

ŚLAD WĘGLOWY W ZRÓWNOWAŻONYM ŁAŃCUCHU ŻYWNOŚCIOWYM I JEGO ZNACZENIE DLA KONSUMENTA ŻYWNOŚCI

Piotr Konieczny, Ewelina Mroczek, Magda Kucharska
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

Abstrakt. Kryteriami, którymi kieruje się obecnie konsument w wyborze żywności, są przede wszystkim: świeżość, cechy sensoryczne oraz bezpieczeństwo zdrowotne. Jednocześnie rośnie jednak liczba osób wybierających produkty, które wytworzono maksymalnie dotrzymując wymagań ochrony środowiska. Do oceny takich oddziaływań w zakresie produkcji i dystrybucji żywności można obecnie wykorzystać tzw. ślad węglowy (ang. *carbon footprint* = CF). Niniejsza praca stanowi syntetyczny przegląd zastosowań CF w oparciu o dostępne źródła literaturowe i zasoby internetowe. Przykłady dotyczą oceny oddziaływań środowiskowych podczas pozyskiwania surowców rolnych, wytwarzania żywności, transportu gotowych produktów, a także czynności związanych z przygotowaniem posiłków w kuchni. Duże sieci handlowe sięgają do opisu sprzedawanych produktów za pomocą wskaźnika CF, a w oparciu o jego porównania pojawiają się postulaty zastąpienia w diecie przeciętnego konsumenta produktów pochodzenia zwierzęcego przez produkty roślinne. Większa wiedza ekologiczna konsumentów na temat śladu węglowego w produkcji, przetwórstwie i dystrybucji żywności może zatem prowadzić do korzystnych, prozdrowotnych zmian ich dotychczasowych nawyków i wyborów żywieniowych.

Słowa kluczowe: ślad węglowy, znakowanie żywności, edukacja ekologiczna, edukacja żywieniowa, konsument żywności

WPROWADZENIE

Współczesne tendencje rozwojowe w technologii żywności i żywieniu człowieka wyznacza w coraz silniejszym stopniu świadomość odpowiedzialności za warunki życia

przyszłych pokoleń. Postępowi w zakresie innowacyjnych technologii i wzrostowi ekonomicznemu w tym obszarze działalności towarzyszy poszukiwanie sposobów zachowania równowagi pomiędzy dalszym rozwojem, a troską o środowisko naturalne i dobro społeczne. Możliwością rozwiązania tego problemu jest między innymi doprowadzenie do tzw. zrównoważonego rozwoju (ang. *sustainable development*), a więc takiego, który „ma zapewnić realizację potrzeb obecnej generacji bez naruszania możliwości zaspokajania potrzeb następnych pokoleń” [Report... 1987].

W odniesieniu do sektora rolno-spożywczego, zrównoważony rozwój wymusza dążenie do pozyskiwania surowców pochodzenia roślinnego i zwierzęcego, ich przetwarzania oraz dystrybucji gotowych produktów spożywczych nie tylko z nadrzędnym celem zapewnienia odpowiedniej jakości i bezpieczeństwa zdrowotnego żywności, lecz także systematycznej identyfikacji i monitorowania kluczowych aspektów środowiskowych w całym łańcuchu żywnościowym. Wiele przedsiębiorstw, zwłaszcza dużych koncernów międzynarodowych, działających na rynkach światowych, wykorzystuje zasady ekoauditów, ekobilansów i ekoprojektowania, w tym znormalizowaną metodę oceny cyklu życia (ang. *Life Cycle Assessment*), poszukując rozwiązań materiałowych i technologicznych wykazujących najmniejsze szkodliwe oddziaływania środowiskowe. Jest to obecnie ważny element zarówno wizerunku, jak i strategii konkurencyjności przedsiębiorstw rolno-spożywczych [Konieczny i Kijowski 2005, Lewandowska 2005, Pondel 2007, Kłos i Kasprzak 2008].

Konsumenci, w literaturze przedmiotu zwani często „eko-konsumentami”, wybierają świadomie i chętniej produkty żywnościowe, które spełniają wymagania ochrony środowiska. Zakupy produktów z etykietami zawierającymi tzw. ekoznaki, a więc informacje dotyczące ich oddziaływania na środowisko, systematycznie rosną. Coraz więcej osób skłania się też ku produktom rolnictwa ekologicznego, co wynika głównie z chęci utrzymania dobrego stanu zdrowia. Motywacją takich zakupów są charakterystyczne dla tego segmentu żywności, przyjazne środowisku praktyki gospodarowania i wysoki stopień różnorodności biologicznej z wykorzystaniem naturalnych procesów oraz zapewnieniem właściwego dobrostanu zwierząt [Dąbrowska i Babicz-Zielińska 2011].

W rynkowej walce o konsumenta żywności można wykorzystać między innymi wskaźnik śladu węglowego (ang. *Carbon Footprint* = CF), definiowany jako „całkowita ilość emisji gazów cieplarnianych wyrażona w ekwiwalentach dwutlenku węgla (CO₂) w odniesieniu do produktu, ale także procesu lub usługi, z uwzględnieniem całego cyklu życia tego produktu, włączając jego składowanie i unieszkodliwianie” [Carbon... 2007]. Są już znane zastosowania wskaźnika CF w ocenie oddziaływań środowiskowych obejmujących: pozyskiwanie surowców rolnych, wytwarzanie żywności, gotowe produkty spożywcze i ich transport, a także obszar gospodarki wodno-ściekowej i odpadowej [Konieczny i Dobrucka 2012, Konieczny i in. 2013]. Do opisu produktów sprzedawanych za pomocą wskaźnika CF sięgają ostatnio także duże sieci handlowe, zainteresowane podkreśleniem związku swojej działalności z koncepcją zrównoważonego rozwoju i edukacją konsumentów na rzecz ekologicznego i zdrowego żywienia [Product... 2012].

Celem opracowania jest syntetyczne omówienie przydatności wskaźnika śladu węglowego jako nowego narzędzia ekologicznej edukacji konsumenta. Zamiarem autorów jest przedstawienie ogólnych zasad jego obliczania i rozumienia w odniesieniu do różnych produktów spożywczych, a także pokazanie znaczenia promocji oznakowania CF

w kształtowaniu korzystnych, prozdrowotnych zmian dotychczasowych nawyków i wyborów żywieniowych nabywcy żywności.

GENEZA I ZAKRES POJĘCIA *CARBON FOOTPRINT*

Określenie *Carbon Footprint* pozostaje pojęciem dość trudnym do przetłumaczenia na język polski. W polskojęzycznej literaturze naukowej funkcjonuje przede wszystkim jako „ślad węglowy”, ale w opracowaniach popularnych lub w mediach także jako: „odcisk węglowy”, „ekoodcisk”, „profil węglowy” lub „kopalny ślad stopy”. Wywodzi swoje korzenie z Konferencji Klimatycznej w Kyoto w 1997 roku, gdzie wszystkie kraje UE zobowiązały się do kontroli emisji szkodliwych dla klimatu, a globalny wzrost temperatury w XXI wieku o 2°C uznały za punkt graniczny. Metodologia obliczania wskaźnika CF koncentruje się na antropogenicznych źródłach emisji gazów cieplarnianych, w tym CO₂, obejmujących nie tylko spalanie paliw kopalnych – węgla, ropy naftowej lub gazu, lecz także korzystanie z energii elektrycznej (oświetlenia, maszyn, urządzeń). Dane konferencji w Kyoto uwzględniają sześć gazów cieplarnianych, którym przypisuje się tzw. potencjał globalnego ocieplenia (GWP = ang. *Global Warming Potential*), czyli wyrażoną liczbowo wartość potencjalnego wpływu gazu na klimat, prognozowaną w czasie stulecia (tab. 1) [Fourth... 2007].

Tabela 1. Potencjał globalnego ocieplenia (GWP₁₀₀)* wybranych gazów cieplarnianych
Table 1. Global warming potential (GWP₁₀₀)* selected greenhouse gases

| Rodzaj gazu cieplarnianego Greenhouse Gas | GWP ₁₀₀ |
|--|--------------------|
| Dwutlenek węgla – Carbon dioxide – CO ₂ | 1 |
| Metan – Methane – CH ₄ | 25 |
| Podtlenek azotu – Nitrous oxide – N ₂ O | 298 |
| Fluorowęglowodory – Hydrofluorocarbons – HFC | 124-14 800 |
| Perfluorowęglowodory – Perfluorocarbons – PFC | 7 390-12 200 |
| Sześćciofluorek siarki – Sulfur hexafluoride – SF ₆ | 22 800 |

*GWP – ang. *Global Warming Potential*.

Źródło: Fourth... [2007].

Source: Fourth... [2007].

Przyporządkowany produktowi, biorąc pod uwagę cały jego cykl życia „od pola do stołu”, ekwiwalent dwutlenku węgla (CO₂e) pozwala ocenić stopień ingerencji w skład atmosfery spowodowany wytworzeniem danego produktu, oszacować jego globalny wpływ na środowisko, a także porównywać, w tym zakresie, różne produkty między sobą. Systematyczna analiza oddziaływania produktów na środowisko pozwala ocenić stopień ich przyczyniania się do tak globalnych zjawisk, jak np.: efekt cieplarniany, kwaśne deszcze, dziura ozonowa, eutrofizacja, wykorzystanie powierzchni ziemi itp. [Software... 2004].

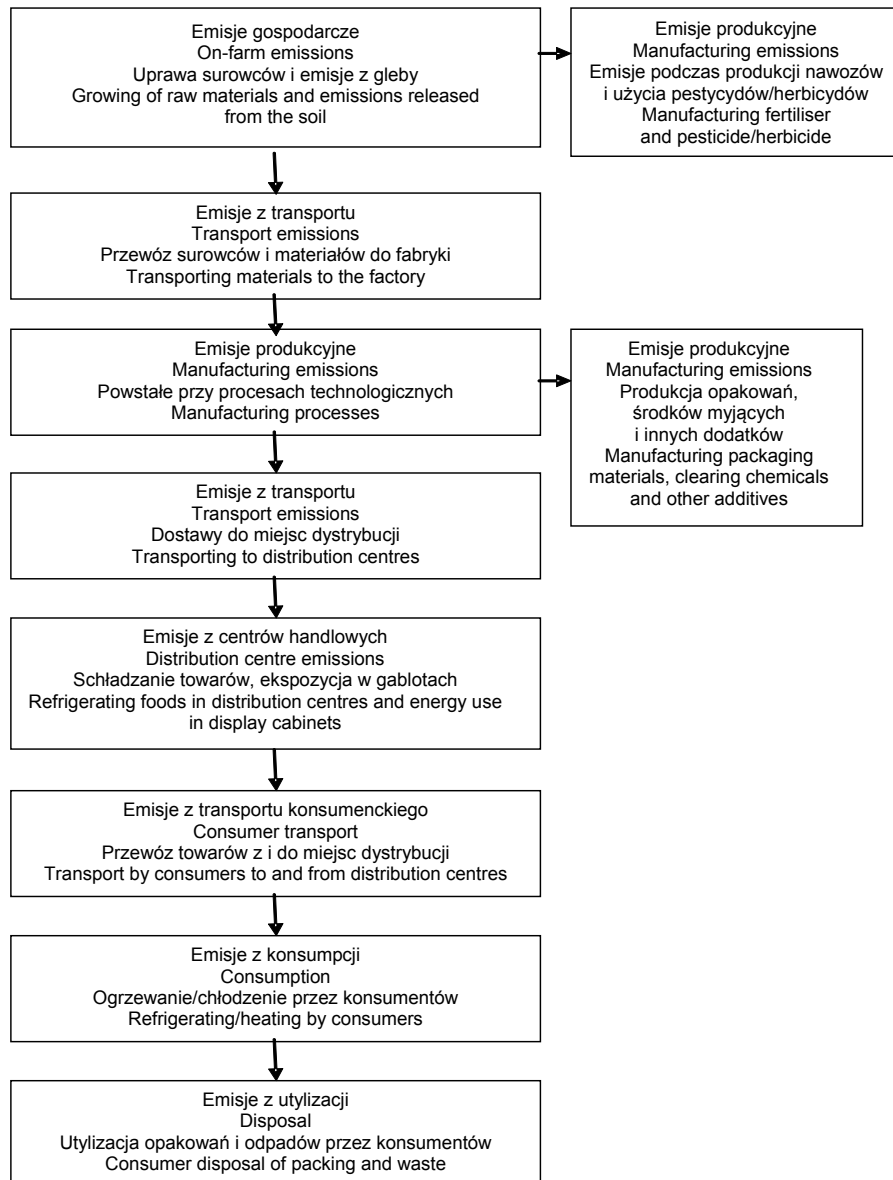
W metodologii wyliczania wskaźnika CF wykorzystuje się narzędzie analityczne zwane Oceną Cyklu Życia (ang. LCA= *Life Cycle Assessment*). Zgodnie z wytycznymi międzynarodowej normy ISO 14040 powinna ona obejmować cztery fazy: a) określenie celu i zakresu, który ma ustalić wymagane specyfikacje dla badań LCA, b) analizę zbioru (inwentaryzacja), czyli zebranie danych o procesach jednostkowych, c) ocenę wpływu (oddziaływań) oraz analizę zebranych danych, d) etap interpretowania wyników i ich wzajemne porównanie względem celu badań, określonego w pierwszym etapie. Dokładność wskaźnika CF zależy od jakości zebranych danych, które mogą dotyczyć, przykładowo: wielkości emisji wynikającej z upraw ziemi, rolnictwa, hodowli zwierząt, wielkości emisji z poszczególnych operacji technologicznych związanych z przetwarzaniem surowców, pakowaniem produktów, a także zużycia paliw i energii podczas transportu kolejowego, samochodowego lub lotniczego w całym cyklu wytwarzania produktu. Źródłami danych do obliczania wskaźnika CF mogą być zarówno obliczenia i pomiary własne, jak i coraz bogatsze zbiory danych inwentarzowych cyklu życia, dostępne w istniejących bazach elektronicznych LCA [Metodyka... 2009].

Chociaż w Polsce kwestie zmiany klimatu i emisyjności dopiero znajdują swoje miejsce w codziennej praktyce biznesowej, są już dostępne polskojęzyczne opracowania dotyczące metodologii wyliczania śladu węglowego w odniesieniu do organizacji, wyrobów i usług [Metodyka... 2009, Foltynowicz i Myszka 2010]. Do wzrostu świadomości w zakresie znaczenia emisji pochodzących z indywidualnej konsumpcji dóbr i zachowań prośrodowiskowych może przyczynić się także określanie śladu węglowego za pomocą narzędzi internetowych zwanych „kalkulatorami CO₂”. Są one rodzajem ankiety, która bada codzienne nawyki konsumentów i pokazuje, jakim poziomem emisji skutkuje każde z zachowań [Kalkulator emisji... 2013 a, b].

ŚLAD WĘGLOWY W SEKTORZE ROLNO-SPOŻYWCZYM „OD POLA DO STOŁU”

Przetwórstwo spożywcze to kompleks wielu technologii, które, ze względu na różnorodność i złożoność procesów jednostkowych, wymagających korzystania z zasobów środowiska i emitujących liczne substancje do powietrza, wody lub gleby, rozważa się najczęściej pod kątem zminimalizowania negatywnego oddziaływania na środowisko. Wykorzystując surowce pochodzenia roślinnego lub zwierzęcego zakłady spożywcze stają się ważnym współuczestnikiem przemian środowiska. Kształtowanie wskaźnika CF każdego produktu spożywczego trafiającego do konsumenta jest więc wypadkową oddziaływań związanych z wszystkimi ogniwami łańcucha żywnościowego (rys. 1) [Hadryjańska 2008, Sznajder 2008, Konieczny i Pikul 2011, Vermeulen i in. 2012].

Szczególnie duży udział w kształtowaniu emisji gazów cieplarnianych przypisuje się sektorowi produkcji zwierzęcej. Hodowla zwierząt jest odpowiedzialna za 18% światowych emisji gazów cieplarnianych pochodzących z działalności człowieka, podczas gdy udział transportu szacuje się w tych porównaniach na 14%. Większość z wymienionych 18% stanowią emisje podtlenku azotu oraz metanu pochodzące z nawozu zwierzęcego, a także emisje metanu z procesów trawiennych zwierząt oraz podtlenku azotu z nawozów mineralnych stosowanych w uprawach paszowych [Globalne... 2009, Flachowsky i Kamphues 2012].



Rys. 1. Diagram przepływu danych dotyczących powstawania śladu węglowego w łańcuchu żywnościowym

Źródło: Kalkulator emisji... [2013 a, b].

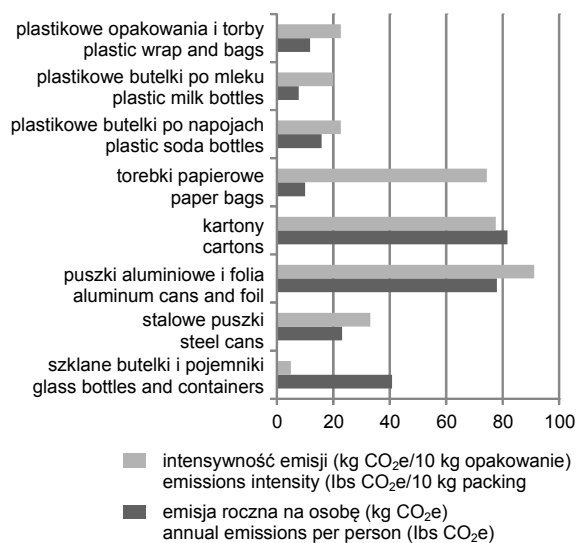
Fig. 1. Data flow diagram for the formation of the carbon footprint of the food chain

Source: Kalkulator emisji... [2013 a, b].

W etapie wytwarzania produktów największe znaczenie dla kształtowania wskaźnika śladu węglowego przypisuje się zużyciu energii, zarówno na potrzeby produkcyjne jak i biurowe, a także transportowi związanemu z przemieszczaniem surowców i półproduktów oraz rodzajowi stosowanych opakowań. Szacuje się, że wyprodukowanie 1 kWh energii elektrycznej jest związane z uwolnieniem do atmosfery ok. 1000 g CO₂e [Metodyka... 2009].

Wielu autorów uważa, że ekologiczna ocena kolejnych faz wytwarzania produktów za pomocą wskaźnika CF, a zwłaszcza poszczególnych operacji technologicznych realizowanych w zakładach spożywczych różnych branż, jest jednak obszarem trudnym. Wynika to zarówno z różnorodności asortymentów, procesów i operacji technologicznych, jak i złożoności ich oddziaływania na środowisko. Specyfika pracy zakładów spożywczych sprawia, że wyróżnia je wysoki stopień energochłonności produkcji, stanowiący około 8% ogólnego zużycia energii przez wszystkie gałęzie przemysłu. Żywność przetworzona, poddana obróbce termicznej, tj. pasteryzacji, sterylizacji, a także schładzaniu lub zamrażaniu oraz suszeniu, posiada wyraźnie wyższe wskaźniki śladu węglowego niż produkty spożywcze w ich naturalnej, nieprzetworzonej postaci [Konieczny i Pikul 2011].

Wielkość emisji CO₂e danego produktu spożywczego w znaczący sposób kształtuje także jego opakowanie. Projektant opakowania do żywności powinien dążyć do zminimalizowania masy opakowania oraz do użycia najbardziej przyjaznego środowisku materiału opakowaniowego. Według danych dla rynku USA [Kling i Hough 2010] opakowania kartonowe i aluminiowe charakteryzują się najwyższym wskaźnikiem emisji CO₂e (rys. 2).



Rys. 2. Porównanie emisji CO₂e dla różnych materiałów opakowaniowych (%)

Źródło: Kling i Hough [2010].

Fig. 2. Comparison of CO₂e emissions for different packaging materials (%)

Source: Kling and Hough [2010].

Stale rośnie znaczenie międzynarodowego handlu żywnością, a produkty spożywcze przebywają niekiedy bardzo znaczne odległości dzięki użyciu różnego typu środków transportu. Zagadnienia związane z transportem żywności powinny rozpatrywać się nie tylko w aspekcie jakości i bezpieczeństwa żywności, lecz także w aspekcie środowiskowym.

Proponuje się liczne metody do oceny oddziaływania transportu żywności na środowisko w całym łańcuchu żywnościowym. Kluczową cechą systemów związanych z dystrybucją żywności i jej wpływem na środowisko jest ilość żywnościomil (ang. *food miles*), tj. odległość, jaką pokonuje żywność zanim trafi do konsumenta. Jest oczywiste, że żywność wytwarzana lokalnie charakteryzuje się mniejszym zapotrzebowaniem na energię, a podczas jej produkcji powstaje mniej zanieczyszczeń i gazów cieplarnianych niż w przypadku żywności produkowanej i sprzedawanej globalnie [Norberg-Hodge i in. 2007].

W USA oszacowano, że przeciętna odległość, jaką pokonuje żywność od farmera do konsumenta, to ponad 2400 km, natomiast lokalnie wytwarzane produkty spożywcze przebywały drogę około 72 kilometrów. Oznacza to zużycie 4-17 razy mniej paliwa i emisję CO₂e 5-17 razy mniejszą w przypadku żywności wytwarzanej lokalnie [DeWerd et al. 2011]. Emisje gazów cieplarnianych w przeliczeniu na tonokilometry w zależności od środka transportu mieszczą się w granicach od 0,14 kg dla transportu wodnego w kontenerach, do 6,8 kg CO₂e dla transportu lotniczego [Konieczny i in. 2013]. Z badań prowadzonych w USA [Assesment of energy... 2009] wynika, że emisję gazów z transportu można zmniejszyć używając metod przetwórczych, które ograniczają masę produktu, jak np. suszenie, lub utrwalanie metodą apertyzacji, co eliminuje konieczność mrożenia czy przewożenia produktów w ciężarówkach – chłodniach.

Choć w obliczu różnic obszarowych zasadność bezpośrednich porównań między krajami Europy a USA czy Australią jest dyskusyjna [Konieczny i in. 2013], transport pozostaje ważnym czynnikiem kształtującym ślad węglowy żywności zarówno w odniesieniu do międzynarodowych i krajowych systemów logistycznych, gdzie żywność przewozi się na duże odległości, jak i w odniesieniu do indywidualnych gospodarstw i zachowań konsumentów związanych z dokonywaniem przez nich zakupów czy spożywaniem produktów spożywczych. Według badań wykonanych w Holandii, konsumenci przejeżdżający samochodem średnio 3,5 km w tygodniu, w celu dokonania zakupów żywności, zużywają rocznie 1280 MJ energii. Dla porównania, zużycie energii w przeliczeniu na jeden posiłek spożywany poza domem to wydatek rzędu 20 MJ [Massari 2003].

Warto dodać, że wielkość emisji CO₂ jest kształtowana także przez czynności każdego konsumenta, które wykonuje on podczas codziennej obróbki żywności. W przypadku konsumentów w USA, wynika to przede wszystkim z wielkości energii zużywanej w kuchni (tab. 2) [Kling i Hough 2010].

Zamrażanie żywności jest źródłem emisji ponad 650 kg CO₂e rocznie w każdym gospodarstwie domowym, a jej podgrzewanie to kolejne 320 kg emisji CO₂e. Autorzy raportu zalecają też stosowanie kuchenek mikrofalowych jako urządzeń energetycznie znacznie efektywniejszych od piekarników i tradycyjnych pieców. Z kolei, w przypadku zmywania naczyń, ślad węglowy wybranego sposobu postępowania jest zróżnicowany i zmienia się od bliskiego zera, gdy oszczędnie używa się zimnej wody, 540 g CO₂e, gdy używa się letnią wodę ze sporadycznym płukaniem, 770 g CO₂e w zmywarce o temperaturze 55°C, 990 g CO₂e w zmywarce o temperaturze 65°C, aż do 8000 g CO₂e, gdy ręcznie zmywa się naczynia i zużywa wodę bez ograniczeń [Stamminger i in. 2007]. W korzystaniu ze środowiska przez indywidualnego konsumenta pojawiają się

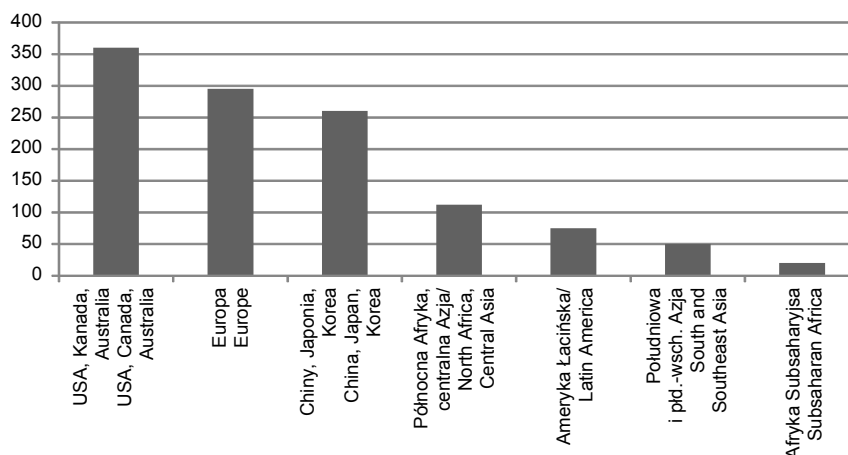
Tabela 2. Zużycie energii dla czynności związanych z przygotowaniem posiłków w kuchni
 Table 2. Energy consumption for activities related to preparing meals in the kitchen

| Czynność – Action | Zużycie energii (%) – Consumption of energy (%) |
|--|---|
| Zamrażanie – Refrigeration | 30 |
| Gotowanie – Cooking | 14 |
| Klimatyzacja pomieszczenia – Kitchen heat AC | 24 |
| Oświetlenie – Lighting | 11 |
| Zmywanie naczyń – Dishwasher | 9 |
| Płukanie naczyń gorącą wodą – Sink hot water | 5 |
| Inne – Other | 6 |
| Razem – Total | 100 |

Źródło: Kling i Hough [2010].
 Source: Kling and Hough [2010].

kolejne problemy, tj. generowanie uciążliwych ścieków, a także odpadów gastronomicznych, zwłaszcza pochodzenia organicznego, a także zużytych opakowań z aluminium, szkła czy tworzyw sztucznych. Warto wspomnieć, że także w warunkach przemysłowego wytwarzania produktów spożywczych wymienione obszary mają kluczowe znaczenie w cyklu życia produktów i w kształtowaniu ich śladu węglowego [Carbon... 2007].

Według Vermeulen i in. [2012], aby porównać rolę konsumentów w tym zakresie w ujęciu międzynarodowym, można posłużyć się rysunkiem 3. Mimo subiektywnego



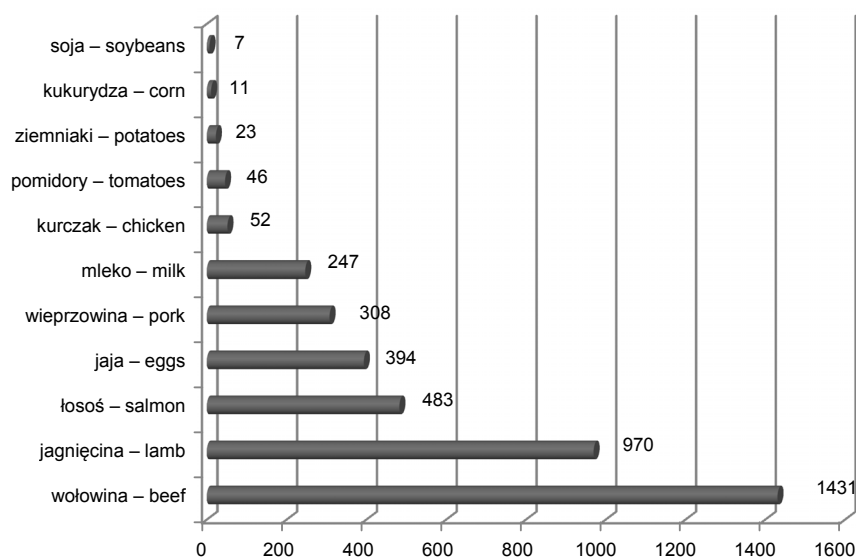
Rys. 3. Porównanie wielkości śladu węglowego (kg CO₂e/osobę) pochodzącego od odpadów związanych z produkcją żywności w zależności od regionu geograficznego
 Źródło: Vermeulen i in. [2012].

Fig. 3. Comparison of carbon footprint (kg CO₂e/person) derived from waste-related food production, depending on the geographic region
 Source: Vermeulen et al. [2012].

wyboru zakresu takich badań i sposobu interpretacji danych, autorzy pokazują duże znaczenie problemu śladu węglowego i konieczność podjęcia szybkich działań dla jego ograniczenia przede wszystkim w zamożnych społeczeństwach, o bardzo rozwiniętej konsumpcji dóbr.

OD ZRÓWNOWAŻONEJ TECHNOLOGII DO ZRÓWNOWAŻONEGO ŻYWIENIA

W świetle rozważań przedstawionych powyżej, oczywista jest różnorodność oddziaływań środowiskowych dla poszczególnych asortymentów żywności jako efekt zróżnicowania wielkości emisji gazów cieplarnianych szacowanych w całym łańcuchu działań „od pola do stołu”. Z szacunków dotyczących warunków amerykańskich wynika, że w porównaniach wielkości emisji równoważnych gramów CO₂ w przeliczeniu na 100 kalorii energii zawartej w danym produkcie wartości te są znacznie wyższe dla produktów pochodzenia zwierzęcego (mięso, ryby, mleko) niż roślinnego (pomidory, ziemniaki czy soja) (rys. 4) [Pimentel i Pimentel 2008].



Rys. 4. Porównanie wielkości emisji CO₂e dla różnych asortymentów żywności
Źródło: Pimentel i Pimentel [2008].

Fig. 4. Comparison of CO₂e emissions for different ranges of food
Source: Pimentel and Pimentel [2008].

Według innych źródeł [Niewęgłowska 2011], szkodząca środowisku łączna emisja gazów cieplarnianych podczas produkcji 1 kg mięsa wołowego może osiągnąć poziom ponad 13 000g CO₂e, ale w przypadku wytwarzania 1 kg mięsa drobiowego czy wieprzowego wartości te są znacznie niższe (odpowiednio, 3500 g i 3250 g CO₂e).

Dla porównania, obliczone w tych samych warunkach emisje dwutlenku węgla CO₂ dla produktów piekarskich nie przekraczały wartości 800 g, a w przypadku wybranych owoców (jabłka, truskawki) – 600 g w przeliczeniu na 1 kg.

Porównania produktów roślinnych i zwierzęcych w zakresie ich globalnego udziału w emisji CO₂ szybko zwróciły uwagę szerokiego grona specjalistów z zakresu technologii żywności i żywienia człowieka na możliwość podniesienia wiedzy ekologicznej konsumentów na temat śladu węglowego w produkcji, przetwórstwie i dystrybucji żywności, a jednocześnie dokonania korzystnych, prozdrowotnych zmian ich dotychczasowych nawyków i wyborów żywieniowych. Realizując pierwszą z wymienionych przesłanek opracowano między innymi sposób etykietowania produktów, przy czym zgodnie z zaleceniami normy ISO 14067 propozycjom znaków w tym zakresie nadaje się formę tekstu, grafiki lub symbolu. Na rysunku 5 pokazano kilka wariantów ekoznaków informujących konsumentów o udziale produktu w tworzeniu śladu węglowego.



Rys. 5. Przykłady ekologicznych oznakowań produktów spożywczych w zakresie informacji o ich śladzie węglowym

Źródło: opracowanie własne.

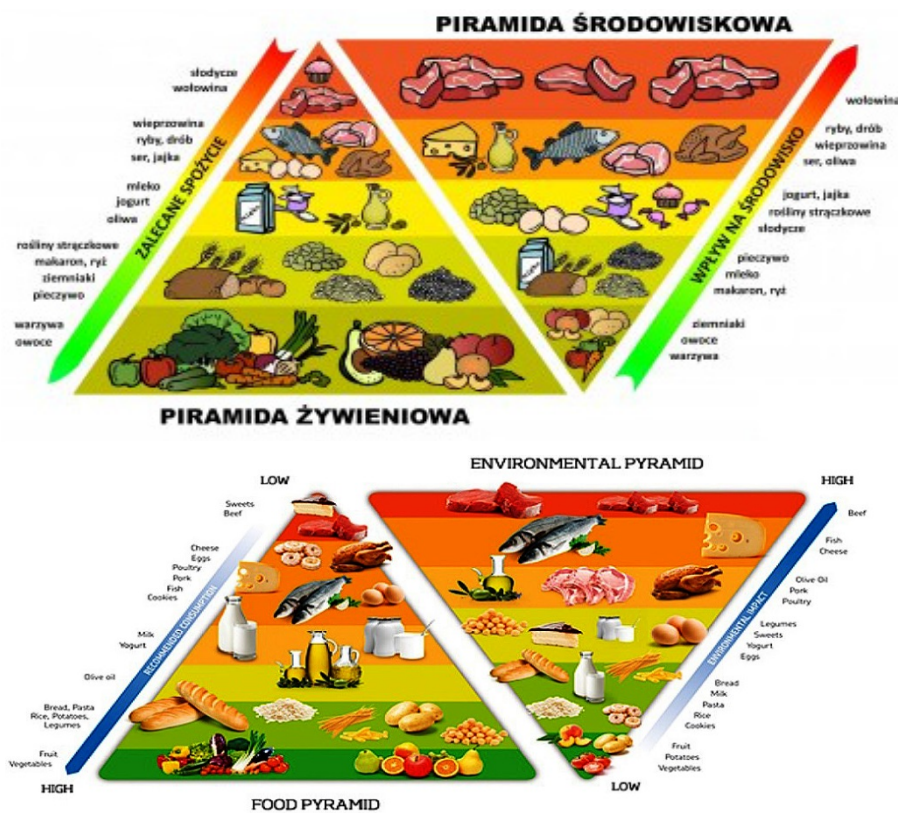
Fig. 5. Examples of eco-labeling of food products in terms of information about their carbon footprint

Source: own elaboration.

Według Venkata [2007], informacje o śladzie węglowym produktu to ważne narzędzie umożliwiające pokazanie zaangażowania producenta w zmniejszenie efektu cieplarnianego i poprawiające jego wizerunek na rynku. W Niemczech pomysł takiego znakowania produktów uznano za pożyteczny ponad 56% konsumentów w 2009 roku i ponad 66% w 2010 roku, ale inne pytania ankiety wykazały brak wiedzy co do znaczenia tego innowacyjnego ekowskaźnika, zarówno w podejmowaniu decyzji zakupowych, jak i indywidualnych zachowaniach [Schlich i Schlich 2011]. Wprowadzenie

znaku dotyczącego śladu węglowego na blisko 500 produktach znajdujących się w sprzedaży rozpoczęła sieć Tesco [Product... 2012], a w najbliższym czasie promocję oznakowań ekologicznych z wykorzystaniem koncepcji śladu węglowego planuje podjąć również francuska sieć Carrefour oraz największy na rynku światowym dystrybutor żywności, amerykański Wal-Mart [Yoshida i Leopold 2009].

Wielu autorów zajmujących się problematyką zrównoważonego rozwoju [Koerber i in. 2004, Kling i Hough 2010, Konieczny i Pikul 2011] uważa, że konsekwentne popularyzowanie wiedzy o śladzie węglowym wśród konsumentów żywności można wykrzyszczać do wdrożenia koncepcji „zrównoważonego żywienia” (ang. *sustainable nutrition*), definiując to pojęcie jako spożywanie produktów nie tylko przyjaznych środowisku, lecz także łatwostrawnych, opartych na komponentach pochodzenia roślinnego, o możliwie niskim stopniu przetworzenia, otrzymywanych metodami uznawanymi za organiczne. W zrównoważonej diecie powinny być preferowane produkty regionalne i sezo-



Rys. 6. Piramida żywieniowo-środowiskowa jako nowe narzędzie ekologicznej edukacji konsumenta żywności

Źródło: Poli [2010], Koalicja Klimatyczna [2012].

Fig. 6. Nutritional pyramid – a new tool for environmental education, organic food consumer

Source: Poli [2010], Koalicja Klimatyczna [2012].

nowe, korzystające z opakowań ekologicznych, a także zaliczane do tzw. sektora *fair-trade*, a więc tzw. „sprawiedliwego handlu”. Poza poszanowaniem środowiska i koncepcji zrównoważonego rozwoju, produkty takie muszą spełniać wiele innych wymogów przed uzyskaniem międzynarodowej certyfikacji [Goodman 2004].

Niemal całkowitego zastąpienia w diecie produktów pochodzenia zwierzęcego przez produkty roślinne domagają się przedstawiciele organizacji ekologicznych, a także zwolennicy diety wegetariańskiej czy wegańskiej, bowiem ich stosowanie prowadzi do znacznie niższych emisji CO₂e w porównaniu z konwencjonalną dietą [Kling i Hough 2010].

Zalecaną edukację współczesnego konsumenta żywności można zilustrować tzw. podwójną piramidą żywieniowo-środowiskową, opracowaną w Centrum Żywności i Żywienia włoskiego koncernu spożywczego Barilla (rys. 6) [Poli 2010]. W zintegrowanym modelu promuje ona związek pomiędzy dwoma nadrzędnymi celami opisanymi powyżej działań, tj. zdrowiem oraz ochroną środowiska. Problematykę edukowania konsumentów i kształtowania ich zachowań w takim ujęciu powinny podejmować również wszystkie zainteresowane instytucje działające w Polsce [Niewęgłowska 2011, Koalicja Klimatyczna 2012].

ZAKOŃCZENIE

Konieczność powszechnego wdrażania zasad tzw. zrównoważonego rozwoju do otaczającej nas rzeczywistości gospodarczej i społecznej należy uznać za fakt dokonany. Dążenie do stylu życia społeczeństwa opartego na zdrowiu oraz zrównoważonym rozwoju (LOHAS = ang. *Lifestyle of Health and Sustainability*) jest motywacją do podejmowania różnorodnych działań. W obszarze dotyczącym pozyskiwania surowców, przetwórstwa, dystrybucji i konsumpcji żywności sięga się między innymi po narzędzia kompleksowej oceny próśrodowiskowej takimi metodami, jak: ekoaudyty, ekobilanse, analizy cyklu życia produktów (LCA), a ostatnio – obliczanie ich globalnego śladu węglowego (CF). We wszystkich etapach łańcucha „od pola do stołu” można zastosować to innowacyjne podejście do opisu oddziaływania poszczególnych procesów na środowisko lub wskazania obszarów wymagających ochrony, a także zwiększyć świadomość samego konsumenta żywności i pokazać jego indywidualną rolę w tych działaniach. Obliczanie śladu węglowego jest zawsze uwarunkowane subiektywnym wyborem zakresu badań i sposobu interpretacji danych i dlatego nie należy stosować oceny śladu węglowego jako jedynej podstawy podejmowania decyzji o doskonaleniu produktów, sposobie ich otrzymywania czy ostatecznej decyzji o zakupie. Wybór żywności powinien pozostać suwerenną decyzją każdego konsumenta, świadomego zarówno uwarunkowań żywieniowych, zdrowotnych, jak i środowiskowych, towarzyszących powstawaniu danego produktu.

LITERATURA

Assessment of energy use and greenhouse gas emissions in the food system: The low carbon diet initiative. 2009. ASI Report, UC Davies Agricultural Sustainability Institute, <http://CaliforniaAgriculture.ucop.edu> [dostęp: 5.10.2013].

- Carbon Footprint – what it is and how to measure it. 2007. JRC European Commission, <http://lca.jrc.ec.europa.eu/> [dostęp: 5.10.2013].
- Dąbrowska A., Babicz-Zielińska E., 2011. Zachowania konsumentów w stosunku do żywności nowej generacji. *HYGEIA Public Health* 46, 1, 39-46.
- DeWeerd S., 2011. Is Local Food Better?. *World Watch Magazine* 22, 3, <http://www.world-watch.org/node/6064> [dostęp: 5.10.2013].
- Flachowsky G., Kamphues J., 2012. Carbon Footprints for Food of Animal Origin: What are the Most Preferable Criteria to Measure Animal Yields? *Animals* 2, 108-126.
- Foltynowicz Z., Mysza H., 2010. Węglowy Odcisk Stopy dla Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu. W: Mater. V Międzynarodowej Konferencji „Rola towaroznawstwa w zarządzaniu jakością w warunkach gospodarki opartej na wiedzy”. Radom, 15-17 września 2010.
- Fourth Assessment Report: Climate Change. 2007. Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, <http://www.ipcc.ch> [dostęp: 5.10.2013].
- Globalne ostrzeżenie: zmiany klimatyczne a dobrostan zwierząt hodowlanych. Raport Stowarzyszenia Compassion in World Farming. 2009. Wyd. Klub Gaja, <http://www.klubgaja.pl> [dostęp: 5.10.2013].
- Goodman M.K., 2004. Reading fair trade: political ecological imaginary and the moral economy of fair trade foods. *Polit. Geogr.* 23, 7, 891-915.
- Hadryjańska B., 2008. The implementation of the sustainable development concept in agri-food companies. *J. Agribus. Rural Dev.* 1, 7, 99-108.
- Kalkulator emisji CO₂. 2013 a. Fundacja Aeris Futuro, <http://www.archiwum.aerisfuturo.pl> [dostęp: 5.10.2013].
- Kalkulator emisji CO₂. 2013 b. Fundacja Partnerstwo dla Środowiska, http://www.eko-spec.pl/kalkulator_co2/ [dostęp: 5.10.2013].
- Kling M.M., Hough I.J., 2010. The American Carbon Foodprint: Understanding your food's impact on climate change. Brighter Planet, Inc. <http://brighterplanet.com> [dostęp: 5.10.2013].
- Kłos Z., Kasprzak J., 2008. Przydatność ocen ekobilansowych w procesach optymalizacyjnych obiektów technicznych. *Problemy Jakości* 1, 24-28.
- Koalicja Klimatyczna. 2012. Ekologia od kuchni, Polski Klub Ekologiczny, Okręg Mazowiecki, <http://www.koalicjaklimatyczna.org> [dostęp: 7.10.2013].
- Koerber V.K., Männle Th., Leitzmann C., 2004. *Vollwert- Ernährung. Konzeption einer zeitgemäßen und nachhaltigen Ernährung.* Haug Verlag, Stuttgart.
- Konieczny P., Dobrucka R., 2012. Chemia dla środowiska i zrównoważonego rozwoju: zastosowania wybranych ekowskaźników. *Gaz Woda Technika Sanitarna* 4, 188-191.
- Konieczny P., Dobrucka R., Mroczek E., 2013. Using Carbon Footprint to Evaluate Environmental Issues of Food Transportation. *LogForum* 9, 1, 3-10.
- Konieczny P., Kijowski J., 2005. Animal Origin Food Preservation And Its Safety Issues. *Pol. J. Food Sci. Nutr.* 14/55, SI 1, 21-29.
- Konieczny P., Pikul J., 2011. Przetwórstwo i dystrybucja żywności w zrównoważonym rozwoju: wybrane zastosowania wskaźnika śladu węglowego. *Gaz, Woda, Technika Sanitarna* 7-8, 300-303.
- Lewandowska A., 2005. LCA jako element kształtowania ekologicznego wizerunku firmy. *Katedra Ekologii Produktów. Materiały niepublikowane AE w Poznaniu, Poznań.*
- Massari S., 2003. Current food consumption patterns and global sustainability. Discussion Paper. www.agrifood-forum.net [dostęp: 7.10.2013].
- Metodyka wyliczenia Carbon Footprint. Podsumowanie Seminarium Ministerstwa Gospodarki CSRinfo. 2009. Ministerstwo Gospodarki Redakcja: CSRinfo, Warszawa, <http://www.mg.gov.pl> [dostęp: 1.10.2013].
- Niewęgłowska G., 2011. Bądź Lohasem (czyli zmień styl życia). IERiGŻ-PIB, Warszawa, <http://www.ierigz.waw.pl> [dostęp: 7.10.2013].
- Norberg-Hodge H., Merrifield T., Gorelick S., 2007. Lokalna żywność: Lokalne alternatywy dla globalnych korporacji rolnych. Wyd. „Zielone Brygady”, Kraków.
- Pimentel D., Pimentel M., 2008. *Food, Energy and Society.* Boca Raton, FL: CRC Press.
- Poli A., 2010. The Food Pyramid and the Environmental Pyramid. Barilla Center for Food & Nutrition, <http://www.fao.org/ag/humannutrition> [dostęp: 1.09.2013].

- Pondel H., 2007. Wykorzystanie koncepcji ekomarketingu w rynkowej walce o klienta. Zesz. Nauk. Gnieźnieńskiej Wyższej Szkoły Humanistyczno-Menedżerskiej „Milenium” 1, 45-60.
- Product Carbon Footprint Summary. 2012. Wyd. Tesco, Issued August 2012.
- Report of the World Commission on Environment and Development. 1987. General Assembly Resolution 42/187.
- Schlich M., Schlich E., 2011. Consumer Response to the Product Carbon Footprint (PCF). Life Cycle Assessment XI, Green Future Markets, Chicago, October 4th-6th.
- Software SimaPro 6.0.1. 2004. PRé Consultants. Netherlands., <http://www.pre.nl> [dostęp: 1.09.2013].
- Stamminger R., Elschenbroich A., Rummler B., Broil G., 2007. Washing-up Behaviour and Techniques in Europe. *Hauswirtschaft und Wissenschaft* 55, 1, 31-40.
- Sznajder M., 2008. The concept of sustainable food chain (case study – the dairy food chain). *J. Agribus. Rural Dev.* 2, 8, 155-163.
- Venkat K., 2007. Carbon Footprint Analysis for Eco-Labeling. Surya Technologies, www.suryatech.com [dostęp: 5.10.2013].
- Vermeulen S.J., Campbell B.M., John S.I., 2012. Ingram, Climate Change and Food Systems. *Ann. Rev. Environ. Res.* 37, 195-222.
- Yoshida J., Leopold G., 2009. Carbon footprint labeling: Are you ready for it?, <http://www.etimes.com/General/PrintView/4006399> [dostęp: 5.10.2013].

CARBON FOOTPRINT IN SUSTAINABLE FOOD CHAIN AND ITS IMPORTANCE FOR FOOD CONSUMER

Summary. Freshness, sensory attributes and food safety are currently indicated as main criteria in respect to food purchasing decisions. However, growing number of consumers are ready to choose also environmentally friendly food products. Carbon Footprint (CF) expressed in CO₂ equivalent of greenhouse gas emission seems to be an innovative indicator useful to evaluate environmental impacts associated with production and distribution of food. The review carried out in this study is based mainly on data presented in papers and reports published in recent decade, including some opinions available on various internet websites. In this study are discussed some examples of CF values calculated both, production of primary raw materials, food processing stages, final products transporting and activities taken during food preparation in the household, as well. The CF indicator offers also a new tool to promote disposition of food products distributed e.g. through big international supermarket chains. Mostly due to the suggestion of ecological institutions, direct comparison of CF values for different food products leads even to postulate almost total elimination of less eco-friendly animal origin food (like red meat) from the diet of typical consumer. So, improving the state of consumers education in respect to environmental issues of whole food chain might effect not only their eating habits but also their health.

Key words: carbon footprint, food labelling, environmental education, nutritional education, food consumer

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 20.09.2013

Do cytowania – For citation: Konieczny P., Mroczek E., Kucharska M., 2013. Ślad węglowy w zrównoważonym łańcuchu żywnościowym i jego znaczenie dla konsumenta żywności. J. Agribus. Rural Dev. 3(29), 51-64.