

Bartłomiej Palmowski¹, Wiktoria Ficoń¹, Maksymilian Dobosz¹, Beata Całyniuk²

DIET AND CLIMATE CHANGE

DIETA A ZMIANY KLIMATU

¹Student Scientific Association by the Department of Human Nutrition, Medical University of Silesia in Katowice, Poland

Studenckie Koło Naukowe przy Zakładzie Żywienia Człowieka, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach

²Department of Human Nutrition, Medical University of Silesia in Katowice, Poland

Zakład Żywienia Człowieka, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach

ABSTRACT

Diet plays a significant role in shaping climate change, as food production accounts for a large proportion of global greenhouse gas emissions. Animal farming, particularly beef farming, generates a high carbon and water footprint, requiring large amounts of feed, energy, and water. In contrast, a diet based on plant-based products – such as vegetables, fruits, legumes, and whole grains – is much less burdensome on the environment. In response to these challenges, experts from EAT-Lancet have proposed a so-called planetary diet that combines health and climate goals. It involves reducing meat and sugar consumption by half and increasing the share of plant-based products in the daily menu. The latest available literature in this field was analyzed and a standard diet was compared with a planetary diet in order to estimate the potential reduction in greenhouse gas emissions resulting from changes in dietary patterns. Climate change undoubtedly affects food production, availability, nutritional quality, and microbiological safety. Rising temperatures, irregular rainfall, and extreme weather events lead to reduced yields and contribute to more frequent malnutrition among humans. An integrated approach to food and climate policy is needed, based on sound scientific evidence, supporting both human health and the ecological stability of the planet.

Keywords: *climate change, sustainable diet, planetary health diet, greenhouse gases, EAT Lancet*

STRESZCZENIE

WSTĘP. Dieta odgrywa istotną rolę w kształtowaniu zmian klimatycznych, ponieważ produkcja żywności odpowiada za znaczną część globalnych emisji gazów cieplarnianych. Szczególnie hodowla zwierząt, a zwłaszcza wołowiny, generuje wysoki ślad węglowy i wodny, wymagając dużych zasobów paszy, energii i wody. W przeciwieństwie do tego, dieta oparta na produktach roślinnych – takich jak warzywa, owoce, rośliny strączkowe i pełnoziarniste zboża – jest znacznie mniej obciążająca dla środowiska. W odpowiedzi na te wyzwania, eksperci z EAT-Lancet zaproponowali tzw. dietę planetarną, która łączy cele zdrowotne z klimatycznymi. Zakłada ona ograniczenie spożycia mięsa i cukru o połowę oraz zwiększenie udziału produktów roślinnych w codziennym jadłospisie. Przeanalizowano najnowsze, dostępne piśmiennictwo w tym zakresie oraz porównano standardową dietę z dietą planetarną, w celu oszacowania potencjalnego zmniejszenia emisji gazów cieplarnianych wynikających ze zmiany wzorców żywieniowych. Zmiany klimatyczne bezsprzecznie wpływają na produkcję żywności, jej dostępność, jakość odżywczą i bezpieczeństwo mikrobiologiczne. Wzrost temperatury, nieregularne opady i ekstremalne zjawiska pogodowe prowadzą do zmniejszenia plonów oraz przyczyniają się do częstszego pojawiania się niedożywienia wśród ludzi. Konieczne jest zintegrowane podejście do polityki żywnościowej i klimatycznej, opartej na rzetelnych dowodach naukowych, wspierając zarówno zdrowie człowieka, jak i stabilność ekologiczną planety.

Słowa kluczowe: *zmiany klimatu, dieta zrównoważona, dieta planetarna, gazy cieplarniane, EAT Lancet*

INTRODUCTION

Climate change is one of the biggest challenges of the 21st century. Their impacts include not only the environment, but also everything that affects humans in a broad sense, from public and mental health to the economy and food systems. In recent years, there has been increasing attention to the role of diet in the context of global warming and environmental degradation (1,2). Food systems are responsible for around 25-30% of global greenhouse gas emissions (GHG), mainly methane (CH₄) and nitrous oxide (N₂O) emissions associated with animal husbandry and fertiliser use (3). At the same time, it is these climate changes that affect yields, food availability and quality. So you could say that diet and climate change create a kind of feedback loop (4-6).

Over the past few years, many studies have shown that the way people on Earth eat can have a significant impact on the trajectory of global climate change, not only in terms of greenhouse gases (7). Measures such as reducing red meat consumption, increasing the share of plant-based products and reducing food waste are measures with high greenhouse gas mitigation potential (8). In this context, the concept of the so-called Planetary Health Diet, proposed by the EAT-Lancet Commission, has emerged, which is an attempt to combine both health and environmental goals in a single nutritional model (1,9).

The analysis of the relationship between diet and climate change is therefore two-pronged: on the one hand, it shows how dietary choices affect the environment, and on the other hand, it shows how global climate change can limit the possibility of healthy, sustainable diets (10,11).

This review paper aims to discuss these relationships, present the main findings of research in this area, and present potential solutions to support the transformation of food systems towards sustainable development.

MATERIAL AND METHODS

The work of the nature of a narrative review was based on the analysis and integration of the latest scientific literature available in scientific databases such as: PubMed, Google Scholar, ScienceDirect, and in reports of organizations such as FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations, WHO – World Health Organization and IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. Publications from 2018-2025 are mainly included, with a particular focus on review papers, reports of international commissions and meta-analyses on the

WPROWADZENIE

Zmiany klimatu stanowią jedno z największych wyzwań XXI wieku. Ich skutki obejmują nie tylko środowisko naturalne, lecz także wszystko, co dotyczy człowieka w szerokim znaczeniu, począwszy od zdrowia publicznego oraz psychicznego, aż po gospodarkę i systemy żywnościowe. W ostatnich latach coraz częściej zwraca się uwagę na rolę diety w kontekście globalnego ocieplenia oraz degradacji środowiska (1,2). Systemy żywnościowe odpowiadają za około 25-30% światowych emisji gazów cieplarnianych GHG (ang. *Greenhouse Gas*), w tym głównie za emisję metanu (CH₄) i podtlenku azotu (N₂O) związanych z hodowlą zwierząt i stosowaniem nawozów (3). Równocześnie, to właśnie te zmiany klimatu wpływają na plony, dostępność żywności oraz jej jakość. Można więc powiedzieć, że dieta i zmiany klimatu tworzą rodzaj sprzężenia zwrotnego (4-6).

Przez ostatnie lata wiele badań wskazuje na to, że sposób odżywiania się ludzi na Ziemi może mieć istotny wpływ na trajektorię globalnych zmian klimatycznych nie tylko pod względem gazów cieplarnianych (7). Działania takie jak ograniczanie spożycia mięsa czerwonego, zwiększenie udziału produktów roślinnych i redukcja marnowania żywności są działaniami o dużym potencjale łagodzenia emisji gazów cieplarnianych (8). W tym kontekście pojawiła się koncepcja tzw. Diety Planetarnej (ang. *Planetary Health Diet*), zaproponowanej przez Komisję EAT-Lancet, która stanowi próbę połączenia zarówno celów zdrowotnych jak i środowiskowych w jednym modelu żywieniowym (1,9).

Analiza relacji między dietą a zmianami klimatu ma zatem charakter dwukierunkowy: z jednej strony pokazuje, jak wybory żywieniowe wpływają na środowisko, a z drugiej zaś – jak globalne zmiany klimatyczne mogą ograniczać możliwości realizacji zdrowych, zrównoważonych diet (10,11).

Niniejsza praca przeglądowa ma na celu omówienie tych zależności, przedstawienie głównych wyników badań w tym obszarze oraz zaprezentowanie potencjalnych rozwiązań wspierających transformację systemów żywnościowych w kierunku zrównoważonego rozwoju.

MATERIAŁ I METODY

Praca o charakterze przeglądu narracyjnego opierała się na analizie i scaleniu najnowszego piśmiennictwa naukowego dostępnego w bazach naukowych takich jak: PubMed, Google Scholar, ScienceDirect oraz w raportach organizacji takich jak FAO – Organizacji Narodów Zjednoczonych do spraw Wyżywienia i Rolnictwa (ang. *Food and Agriculture Organization*), WHO – Światowej Organizacji Zdrowia (ang. *World Health Organization*) oraz IPCC – Międzynarodowego Zespo-

impact of diet on climate and the impact of climate change on food and nutrition of society.

The selection of sources was qualitative – priority was given to publications from peer-reviewed scientific journals. The content analysis was carried out based on the main thematic categories: the impact of diet on greenhouse gas emissions, the impact of climate change on food security and nutrition, concepts of sustainable nutrition and planetary diet.

Inclusion criteria included: scientific publications and reports issued in the years 2018-2025, peer-reviewed articles, meta-analyses, systematic reviews and reports of international organisations, sources available in Polish or English, publications presenting empirical data, comparative analyses or synthetic studies of the topic.

The exclusion criteria included: publications older than 2018, with the exception of key fundamental works, non-peer-reviewed articles, popular science materials, blog posts and content with unverified credibility, works with too narrow a thematic scope or not directly related to the analysed issue, publications that are not available in full text, making it impossible to assess the methodology and quality of the data.

The search result included the following basic sources:

- raport EAT-Lancet Commission on Food, Planet, Health (1);
- an overview of climate change, extreme weather events, food safety and the relationship between nutrition and health and the environment (4);
- a meta-analysis of greenhouse gas emissions from food production (3);
- model studies on the impact of dietary changes on emissions and health (12,13);
- review articles and regional reports (14,15).

The paper uses figures and ranges of greenhouse gas emissions for the main groups of food products based on the Life Cycle Assessment (LCA). These data allow for a comparison of the impact of individual food categories on GHG emissions in units of kg CO₂e/kg of product (carbon dioxide equivalent per kilogram). The analytical part uses a simplified comparative scenario between the “typical diet of our region” and the “planetary diet” to estimate the potential emission reductions resulting from changing consumption patterns.

THE IMPACT OF DIET ON THE CLIMATE

Food production is one of the main sources of anthropogenic greenhouse gas emissions, with animal products accounting for the largest share, especially red meat (beef and mutton) and their products (3,9,13). It is estimated that cattle farming is responsible

for ds. Zmian Klimatu (ang. *Intergovernmental Panel on Climate Change*). Uwzględniono przede wszystkim publikacje z lat 2018-2025, ze szczególnym naciskiem na prace przeglądowe, raporty komisji międzynarodowych oraz metaanalizy dotyczące wpływu diety na klimat i wpływu zmian klimatycznych na żywność i żywienie społeczeństwa.

Dobór źródeł miał charakter jakościowy – priorytetowo potraktowano publikacje pochodzące z recenzowanych czasopism naukowych. Analiza treści została przeprowadzona w oparciu o główne kategorie tematyczne: wpływ diety na emisje gazów cieplarnianych, wpływ zmian klimatu na bezpieczeństwo żywnościowe i odżywianie, koncepcje zrównoważonego żywienia i diety planetarnej.

Kryteria włączenia obejmowały: publikacje naukowe i raporty wydane w latach 2018-2025, artykuły recenzowane, metaanalizy, przeglądy systematyczne oraz raporty organizacji międzynarodowych, źródła dostępne w języku polskim lub angielskim, publikacje prezentujące dane empiryczne, analizy porównawcze lub syntetyczne opracowania tematu.

Kryteria wyłączenia obejmowały: publikacje starsze niż z 2018 roku z wyjątkiem kluczowych prac o charakterze fundamentalnym, artykuły nierecenzowane, materiały popularnonaukowe, wpisy blogowe i treści o niezawieranej wiarygodności, prace o zbyt wąskim zakresie tematycznym lub nieodnoszące się bezpośrednio do analizowanego zagadnienia, publikacje niedostępne w pełnym tekście, uniemożliwiające ocenę metodologii i jakości danych.

W wyniku wyszukiwania uwzględniono podstawowe źródła:

- raport EAT-Lancet Commission on Food, Planet, Health (1),
- przegląd zmian klimatycznych, ekstremalnych zjawisk pogodowych, bezpieczeństwa żywności oraz relacji pomiędzy żywieniem a zdrowiem i środowiskiem (4),
- metaanalizę emisji gazów cieplarnianych w produkcji żywności (3),
- badania modelowe nad wpływem zmian wzorców dietetycznych na emisje i zdrowie (12,13),
- oraz artykuły przeglądowe i raporty regionalne (14,15).

W pracy wykorzystano dane liczbowe i przedziały emisji gazów cieplarnianych dla głównych grup produktów spożywczych w oparciu o Ocenę Cyklu Życia (ang. *LCA, Life Cycle Assessment*). Dane te pozwalają na porównanie wpływu poszczególnych kategorii żywności na emisje GHG w jednostkach kg CO₂e/kg produktu (ekwiwalent dwutlenku węgla na kilogram). W części analitycznej zastosowano uproszczony scenariusz porównawczy między „typową dietą naszego regionu” a „dietą planetarną” w celu oszacowania po-

for nearly 70% of methane (CH₄) and other gases emissions from agriculture, mainly as a result of enteric fermentation and animal manure management (3,16). In addition, feed production requires intensive use of agricultural land, leading to deforestation and loss of soil biodiversity, which is often not cross-cropped.

According to an analysis by Poore J, Nemecek T. entitled "Reducing food's environmental impacts through producers and consumers", beef generates an average of 60 kg CO₂e/kg of product with an upward trend, while legumes generate only 1 kg of CO₂e/kg (3). This difference illustrates the potential for reducing emissions from reducing meat consumption and increasing the proportion of plant-based products in the diet, and reducing food waste could reduce total greenhouse gas emissions by around 50% (4,12,17).

Food systems also generate significant water and land consumption. Beef production requires up to 20-30 times more water than obtaining an equivalent amount of protein from legumes (18). Reducing the consumption of meat and dairy products translates into significant savings in water resources. Some plant-based products, such as rice, berries such as cranberries, oils and wine, can also contribute to methane emissions as well as the consumption of huge amounts of water, which significantly increases the world's water footprint, especially with traditional methods of cultivation in flooded fields (3,19). However, even taking these factors into account, the overall impact of a plant-based diet remains much lower than that of a diet rich in animal products.

Springmann et al.'s papers entitled "Health and nutritional aspects of sustainable diet strategies and their association with environmental impacts: a global modelling analysis with country-level detail", "Global Greenhouse Gas Emissions From Agriculture: Pathways to Sustainable Reductions" and "Global Land Use Change and Its Impact on Greenhouse Gas Emissions" show that if the population switched to a diet similar to the EAT-Lancet planetary diet, together with a normal BMI kg/m² of a person (Body Mass Index) and in combination with a reduction in the energy value of the diet, the impact on the climate could be reduced by about 30%. With the complete elimination of animal products (ani-100; reduction of 100% of animal food sources), the total reduction in environmental impact can reach approx. -150%, and in addition, these patterns can reduce premature mortality by up to 25-30% of the entire population, which corresponds to up to 5 million premature deaths per year worldwide due to improved diet quality (4,5,12,13).

To sum up, the change in dietary patterns towards low-carbon diets is one of the key actions to reduce

tencjalnych redukcji emisji wynikających ze zmiany wzorców konsumpcji.

WPŁYW DIETY NA KLIMAT

Produkcja żywności jest jednym z głównych źródeł antropogenicznych emisji gazów cieplarnianych, przy czym największy ich udział przypada na produkty pochodzenia zwierzęcego, zwłaszcza mięso czerwone (wołowina i baranina) i ich przetwory (3,9,13). Szacuje się, że hodowla bydła odpowiada za blisko 70% emisji metanu (CH₄) oraz innych gazów pochodzącego z rolnictwa, głównie w wyniku fermentacji jelitowej i gospodarowania odchodami zwierzęcymi (3,16). Dodatkowo, produkcja pasz wymaga intensywnego wykorzystania gruntów rolnych, co prowadzi do wylesiania i utraty bioróżnorodności gleby, na której często nie przeprowadza się upraw krzyżowych.

Według analizy Poore J i Nemecek T. pt. „Reducing food's environmental impacts through producers and consumers”, wołowina generuje średnio 60 kg CO₂e/kg produktu ze wzrostową tendencją, podczas gdy rośliny strączkowe – zaledwie 1 kg CO₂e/kg (3). Różnica ta ilustruje potencjał redukcji emisji wynikający z ograniczenia spożycia mięsa i zwiększenia udziału produktów roślinnych w diecie, a ograniczanie odpadów żywnościowych mogłoby obniżyć całkowite emisje gazów cieplarnianych o ok. 50% (4,12,17).

Systemy żywnościowe generują również znaczne zużycie wody i ziemi. Produkcja mięsa wołowego wymaga nawet 20-30 razy więcej wody niż uzyskanie równoważnej ilości białka, pochodzącego z roślin strączkowych (18). Ograniczenie konsumpcji mięsa i nabiału przekłada się na istotną oszczędność zasobów wodnych. Niektóre produkty pochodzenia roślinnego, takie jak ryż, owoce jagodowe np. żurawina, oleje i wino, również mogą przyczyniać się do emisji metanu, jak i zużycia ogromnej ilości wody, co powoduje znaczne podwyższenie się śladu wodnego na świecie, zwłaszcza przy tradycyjnych metodach uprawy na zalanych polach (3,19). Jednak nawet uwzględniając te czynniki, całkowity wpływ diety opartej na roślinach pozostaje znacznie niższy niż diety bogatej w produkty zwierzęce.

W pracach Springmanna i wsp. pt. „Health and nutritional aspects of sustainable diet strategies and their association with environmental impacts: a global modelling analysis with country-level detail”, Li i wsp. pt. „Global Greenhouse Gas Emissions From Agriculture: Pathways to Sustainable Reductions” oraz „Global Land Use Change and Its Impact on Greenhouse Gas Emissions” wykazano, że gdyby społeczeństwo przeszło na dietę zbliżoną do diety planetarnej EAT-Lancet, wraz z prawidłowym wskaźnikiem BMI kg/m² człowieka (ang. *Body Mass Index*) oraz w połączeniu ze zmniejsz-

emissions in the food sector. Well-designed public policies – such as plant-based food subsidies, which reduce the total cost of production for the farmer or producer, and nutrition education, which should be introduced in the youngest – can support these transitions at the social and economic level (6,20).

IMPACTS OF CLIMATE CHANGE ON NUTRITION AND HEALTH

Climate change affects food production, availability, nutritional quality and microbiological safety. Rising temperatures, irregular rainfall, and extreme weather events (droughts, floods, hurricanes, frosts) lead to a decline in yields of key crops such as wheat, maize, rice, and soybeans, and contribute to the increased incidence of malnutrition among humans, the emergence of diseases such as dengue, malaria, and West Nile fever (4,21). In addition, climate change is causing an increase in prices and a deterioration in the quality of raw materials, which may reduce the availability of food for the poorest (21). According to the IPCC report (2022), the average decrease in the availability of land intended for cultivation, and thus the yield of these crops in tropical regions, may reach up to 10-25% by the middle of the 21st century (16).

The increased concentration of carbon dioxide (CO₂) in the atmosphere also has an impact on the nutritional value of food. Research by Myers et al. (2014) showed that plants grown under conditions of elevated CO₂ contain less zinc, iron and protein, which can exacerbate malnutrition in populations dependent on plant-based foods, which is not only a local but also a global problem (11). This is an example of the so-called nutrient dilution effect, which may increase the risk of anemia and other health disorders in developing countries in the future (4,11).

Climate change also affects food security through disruptions in supply chains and rising food prices. Increasing temperature and humidity promote the growth of fungal toxins such as aflatoxins, which pose a serious health risk (4,6). In addition, extreme weather conditions lead to crop losses and increase the risk of economic instability in the agricultural sector (16).

It should also be noted that the effects of climate change are not evenly distributed. Low-income regions with high dependence on agriculture are the most affected, particularly sub-Saharan Africa, South Asia and the Middle East (14,21). In these regions, a decrease in the availability of animal protein and micronutrients can significantly affect the nutritional status of children and women of childbearing age. In addition to geographical location, demand and supply also have an impact. Between 1961 and 2009, demand for meat increased by 750% in the richest countries

zwiększeniem wartości energetycznej diety wpływ na klimat mógłby spaść o około 30%. Przy całkowitej eliminacji produktów zwierzęcych (ani-100; redukcja 100% zwierzęcych źródeł pożywienia) łączny spadek wpływu środowiskowego może sięgnąć ok. -150%, a dodatkowo wzorce te mogą zredukować przedwczesną śmiertelność nawet o 25-30% całej populacji, co odpowiada nawet 5 milionom przedwczesnych zgonów rocznie na całym świecie dzięki poprawie jakości diety (4,5,12,13).

Podsumowując, zmiana wzorców żywieniowych w kierunku diet niskoemisyjnych, stanowi jedno z kluczowych działań umożliwiających ograniczenie emisji w sektorze żywnościowym. Odpowiednio zaprojektowane polityki publiczne – takie jak subsydia na żywność roślinną, które obniżają całkowity koszt produkcji spoczywający na rolniku czy producencie oraz edukacja żywieniowa, która powinna być wprowadzana już u najmłodszych – mogą wspierać te transformacje na poziomie społecznym oraz ekonomicznym (6,20).

WPLYW ZMIAN KLIMATU NA ŻYWIENIE I ZDROWIE

Zmiany klimatyczne wpływają na produkcję żywności, jej dostępność, jakość odżywczą i bezpieczeństwo mikrobiologiczne. Wzrost temperatury, nieregularne opady i ekstremalne zjawiska pogodowe (susze, powodzie, huragany, przymrozki) prowadzą do spadku plonów kluczowych upraw, takich jak pszenica, kukurydza, ryż i soja oraz przyczyniają się do częstszego pojawiania się niedożywienia wśród ludzi, pojawiania się takich chorób jak denga, malaria i gorączka Zachodniego Nilu (4,21). Oprócz tego zmiany klimatyczne powodują wzrost cen i pogorszenia się jakości surowców, co może wpłynąć na zmniejszenie dostępności pożywienia dla najbardziej potrzebujących (21). Według raportu IPCC (2022) średni spadek dostępności łądów przeznaczonych pod uprawę, a co za tym idzie plonów tych roślin w regionach tropikalnych może sięgnąć nawet 10-25% do połowy XXI wieku (16).

Zwiększone stężenie dwutlenku węgla (CO₂) w atmosferze ma również wpływ na wartość odżywczą żywności. Badania Myers i wsp. (2014) wykazały, że rośliny uprawiane w warunkach podwyższonego CO₂ zawierają mniej cynku, żelaza i białka, co może pogłębiać niedożywienie w populacjach zależnych od żywności roślinnej, co stanowi problem nie tylko lokalny, ale i globalny (11). Jest to przykład tzw. efektu rozcieńczenia składników odżywczych, który może w przyszłości zwiększyć ryzyko anemii i innych zaburzeń zdrowotnych w krajach rozwijających się (4,11).

Zmiany klimatu wpływają również na bezpieczeństwo żywnościowe poprzez zaburzenia w łańcuchach dostaw i wzrost cen produktów spożywczych. Wzrost temperatury i wilgotności sprzyja rozwojowi toksyn

compared to the poorest. The consumption of so-called “empty calories” – sugars, fats and alcohol – has increased. It is estimated that in 2050, the average person’s diet will increase by 15% of calories, 61% of empty calories, 31% of red meat, and the consumption of fruits and vegetables will decrease by 18%. This will result in: an increase in obesity, heart disease, type 2 diabetes, cancer and greater environmental degradation (10,19,21).

These phenomena indicate that diet and climate are inextricably linked, with climate change affecting the ability to maintain a balanced diet, while society’s dietary choices shape the global emissions balance. As a result, human health and the health of the planet form a shared ecosystem of interdependencies (2,4,9).

BALANCED DIETS AND PLANETARY DIET

In the face of global challenges related to greenhouse gas emissions, biodiversity loss and soil degradation, the concept of a sustainable diet is gaining more and more importance. According to the FAO definition, it is a way of eating that promotes human health and at the same time has a low impact on the environment, protecting natural resources for future generations (10).

One of the most comprehensive models of sustainable nutrition is the Planetary Health Diet, proposed by the EAT-Lancet Commission (Rockström J, et al., 2025) (1). Its main assumption is to combine health and environmental goals in one nutritional pattern. This diet is based primarily on plant-based foods – vegetables, fruits, whole grains, nuts, and legumes – while limiting red meat, sugar, and processed foods (4,9,12) (Fig.1).

In the planetary diet, the daily intake of red meat was limited from 0 g/day to about 30 g/day. Therefore, 15 g of red meat per day, which corresponds to about one serving per week, was taken as reference values, while plant products such as vegetables should be consumed in the amount of 200-600 g/day and fruit in the amount of 100-200 g/day and whole grain products

grzybowych, takich jak aflatoksyny, co stanowi poważne zagrożenie zdrowotne (4,6). Ponadto, ekstremalne warunki pogodowe prowadzą do strat plonów i zwiększają ryzyko niestabilności ekonomicznej w sektorze rolnym (16).

Należy również zauważyć, że skutki zmian klimatycznych nie są rozłożone równomiernie. Najbardziej dotknięte są regiony o niskich dochodach i wysokim uzależnieniu od rolnictwa, szczególnie Afryka Subsaharyjska, Azja Południowa i Bliski Wschód (14,21). W tych regionach zmniejszenie dostępności białka zwierzęcego i mikroelementów może znacząco wpłynąć na stan odżywienia dzieci i kobiet w wieku rozrodczym. Oprócz położenia geograficznego wpływ ma również popyt i podaż. Już na przestrzeni lat 1961-2009 popyt na mięso wzrósł o 750% w najbogatszych krajach względem najbiedniejszych. Wzrosło spożycie tzw. „pustych kalorii” – cukrów, tłuszczów i alkoholu. Szacuje się, że w roku 2050 dieta przeciętnego człowieka wzrośnie: o 15% kalorii, 61% pustych kalorii, 31% czerwonego mięsa oraz spadnie spożycie owoców i warzyw o 18%. Czego skutkiem będzie: wzrost otyłości, chorób serca, cukrzycy typu 2, nowotworów oraz większa degradacja środowiska (10,19,21).

Zjawiska te wskazują, że dieta i klimat są ze sobą nierozdzielnie związane – zmiany klimatyczne wpływają na możliwości utrzymania zbilansowanej diety, podczas gdy wybory dietetyczne społeczeństw kształtują globalny bilans emisji. W efekcie, zdrowie człowieka i zdrowie planety tworzą wspólny ekosystem wzajemnych zależności (2,4,9).

DIETY ZRÓWNOWAŻONE I DIETA PLANETARNA

W obliczu globalnych wyzwań związanych z emisjami gazów cieplarnianych, utratą bioróżnorodności i degradacją gleby, coraz większe znaczenie zyskuje pojęcie diety zrównoważonej (ang. *sustainable diet*). Według definicji FAO jest to sposób odżywiania, który sprzyja zdrowiu człowieka i jednocześnie ma niski

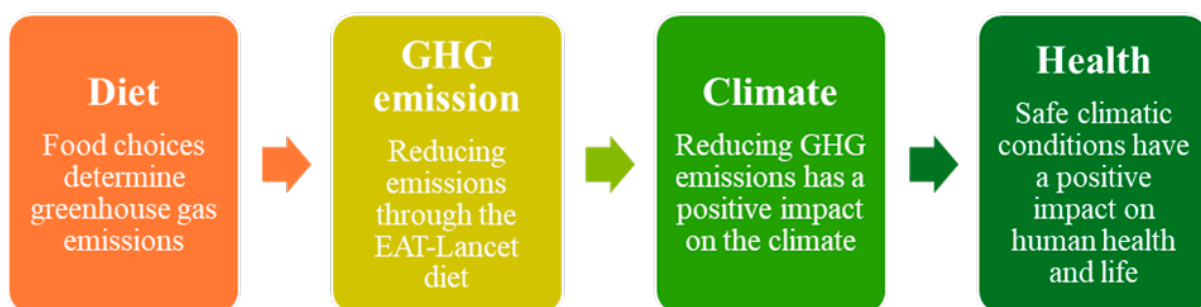


Figure 1. Diagram of the connections: diet – emissions – climate – health
Rycina 1. Schemat powiązań – dieta – emisje – klimat – zdrowie

in the amount of 210 g/day. In addition, about 0-500 g of dairy products should be consumed per day, which together accounts for most of the energy supplied to the body (1). Modelling studies have shown that global adoption of a planetary diet could reduce greenhouse gas emissions from the food sector by up to 49% while reducing water and farmland consumption (12,17,20).

From a health perspective, following a planetary diet is also associated with a lower risk of non-communicable diseases, such as obesity, type 2 diabetes, cardiovascular disease, and certain cancers (1,13,15). In this way, the model combines public health goals with the Sustainable Development Goals (SDGs).

Despite its many benefits, implementing a planetary diet faces cultural, economic, and logistical barriers. In many regions of the world, meat and dairy are not only part of the culinary tradition, but also the main source of protein and micronutrients (4,14). Therefore, it is recommended to flexibly adjust the proportions of the planetary diet to local socio-economic conditions, which is referred to as the Adapted Planetary Health Diet (1,20,21).

ANALYSIS: TYPICAL EUROPEAN DIET VS. PLANETARY DIET (EAT-LANCET)

To better illustrate the potential climate benefits of a change in diet, this section compares the greenhouse gas emissions generated by a typical European diet and a planetary diet. The data used for the calculations are derived from meta-analyses of food life cycle assessment (LCA) (3,12,22). Emission values are presented in units of kg CO₂e/kg product (Table 1).

The amount of greenhouse gas emissions was estimated by multiplying the annual consumption level of individual food products (expressed in kg per person per year) by the corresponding unit emission factors (kg CO₂e/kg product). In both scenarios analysed, identical emission factors were used; differences in total emissions are solely due to different levels of consumption of different food groups.

The consumption of products expressed in grams of product per person per day (g/person/day) have been converted into units kg/person/year to allow comparison with the annual food consumption, these values have been converted according to the following relationship: the annual amount of product is equal to the daily amount multiplied by the number of days in the year and divided by 1000 (to convert grams to kilograms).

Scenario 1: Typical European diet:

- higher consumption of red meat and dairy products, lower share of plant products,
- average emissions: about 2.5 t CO₂e/person/year.

wpływ na środowisko, chroniąc zasoby naturalne dla przyszłych pokoleń (10).

Jednym z najbardziej kompleksowych modeli zrównoważonego odżywiania jest dieta planetarna (ang. *Planetary Health Diet*), zaproponowana przez Komisję EAT-Lancet (Rockström J, i wsp., 2025) (1). Jej głównym założeniem jest połączenie celów zdrowotnych i środowiskowych w jednym wzorcu żywieniowym. Dieta ta opiera się głównie na produktach roślinnych – warzywach, owocach, pełnych zbożach, orzechach i nasionach roślin strączkowych – przy jednoczesnym ograniczeniu spożycia mięsa czerwonego, cukru i przetworzonej żywności (4,9,12) (Ryc.1).

W diecie planetarnej dzienne spożycie mięsa czerwonego ograniczono od 0 g/dobę do ok. 30 g/dobę. Jako wartości referencyjne przyjęto zatem 15 g czerwonego mięsa na dobę, co odpowiada około jednej porcji tygodniowo, natomiast produkty roślinne, takie jak warzywa, powinny być spożywane w ilości 200-600 g/dobę i owoce w ilości 100-200 g/dobę oraz produkty pełnoziarniste w ilości 210 g/dobę. Dodatkowo, w ciągu doby powinno spożywać się ok. 0-500 g produktów mlecznych, co w sumie stanowi większość energii dostarczanej organizmowi (1). Badania modelowe wykazały, że globalne przyjęcie diety planetarnej mogłoby zmniejszyć emisje gazów cieplarnianych z sektora żywnościowego nawet o 49%, a jednocześnie ograniczyć zużycie wody i ziemi uprawnej (12,17,20).

Z perspektywy zdrowotnej, przestrzeganie diety planetarnej wiąże się też z niższym ryzykiem wystąpienia chorób niezakaźnych, takich jak otyłość, cukrzyca typu 2, choroby układu krążenia czy niektóre nowotwory (1,13,15). W ten sposób model ten stanowi połączenie celów zdrowia publicznego z celami zrównoważonego rozwoju (SDG, Sustainable Development Goals).

Mimo licznych korzyści, wdrożenie diety planetarnej napotyka na bariery kulturowe, ekonomiczne i logistyczne. W wielu regionach świata mięso i nabiał są nie tylko elementem tradycji kulinarnej, ale także głównym źródłem białka i mikroelementów (4,14). Dlatego rekomenduje się elastyczne dostosowywanie proporcji diety planetarnej do lokalnych uwarunkowań społeczno-ekonomicznych, co określa się mianem adaptowanej diety planetarnej (ang. *Adapted Planetary Health Diet*) (1,20,21).

ANALIZA: TYPOWA DIETA EUROPEJSKA A DIETA PLANETARNA (EAT-LANCET)

Aby lepiej zilustrować potencjalne korzyści klimatyczne wynikające ze zmiany sposobu żywienia, w niniejszej części przedstawiono porównanie emisji gazów cieplarnianych generowanych przez typową dietę europejską i dietę planetarną. Dane wykorzystane do obliczeń pochodzą z metaanalizy oceny cyklu życia pro-

Table 1. Average greenhouse gas emissions for major food groups (kg CO₂e/kg of product)Tabela 1. Uśrednione emisje gazów cieplarnianych dla głównych grup żywnościowych (kg CO₂e/kg produktu)

Product group	Unit emission index (kgCO ₂ e/kg)	Current intake (kg/person/year)	Emissions: traditional diet (kgCO ₂ e/year)	Intake according to EAT-Lancet 2025 (kg/person/year)	Emissions: EAT-Lancet 2025 (kgCO ₂ e/year)	Sources
Beef	60	12	720	5,48	328,8	(3,12)
Lamb	24	10	240	0*	0*	(3)
Pork	7	25	175	0*	0*	(3)
Poultry	6	20	120	10,9	65,7	(3)
Fish	6	**	**	10,9	65,7	(3)
Milk	3,2	200	640	91,25	292	(3,10)
Cheese	21	10,5	221	0***	0***	(3)
Eggs	4,5	12	54	5,48	24,6	(3)
Legumes	1,0	5	5	27,4	27,4	(4,12)
Grains	1,4	90	126	75,65	107,3	(3)
Vegetables	1,0	140	140	109,5	109,5	(3,10)
Fruits	0,8	90	90	73	58,4	(3,12)
Sum	-	-	2531 kg (2,53 t CO ₂ e)	-	1079,4 kg (1,07 t CO ₂ e)	

*Lambs and pork are included in total meat consumption according to the EAT-Lancet 2025 assumptions, **Fish – not included due to relatively low intake, ***Cheese is included in total dairy consumption according to the EAT-Lancet 2025 assumptions

Scenario 2: Planetary diet (EAT-Lancet):

- limiting red meat, increasing the consumption of legumes, vegetables and fruits,
- average emissions: about 1.07 t CO₂e/person/year.

The estimated emission reduction was about 55-57%, which is consistent with the range of reductions observed in the model analyses of Springmann et al. (12,17). This means that implementing a planetary diet in industrialized populations can contribute to significantly reducing the climate impact of the food sector, while benefiting public health. It should be stressed that the values presented are indicative and depend on a number of factors, such as the origin of the products, the agricultural production system, cultural conditions, as well as transport and the scale of food waste (3,4,12).

Methodological challenges and limitations.

Analysis of the impact of diet on climate and the impact of climate on diet is associated with a number of methodological challenges:

- First, data on greenhouse gas emissions at all stages of food production vary depending on the Life Cycle Assessment (LCA) method and the scope of data analysis. Some studies only cover the agricultural production stage, while others

duktów spożywczych (LCA) (3,12,22). Wartości emisji przedstawiono w jednostkach kg CO₂e/kg produktu (Tab.1).

Wielkość emisji gazów cieplarnianych została oszacowana poprzez przemnożenie rocznego poziomu konsumpcji poszczególnych produktów spożywczych (wyrażonego w kg na osobę w skali roku) przez odpowiadające im jednostkowe współczynniki emisji (kg CO₂e/kg produktu). W obu analizowanych scenariuszach zastosowano identyczne współczynniki emisji; różnice w całkowitych emisjach wynikają wyłącznie z odmiennych poziomów konsumpcji poszczególnych grup żywności.

Spożycie produktów wyrażone w gramach produktu na osobę na dzień (g/osobę/dzień) zostały przeliczone na jednostki kg/osobę/rok, aby umożliwić porównanie z rocznym spożyciem żywności, wartości te przeliczono według następującej zależności: roczna ilość produktu równa się dziennej ilości pomnożonej przez liczbę dni w roku i podzielonej przez 1000 (w celu konwersji gramów na kilogramy).

Scenariusz 1: typowa dieta europejska:

- wyższe spożycie mięsa czerwonego i nabiału,
- mniejszy udział produktów roślinnych,
- średnie emisje: około 2,5 t CO₂e/osobę/rok.

- cover the entire supply chain – from production to consumption and disposal of waste (3,4,12),
- Secondly, the heterogeneity of agricultural systems is a significant difficulty. Emissions from animal husbandry can vary many times depending on the country, region, production technology and type of feed used, and water consumption (13,17),
 - In addition, in the case of co-produced products such as whey produced from cheese production, molasses produced from sugar refining, or bran as a by-product of grain milling, and the assessment of gas emissions from one farm (e.g. meat and milk from the same farm), it is necessary to apply the rules of emission allocation, i.e. the distribution of the total amount of greenhouse gases (GHG) generated in the production process among individual raw materials or by-products. Instead of treating emissions as a sum, they are attributed proportionally according to specific criteria (e.g. mass, energy or economic value), which allows for a more precise assessment of the carbon footprint of each component and to compare their environmental impact in life cycle analyses, which also affects the final result (3),
 - Another limitation is the failure to take into account other environmental aspects in many analyses, such as water consumption or eutrophication – the process of excessive enrichment of water bodies with nutrients, mainly nitrogen and phosphorus compounds, from agricultural fertilizers, municipal wastewater or industrial runoff. An excess of these substances can lead to the rapid growth of algae and cyanobacteria, which limit the access of light to deeper layers, disturb the balance of the ecosystem and cause a decrease in oxygen content in the water. As a consequence, aquatic organisms die, underwater vegetation disappears and the so-called “dead zones” are formed. Looking only at the carbon footprint does not give the full picture of sustainable nutrition (10,18).

In the context of climate change, the uncertainty of forecasts regarding crop yields and nutritional value results from dynamically changing weather conditions and the limited availability of experimental data (4,11,16). Finally, a significant barrier is the socio-economic aspect – the adoption of low-carbon diets requires changes in food policies, consumer education and access to healthy, low-cost plant-based products (14,15,19).

CONCLUSION

Diet and climate are closely linked – they are part of the same system in which human health depends on the health of the planet. The modern food system is

Scenariusz 2: dieta planetarna (EAT-Lancet):

- ograniczenie mięsa czerwonego, zwiększenie spożycia roślin strączkowych, warzyw i owoców,
- średnie emisje: około 1,07 t CO₂e/osobę/rok.

Szacowana redukcja emisji wyniosła około 55-57%, co jest zgodne z zakresem redukcji obserwowanym w analizach modelowych Springmanna i współpracowników (12,17). Oznacza to, że wdrożenie diety planetarnej w populacjach uprzemysłowionych może przyczynić się do znaczącego ograniczenia wpływu sektora żywnościowego na klimat, jednocześnie przynosząc korzyści zdrowiu publicznemu. Należy podkreślić, że przedstawione wartości mają charakter orientacyjny i zależą od szeregu czynników, takich jak pochodzenie produktów, system produkcji rolniczej, uwarunkowania kulturowe, a także transport i skala marnotrawstwa żywności (3,4,12).

Wyzwania i ograniczenia metodologiczne. Analiza wpływu diety na klimat oraz wpływu klimatu na dietę wiąże się z wieloma wyzwaniami metodologicznymi:

- Po pierwsze, dane dotyczące emisji gazów cieplarnianych we wszystkich etapach produkcji żywności różnią się w zależności od metody oceny cyklu życia (ang. *LCA, Life Cycle Assessment*) oraz zakresu analizy danych. Część badań uwzględnia jedynie etap produkcji rolnej, inne natomiast obejmują cały łańcuch dostaw – od wytworzenia po konsumpcję i utylizację odpadów (3,4,12),
- Po drugie, istotną trudność stanowi heterogeniczność systemów rolniczych. Emisje związane z hodowlą zwierząt mogą się różnić wielokrotnie w zależności od państwa, regionu, technologii wytwarzania i rodzaju stosowanych pasz oraz zużycia wody (13,17),
- Dodatkowo, w przypadku produktów współwytwarzanych takich jak: serwatka powstająca z produkcji serów, melasa powstająca z rafinacji cukru, czy otręby jako produkt uboczny przemiału zbóż oraz oceny emisji gazów z jednej hodowli (np. mięso i mleko z tej samej farmy), konieczne jest zastosowanie reguł alokacji emisji, czyli rozdzielenie całkowitej ilości gazów cieplarnianych (GHG) powstających w procesie produkcji pomiędzy poszczególne surowce lub produkty uboczne. Zamiast traktować emisje jako sumę, przypisuje się je proporcjonalnie według określonych kryteriów (np. masy, wartości energetycznej czy ekonomicznej), co umożliwia bardziej precyzyjną ocenę śladu węglowego każdego składnika i porównywanie ich wpływu środowiskowego w analizach cyklu życia, co również wpływa na ostateczny wynik (3),
- Kolejnym ograniczeniem jest nieuwzględnianie w wielu analizach innych aspektów środowiskowych, takich jak zużycie wody czy eutrofizacji

one of the main sources of greenhouse gas emissions, but changing dietary patterns has the potential to reduce this impact while improving the health of the population. Switching to a planetary diet-based nutrition model (EAT-Lancet) could reduce emissions from the food sector by up to about 57% (9,12,17). Reducing the consumption of red meat, increasing the share of plant products and reducing food waste are actions with a documented pro-ecological and health-promoting effect. At the same time, climate change poses a serious threat to food security and nutritional quality. They require strengthening the resilience of agricultural systems, improving water resource management and developing low-carbon technologies. The overarching conclusion from the literature is the need for an integrated, evidence-based approach to food and climate policy, supporting both human health and the ecological sustainability of the planet (4,5,10,20).

REFERENCES

1. Rockström J, Thilsted SH, Willett WC, et al. The EAT-Lancet Commission on healthy, sustainable, and just food systems. *Lancet*. 2025 Oct 11;406(10512):1625-1700. doi: 10.1016/S0140-6736(25)01201-2.
2. Fanzo J, Carducci B, Louis-Jean J, Herrero M, Karl K, Rosenzweig C. Climate Change, Extreme Weather Events, Food Security, and Nutrition: Evolving Relationships and Critical Challenges. *Annu Rev Nutr*. 2025;45(1):335-360.
3. Poore J, Nemecek T. Reducing food's environmental impacts through producers and consumers. *Science*. 2018;360(6392):987-992.
4. Springmann M, Wiebe K, Mason-D'Croz D, Sulser TB, Rayner M, Scarborough P. Health and nutritional aspects of sustainable diet strategies and their association with environmental impacts: a global modelling analysis with country-level detail. *Lancet Planet Health*. 2018;2(10):e451-e461.
5. Li L, Awada T, Shi Y, Jin VL, Kaiser M. Global Greenhouse Gas Emissions From Agriculture: Pathways to Sustainable Reductions. *Glob Chang Biol*. 2025;31(1):e70015.
6. Pörtner HO, Roberts DC, Tignor M, Poloczanska ES, Mintenbeck K, Alegría A. Climate Change 2022 – Impacts, Adaptation and Vulnerability: Working Group II Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Intergovernmental Panel on Climate Change. 2023.
7. Sustainable healthy diets – Guiding principles. FAO and WHO. 2019.
8. Amahnui GA, Vanegas M, Verchot L, Castro-Nunez A. Achieving the paris agreement goals

– procesu nadmiernego wzbogacania zbiorników wodnych w substancje odżywcze, głównie związki azotu i fosforu, pochodzące z nawozów rolniczych, ścieków komunalnych czy spływów przemysłowych. Nadmiar tych substancji może prowadzić do gwałtownego rozwoju glonów i sinic, które ograniczają dostęp światła do głębszych warstw, zaburzają równowagę ekosystemu i powodują spadek zawartości tlenu w wodzie. W konsekwencji dochodzi do obumierania organizmów wodnych, zaniku roślinności podwodnej oraz powstawania tzw. „martwych stref”. Ujęcie wyłącznie śladu węglowego nie oddaje pełnego obrazu zrównoważonego żywienia (10,18).

W kontekście zmian klimatu, niepewność prognoz dotyczących plonów i wartości odżywczej roślin wynika z dynamicznie zmieniających się warunków pogodowych i ograniczonej dostępności danych eksperymentalnych (4,11,16). W końcu, istotną barierą jest aspekt społeczno-ekonomiczny – przyjęcie diet niskoemisyjnych wymaga zmian w politykach żywnościowych, edukacji konsumentów oraz dostępie do zdrowych, tanich produktów

WNIOSKI

Dieta i klimat są ze sobą ściśle powiązane – stanowią elementy tego samego systemu, w którym zdrowie ludzi zależy od zdrowia planety. Współczesny system żywnościowy jest jednym z głównych źródeł emisji gazów cieplarnianych, jednak zmiana wzorców żywieniowych ma potencjał ograniczenia tego wpływu przy jednoczesnej poprawie stanu zdrowia populacji. Przejście na model żywienia oparty na zasadach diety planetarnej (EAT-Lancet) mogłoby ograniczyć emisje z sektora żywnościowego nawet o ok. 57% (9,12,17). Ograniczenie spożycia mięsa czerwonego, zwiększenie udziału produktów roślinnych oraz redukcja marnotrawstwa żywności to działania o udokumentowanym efekcie proekologicznym i prozdrowotnym. Jednocześnie, zmiany klimatu stanowią poważne zagrożenie dla bezpieczeństwa żywnościowego i jakości odżywczej żywności. Wymagają one wzmocnienia odporności systemów rolniczych, poprawy zarządzania zasobami wodnymi oraz rozwoju technologii niskoemisyjnych. Wnioskiem nadrzędnym płynącym z literatury jest konieczność zintegrowanego podejścia do polityki żywnościowej i klimatycznej, opartego na dowodach naukowych, wspierającego zarówno zdrowie człowieka, jak i stabilność ekologiczną planety (4,5,10,20).

- by transitioning to low-emissions food systems: A comprehensive review of countries' actions. *Environmental Science & Policy* 2025;163,103968.
9. Al-Jawaldeh A, Nabhani M, Taktouk M, Nasreddine L. Climate Change and Nutrition: Implications for the Eastern Mediterranean Region. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19(24):17086.
 10. Stranges S, Luginaah I. Nutrition and health: Time for a paradigm shift for climate change. *Nutr Metab Cardiovasc Dis*. 2022;32(12):2782-2785.
 11. Myers SS, Zanolletti A, Kloog I, Huybers P, Leakey AD, Bloom AJ, et al. Increasing CO₂ threatens human nutrition. *Nature*. 2014;510(7503):139-42.
 12. Li L, Awada T, Zhang Y, Paustian K. Global Land Use Change and Its Impact on Greenhouse Gas Emissions. *Glob Chang Biol*. 2024;30(12):e17604.
 13. Rosenzweig C, Mbow C, Barioni LG, Benton TG, Herrero M, Krishnapillai M, et al. Climate change responses benefit from a global food system approach. *Nat Food*. 2020 Feb;1(2):94-97.
 14. The State of Food Security and Nutrition in the World 2024 – Financing to end hunger, food insecurity and malnutrition in all its forms. FAO, IFAD, UNICEF, WFP and WHO. 2024.
 15. United Nations Environment Programme. Food Waste Index Report. 2021.
 16. Shukla PR, Skea J, Buendia EC, Masson-Delmotte V, Pörtner HO, Roberts DC, et al. Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems. Intergovernmental Panel on Climate Change. 2019.
 17. Clark MA, Domingo NGG, Colgan K, Thakrar SK, Tilman D, Lynch J, et al. Global food system emissions could preclude achieving the 1.5° and 2°C climate change targets. *Science*. 2020;370(6517):705-708.
 18. Vanham D, Comero S, Gawlik BM, et al. The water footprint of different diets within European sub-national geographical entities. *Nat Sustain*. 2018;1:518–525.
 19. Tilman D, Clark M. Global diets link environmental sustainability and human health. *Nature*. 2014;515(7528):518-22.
 20. Rockström, J., Donges, J.F., Fetzer, I. et al. Planetary Boundaries guide humanity's future on Earth. *Nat Rev Earth Environ* 2024;5, 773–788.
 21. Rockström J, Thilsted SH, Willett WC, Gordon LJ, Herrero M, Hicks CC, et al. The EAT-Lancet Commission on healthy, sustainable, and just food systems. *Lancet*. 2025;406(10512):1625-1700.
 22. Food Balances (2010-). Food and Agriculture Organization of the United Nations. Available from: www.fao.org/faostat/en/#data/FBS. Accessed on 13th of October, 2025.

Received: 24.10.2025

Accepted for publication: 11.01.2026

Otrzymano: 24.10.2025 r.

Zaakceptowano do druku: 11.01.2026 r.

Address for correspondence:

Adres do korespondencji:

Bartłomiej Palmowski

Student Scientific Association by the Department of Human Nutrition

Medical University of Silesia in Katowice

email: s83734@365.sum.edu.pl