ale i kwestie etyczne (jak globalny wzrost zapotrzebowania na żywność, czy zapewnienie źródeł utrzymania lokalnej

społeczności). Natomiast rozpatrując wpływ spożywania oleju palmowego na zdrowie człowieka, należy wziąć uwagę, m.in. różnice w składzie i wartości odżywczej surowego, rafinowanego i poddanego procesom modyfikacji oleju palmowego.

LITERATURA

- ACHARD F., EVA H. D., STIBIG H. J., MAYAUX P., GALLEGU J., RICHARDS T., MALINGREAU J. P., 2002. *Determination of deforestation rates of the world's humid tropical forests*. Science 297, 999-1002.
- AFRIYANTI D., KROEZE C., SAAD A., 2016. *Indonesia palm oil production without deforestation and peat conversion by 2050*. Sci. Total Environ. 557 562-570.
- ANIOŁOWSKA M., KITA A., 2014. *Estry kwasów tłuszczowych glicydołu oraz estry kwasów tłuszczowych mono-3-chloropropan-1,2-diolu – nowe zanieczyszczenia w olejach jadalnych*. Wiad. Chem. 68, 701-717.
- ARATRAKORN S., THUNHIKORN S., DONALD P. F., 2006. *Changes in bird communities following conversion of lowland forest to oil palm and rubber plantations in southern Thailand*. Bird Conserv. Intern. 16, 71-82.
- BASIRON Y., 2007. *Palm oil production through sustainable plantations*. Eur. J. Lipid Sci. Technol. 109, 289-295.
- BRÜHL C. A., ELTZ T., 2010. *Fuelling the biodiversity crisis: species loss of ground-dwelling forest ants in oil palm plantations in Sabah, Malaysia (Borneo)*. Biodivers. Conserv. 19, 519-529.
- CAMPBELL-SMITH G., CAMPBELL-SMITH M., SINGLETON I., LINKIE M., 2011. *Apes in space: saving an imperilled orangutan population in Sumatra*. PLoS One 6, doi.org/10.1371/journal.pone.0017210.
- CARRASCO L. R., LARROSA C., MILNER-GULLAND E. J., EDWARDS D. P., 2014. *A double-edged sword for tropical forests*. Science 346, 38-40.
- CHUNG A. Y. C., EGGLETON P., SPEIGHT M. R., HAMMOND P. M., CHEY V. K., 2000. *The diversity of beetle assemblages in different habitat types in Sabah, Malaysia*. Bull. Entomol. Res. 90, 475-496.
- CICHOSZ G., CZECZOT H., 2012. *Kwasy tłuszczowe izomerii trans w diecie człowieka*. Bromatologia i Chemia Toksykologiczna 45, 181-190.
- DANIELSEN F., BEUKEMA H., BURGESS N. D., PARISH F., BRÜHL C. A., DONALD P. F., MURDIYARSO D., PHALAN B., REIJNDERS L., STRUEBIG M., FITZHERBERT E. B., 2009. *Biofuel plantations on forested lands: double jeopardy for biodiversity and climate*. Conserv. Biol. 23, 348-358.
- DONALD P. F., 2004. *Biodiversity impacts of some agricultural commodity production systems*. Conserv. Biol. 18, 17-37.
- EBONG P. E., OWU D. U., ISONG E. U., 1999. *Influence of palm oil (Elaeis guineensis) on health*. Plant Foods Human Nutr. 53, 209-222.
- EDWARDS D. P., HODGSON J. A., HAMER K. C., MITCHELL S. L., AHMAD A. H., CORNELL S. J., WILCOVE D. S., 2010. *Wildlife-friendly oil palm plantations fail to protect biodiversity effectively*. Conserv. Lett. 3, 236-242.
- EDWARDS F. A., EDWARDS D. P., SLOAN S., HAMER K. C., 2014. *Sustainable management in crop monocultures: The impact of retaining forest on oil palm yield*. PLoS One 9, doi.org/10.1371/journal.pone.0091695.
- FARUK A., BELABUT D., AHMAD N., KNELL R. J., GARNER T. W. J., 2013. *Effects of oil-palm plantations on diversity of tropical anurans*. Conserv. Biol. 27, 615-624.
- FAYLE T. M., TURNER E. C., SNADDON J. L., CHEY V. K., CHUNG A. Y. C., EGGLETON P., FOSTER W. A., 2010. *Oil palm expansion into rain forest greatly reduces ant biodiversity in canopy, epiphytes and leaf-litter*. Basic Appl. Ecol. 11, 337-345.
- FISCHER J., LINDENMAYER D. B., 2007. *Landscape modification and habitat fragmentation: a synthesis*. Global Ecol. Biogeogr. 16, 265-280.
- FITZHERBERT E. B., STRUEBIG M. J., MOREL A., DANIELSEN F., BRÜHL C. A., DONALD P. F., PHALAN B., 2008. *How will oil palm expansion affect biodiversity?* Trends Ecol. Evol. 23, 538-545.
- FLACZYK E., KORCZAK J., PIKUL J., 2006. *Tłuszcze jadalne*. [W:] *Towaroznawstwo produktów spożywczych*. FLACZYK E., GÓRECKA D., KORCZAK J. (red.). Wydawnictwo Akademii Rolniczej im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu, Poznań, 184-220.
- GALLMETZER N., SCHULZE C. H., 2015. *Impact of oil palm agriculture on understory amphibians and reptiles: A Mesoamerican perspective*. Global Ecol. Conserv. 4, 95-109.
- GAVEAU D. L. A., SHEIL D., HUSNAYAEN, SALIM M. A., ARJASAKUSUMA S., ANCRENAZ M., PACHECO P., MELJAARD E., 2016. *Rapid conversions and avoided deforestation: examining four decades of industrial plantation expansion in Borneo*. Scientific Reports 6, doi: 10.1038/srep32017.
- GIAM X., MANI L., KOH L. P., TAN H. T. W., 2016. *Saving tropical forests by knowing what we consume*. Conserv. Lett. 9, 267-274.
- GROOM M. J., GRAY E. M., TOWNSEND P. A., 2008. *Biofuels and biodiversity: Principles for creating better policies for biofuel production*. Conserv. Biol. 22, 602-609.
- HOLWAY D. A., LACH L., SUAREZ A. V., TSUTSUI N. D., CASE T. J., 2002. *The causes and consequences of ant invasions*. Ann. Rev. Ecol. Syst. 33, 181-233.
- ICKES K., 2001. *Hyper-abundance of native wild pigs (Sus scrofa) in a lowland dipterocarp rain forest of peninsular Malaysia*. Biotropica 33, 682-690.
- KOH L. P., 2008. *Can oil palm plantations be made more hospitable for forest butterflies and birds?* J. Appl. Ecol. 45, 1002-1009.
- KOH L. P., WILCOVE D. S., 2008. *Is oil palm agriculture really destroying tropical biodiversity?* Conserv. Lett. 1, 60-64.
- KOWALSKA M., ALJEWICZ M., MROCZEK E., CICHOSZ G., 2012. *Olej palmowy – tańsza i zdrowsza alternatywa*. Bromatologia i Chemia Toksykologiczna 45, 171-180.
- LAURANCE W. F., 2007. *Forest destruction in tropical Asia*. Curr. Sci. 93, 1544-1550.
- LUCEY J. M., HILL J. K., 2012. *Spillover of insects from rain forest into adjacent oil palm plantations*. Biotropica 44, 368-377.
- LUSKIN M. S., POTTS M. D., 2011. *Microclimate and habitat heterogeneity through the oil palm lifecycle*. Basic Appl. Ecol. 12, 540-551.
- LUSKIN M. S., CHRISTINA E. D., KELLEY L. C., POTTS M. D., 2014. *Modern hunting practices and wild meat trade in the oil palm plantation-dominated landscapes of Sumatra, Indonesia*. Human Ecol. 42, 35-45.
- MADDOX T., PRIATNA D., GEMITA E., SELAMPASSY A., 2007. *The conservation of tigers and other wildlife in oil palm plantations, Jambi Province, Sumatra, Indonesia (October 2007)*. ZSL

- Conserv. Rep. No. 7. The Zoological Society of London, London.
- MANCINI A., IMPERLINI E., NIGRO E., MONTAGNESE C., DANIELE A., ORRÙ S., BUONO P., 2015. *Biological and nutritional properties of palm oil and palmitic acid: effects on health*. *Molecules* 20, 17339-17361.
- MBA O. I., DUMONT M. J., NGADI M., 2015. *Palm oil: Processing, characterization and utilization in the food industry - A review*. *Food Biosci.* 10, 26-41.
- MUKHERJEE I., SOVACOO B. K., 2014. *Palm oil-based biofuels and sustainability in southeast Asia: A review of Indonesia, Malaysia, and Thailand*. *Renewable Sustain. Energy Rev.* 37 1-12.
- MYERS N., MITTERMEIER R. A., MITTERMEIER C. G., DA FONSECA G. A. B., KENT J., 2000. *Biodiversity hotspots for conservation priorities*. *Nature* 403, 853-858.
- NOGALA-KALUCKA M., SIGER A., 2011. *Tokochochroma - bioaktywne związki roślin oleistych. Od biosyntezy do biomarkerów*. *Rośliny Oleiste* 32, 9-28.
- PASZCZYK B., ŁUCZYŃSKA J., 2013. *Skład kwasów tłuszczowych i izomerów trans w margarynach twardych i miękkich*. *Bromatologia i Chemia Toksykologiczna* 46, 234-240.
- PASZCZYK B., BOREJSZKO Z., SZEWCZYK A., 2009. *Skład kwasów tłuszczowych - z uwzględnieniem izomerów trans - w wybranych ciastach*. *Żywność Nauka Technologia Jakość* 2, 94-102.
- PFEIFFER M., TUCK H. C., LAY T. C., 2008. *Exploring arboreal ant community composition and co-occurrence patterns in plantations of oil palm *Elaeis guineensis* in Borneo and Peninsular Malaysia*. *Ecography* 31, 21-32.
- SCHARLEMANN J. P. W., LAURANCE W. F., 2008. *Environmental science - How green are biofuels?* *Science* 319, 43-44.
- SODHI N. S., KOH L. P., BROOK B. W., NG P. K. L., 2004. *Southeast Asian biodiversity: an impending disaster*. *Trends Ecol. Evol.* 19, 654-660.
- STRUEBIG M. J., KINGSTON T., ZUBAID A., MOHD-ADNAN A., ROSSITER S. J., 2008. *Conservation value of forest fragments to Palaeotropical bats*. *Biol. Conserv.* 141, 2112-2126.
- SUMARGA E., HEIN L., 2016. *Benefits and costs of oil palm expansion in Central Kalimantan, Indonesia, under different policy scenarios*. *Reg. Environ. Change* 16, 1011-1021.
- SUN Y., NEELAKANTAN N., WU Y., LOTE-OKE R., PAN A., VAN DAM R. M., 2015. *Palm oil consumption Increases LDL cholesterol compared with vegetable oils low in saturated fat in a meta-analysis of clinical trials*. *J. Nutrit.* 145, 1549-1558.
- TAN K. T., LEE K. T., MOHAMED A. R., BHATIA S., 2009. *Palm oil: Addressing issues and towards sustainable development*. *Renewable Sustain. Energy Rev.* 13, 420-427.
- TSUI K. M., FRYAR S. C., HODGKISS I. J., HYDE K. D., POONYTH A. D., TAYLOR J. E., 1998. *The effect of human disturbance on fungal diversity in the tropics*. *Fungal Divers.* 1, 19-26.
- TSUJINO R., YUMOTO T., KITAMURA S., DJAMALUDDIN I., DARNAEDI D., 2016. *History of forest loss and degradation in Indonesia*. *Land Use Policy* 57, 335-347.
- TURNER E. C., SNADDON J. L., FAYLE T. M., FOSTER W. A., 2008. *Oil palm research in context: identifying the need for biodiversity assessment*. *PLoS One* 3, doi: 10.1371/journal.pone.0001572..
- VIJAY V., PIMM S. L., JENKINS C. N., SMITH S. J., 2016. *The impacts of oil palm on recent deforestation and biodiversity loss*. *PLoS One* 11, doi: 10.1371/journal.pone.0159668..
- WICKE B., DORNBURG V., JUNGINGER M., FAALJ A., 2008. *Different palm oil production systems for energy purposes and their greenhouse gas implications*. *Biomass Bioenergy* 32, 1322-1337.
- WILCOVE D. S., KOH L. P., 2010. *Addressing the threats to biodiversity from oil-palm agriculture*. *Biodivers. Conserv.* 19, 999-1007.
- WIRKOWSKA M., BRYŚ J., GÓRSKA A., OSTROWSKA-LIŻĘGA E., ŻUBRZYCKA K., 2012. *Wzbogacanie tłuszczu mlecznego w kwasy n-3 na drodze przeestryfikowania enzymatycznego*. *Bromatologia i Chemia Toksykologiczna* 45, 699-704.
- WOLAŃSKA D., KŁOSIEWICZ-LATOSZEK L., 2012. *Struktura spożycia kwasów tłuszczowych a profil lipidowy u osób z nadwagą i otyłością*. *Roczniki Państwowego Zakładu Higieny* 63, 155-162.
- WOOD B. J., FEE C. G., 2003. *A critical review of the development of rat control in Malaysian agriculture since the 1960s*. *Crop Protect.* 22, 445-461.
- YUE S., BRODIE J. F., ZIPKIN E. F., BERNARD H., 2015. *Oil palm plantations fail to support mammal diversity*. *Ecol. Appl.* 25, 2285-2292.

KOSMOS Vol. 67, 3, 647–659, 2018ANDRZEJ WĘGIEL¹, PAULINA NOWACZYK², ANGELIKA ŚMIDOWICZ², BLANKA WIATROWSKA³¹Department of Forest Management, ²Department of Hygiene and Human Nutrition, ³Department of Forest Botany, Poznań University of Life Sciences, 28 Wojska Polskiego Str., 60-637 Poznań, e-mail: wegiel@up.poznan.plPALM OIL PROPERTIES AND THE IMPACT OF THE OIL PALM (*ELAEIS GUINEENSIS* JACQ.) PLANTATION ON THE ENVIRONMENT

Summary

In the last decades, a significant increase in palm oil production has been observed. The oil is widely used in many industries, including food, cosmetics and energy industry. Palm oil is obtained from the fruits of oil palm plantations, located mainly in the tropical areas of Southeast Asia. Further growth in the demand for palm oil is anticipated in the future. Yet, the impact of the oil palm plantations on the environment (among others deforestation of tropical areas and biodiversity) and the consumption of palm oil on human health remain unclear. The paper attempts to discuss the aforementioned problems comprehensively. The assessment of overall effect of oil palm plantation is complicated. Not only environmental aspects, but also ethical issues (such as global food demand and community livelihoods) should be taken into consideration. Whereas, in the context of the impact of palm oil consumption on human health attention should be paid, among others, to differences in the composition and nutritional value of raw, refined and modified palm oil.

Key words: biodiversity, deforestation, rain forests, saturated fatty acids, *trans* fats