

SEKULA, Michał Jakub, KALETA, Natalia, PAWLUCKI, Piotr, MACIAK, Anna, DOMAGALSKI, Łukasz, ANDRASZ, Ewelina and CUPER, Paulina. Energy drinks - product ingredients and their potential toxicity. *Journal of Education, Health and Sport*. 2023;44(1):185-202. eISSN 2391-8306. <http://dx.doi.org/10.12775/JEHS.2023.44.01.012>
<https://apcz.umk.pl/JEHS/article/view/45214>
<https://zenodo.org/record/8252053>

The journal has had 40 points in Ministry of Education and Science of Poland parametric evaluation. Annex to the announcement of the Minister of Education and Science of 17.07.2023 No. 32318. Has a Journal's Unique Identifier: 201159. Scientific disciplines assigned: Physical Culture Sciences (Field of Medical sciences and health sciences); Health Sciences (Field of Medical Sciences and Health Sciences). Punkty Ministerialne z 2019 - aktualny rok 40 punktów. Załącznik do komunikatu Ministra Edukacji i Nauki z dnia 17.07.2023 Lp. 32318. Posiada Unikatowy Identyfikator Czasopisma: 201159. Przepisane dyscypliny naukowe: Nauki o kulturze fizycznej (Dziedzina nauk medycznych i nauk o zdrowiu); Nauki o zdrowiu (Dziedzina nauk medycznych i nauk o zdrowiu).
© The Authors 2023;
This article is published with open access at Licensee Open Journal Systems of Nicolaus Copernicus University in Torun, Poland
Open Access. This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Noncommercial License which permits any noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author (s) and source are credited. This is an open access article licensed under the terms of the Creative Commons Attribution Non commercial license Share alike. (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>) which permits unrestricted, non commercial use, distribution and reproduction in any medium, provided the work is properly cited.
The authors declare that there is no conflict of interests regarding the publication of this paper.
Received: 19.07.2023. Revised:10.08.2023. Accepted: 14.08.2023. Published: 19.08.2023.

Energy drinks - product ingredients and their potential toxicity

Napoje energetyczne – składniki produktów i ich potencjalna szkodliwość

1. Michał Sekuła

Independent Public Clinical Hospital No.4 in Lublin, Jaczewskiego 8 Street,
20-954 Lublin, Poland

<https://orcid.org/0000-0001-8378-9964> e-mail: michalsekula@onet.pl

2. Natalia Kaleta

Students' Scientific Association at Department and Clinic of Infectious Diseases, Medical
University of Lublin

<https://orcid.org/0009-0001-6667-4521> e-mail: natakaleta2001@gmail.com

3. Piotr Pawluccki

The John Paul II Hospital in Krakow, Prądnicka 80 Street, 31-202 Krakow, Poland

<https://orcid.org/0009-0008-9600-2049> e-mail: pawluckipiotr@gmail.com

4. Anna Maciak

5 The Military Clinical Hospital with Polyclinic in Krakow, Wrocławska 1/3 Street,
30-901 Krakow, Poland

<https://orcid.org/0009-0004-4227-6168> e-mail: annamaciak97@gmail.com

5. Łukasz Domagalski – corresponding author

Students' Scientific Association at Department of Neurosurgery and Paediatric Neurosurgery,
Medical University of Lublin, Lublin, Poland

<https://orcid.org/0000-0001-6910-4607> e-mail: lukdom4@gmail.com

6. Ewelina Andrasz

The Rzeszów Bar Association, Litewska 4/8 Street, 35-302 Rzeszów, Poland

<https://orcid.org/0009-0007-6863-026X> e-mail: ewelinaandrasz@onet.pl

7. Paulina Cuper

Brothers Hospitallers of Saint John of God Hospital in Cracow; Trynitarska 11 Street,
31-061 Kraków, Poland

<https://orcid.org/0009-0007-5386-4338> e-mail: cuperpaulina@gmail.com

Abstract:

Energy drinks (NE) are popular stimulants among adolescents and adults. They are commercial, advertised, widely available products that contain increased amounts of caffeine, and are designed to reduce feelings of fatigue in favor of increased mental and physical performance. In addition to caffeine, various ingredients such as vitamins, dyes or substances that impart a certain flavor are added to NEs. Many cases have been described of the harmful effects of NE used alone and in combination with alcohol on the human body: including on the digestive system, central nervous system, cardiovascular system or kidneys. We decided to analyze and compare with each other the composition of NEs from the most popular manufacturers available in most Polish grocery stores. We then briefly described the most important substances available in NE and reviewed the literature on their potential toxicity. It is reasonable for physicians and teachers to educate young people and their parents about the harmfulness of NE, especially when children are suspected of taking large amounts. Further observations and studies monitoring the harmfulness of NEs are needed, and the drinks themselves should be subject to special surveillance.

Key words: energy drinks, caffeine, youth, health toxicity

Abstract:

Napoje energetyzujące (NE) są chętnie stosowanymi używkami wśród młodzieży i dorosłych. Są to komercyjne, reklamowane, powszechnie dostępne produkty, które zawierają zwiększoną ilość kofeiny, a ich zadaniem jest zmniejszenie poczucia zmęczenia na rzecz zwiększenia sprawności umysłowej i fizycznej. Poza kofeiną do NE dodaje się różne składniki takie jak witaminy, barwniki czy też substancje nadające określony smak. Opisano wiele przypadków szkodliwego działania NE stosowanych samodzielnie oraz w połączeniu z alkoholem na organizm człowieka: m.in. na układ pokarmowy, ośrodkowy układ nerwowy, układ sercowo-naczyniowy czy nerki. Postanowiliśmy przeanalizować i porównać ze sobą skład NE najpopularniejszych producentów dostępnych w większości polskich sklepów

spożywczych. Następnie krótko opisaliśmy najważniejsze substancje dostępne w NE oraz dokonaliśmy przeglądu literatury dotyczącego ich potencjalnej toksyczności. Zasadne jest edukowanie młodych ludzi oraz ich rodziców przez lekarzy i nauczycieli na temat szkodliwości NE, szczególnie w przypadku podejrzenia przyjmowania ich dużej ilości przez dzieci. Konieczne są dalsze obserwacje i badania monitorujące szkodliwość NE, a same napoje powinny podlegać szczególnemu nadzorowi.

Słowa kluczowe: napoje energetyzujące, kofeina, młodzież, szkodliwość zdrowiu

Wstęp: Napoje energetyczne to produkty zawierające duże dawki kofeiny oraz cukrów prostych, często w ich składzie znajdują się także inne substancje takie jak sztuczne słodziki, tauryna, żeń-szeń, guarana, D-glukurono-y-lakton, maltodekstryna, karnityna, kreatyna, miłorząb japoński, witaminy (głównie z grupy B), składniki ziołowe i inne [1], [2]. Poziomy witamin i niektórych innych dodatków w napojach energetycznych często znacznie przekraczają zalecane dzienne spożycie [2]. Napoje te są przedstawiane jako źródło energii, które poza redukcją uczucia zmęczenia zwiększają wydajność fizyczną i psychiczną człowieka, powodując że jest zdolny do dłuższej lub bardziej intensywnej pracy czy aktywności fizycznej [2], [3]. Napoje energetyzujące cieszą się największą popularnością wśród młodzieży i młodych dorosłych [4]. Jak podaje polska rządowa strona internetowa największe spożycie zaobserwowano wśród młodzieży (10-18 lat) (68%), a w szczególności w podgrupie wiekowej 15-18 lat (73%). Wśród dorosłych (18-65 lat) rozpowszechnienie spożycia wyniosło 30% (do 53% wśród „młodych dorosłych” (18-29 lat)), a 18% wśród dzieci (3-10 lat), głównie w podgrupie 6-10 lat (19%) [5]. Podobnie przedstawia się sytuacja w innych krajach [4], [6]. W USA przeprowadzono ankietę, w której wzięło udział 496 studentów w wieku $21,5 \pm 3,7$ lat - 51% zgłosiło spożycie co najmniej jednego napoju energetycznego w ciągu ostatniego miesiąca [7], a badanie wśród niemieckich nastolatków pokazało, że 53% próbowało napojów energetycznych, a 26% spożywało je regularnie [8]. Zauważono też, że spożywanie napojów energetycznych często wiąże się ze spożyciem alkoholu [4], [6]. W Polsce na puszkach lub butelkach energy-drinków znajdują się informacje, że napoje te nie są odpowiednie dla osób niepełnoletnich oraz kobiet w ciąży. W literaturze medycznej opisano przypadki powikłań zdrowotnych spożywania nadmiernych ilości napojów energetycznych m.in. ze strony układu sercowo-naczyniowego, nerek, układu pokarmowego czy wątroby. Przeanalizowaliśmy skład napojów energetycznych znanych producentów, które dostępne są w powszechnie

występujących sklepach spożywczych oraz sprawdziliśmy jego związek z możliwością szkodliwości dla ludzkiego organizmu. W tym celu przeszukaliśmy dostępną literaturę oraz wyselekcjonowaliśmy odpowiednie publikacje.

Skład:

1. Kofeina

Kofeina jest substancją pozyskiwaną z owoców z rodziny ok. 60 gatunków kawowców, ale także z herbaty, orzechów kola oraz kakao. W zebranej przez nas puli napojów jej zawartość wahała się od 30 do 40 mg na 100 ml napoju. Należy przy tym uwzględnić, że według rekomendacji maksymalna ilość spożytej kofeiny nie powinna przekraczać 400 mg na dzień u dorosłych i 100 mg na dzień u nastolatków. [9], [10] Po jej wypiciu poniżej 1 godziny następuje jej całkowite wchłonięcie, a następnie dyfuzja do innych tkanek. Ze względu na swoją strukturę kofeina jest rozpuszczalna w wodzie, łatwo przekracza barierę krew mózg i tym samym jest wykrywalna we wszystkich płynach ustrojowych, między innymi ślinie oraz płynie mózgowo-rdzeniowym. [11]

Lista efektów wywoływanych na organizm człowieka jest długa i zaliczają się do nich zwiększenie akcji serca, ciśnienia krwi, szybkość wysławiania się, zwiększenie aktywności ruchowej, wydzielania żołądkowego, diurezy a także temperatury. [11] W literaturze można znaleźć przypadki rozwinięcia ostrej rabdomiolizy oraz psychozy na skutek spożycia bardzo dużych dawek kofeiny. Jednak najczęściej negatywne działanie energetyków prezentuje się w postaci arytmii, nadciśnienia, odwodnienia, problemów ze snem i nerwowości. [12]

2. Tauryna

Tauryna jest substancją, która w organizmie człowieka bierze udział w modulacji pobudliwości neuronów, produkcji soli żółciowych oraz stabilizacji błon. Niektóre napoje energetyczne zawierają ponad 10 krotnie więcej tauryny niż sugerowany jest dzienny limit spożycia dla przeciętnego człowieka, przy czym szacuje się, że wynosi on od 40 do 400 mg. [13] Podobnie do kofeiny ma ona fizjologiczny wpływ ma wewnątrzkomórkowe stężenie wapnia w mięśniach gładkich, co może grać rolę w patologicznym skurczu naczyń wieńcowych. [14]

3. Guarana

Guarana jest pozyskiwana z rośliny znanej w Ameryce Południowej ze swoich stymulujących właściwości. Składa się w dużym stopniu z kofeiny (od 4 do 8%), teobrominy i teofiliny a jej spożywanie wydaje się wpływać na zwiększone ilości energii i poprawę wydolności fizycznej. Za działanie to podejrzewa się obecną w niej kofeinę. Niektóre badania sugerują, że nierzadko pomijana jest na opakowaniach napojów energetycznych kofeina pochodząca z guarany a tym samym wartości przyswajane kofeiny mogą się różnić, to znaczy być o wiele większe, niż opakowanie sugeruje. [15] Znaczącą informacją może być fakt, że guarana jest wolniej przyswajana z przewodu pokarmowego, dlatego jej efekt działania na organizm utrzymuje się dłużej niż ten od kofeiny pochodzącej prosto z ziaren kawy.[13]

4. Cukry/ Węglowodany

Typowy napój energetyczny zawiera w swoim składzie węglowodany o procentowym udziale ok. 11%, przy czym istnieją badania, według których spożywanie roztworów o stężeniu cukrów powyżej 10% przyczynia się do opóźnionego opróżniania żołądka oraz występowania zaburzeń żołądkowo-jelitowych. [16] Większość napojów energetycznych ma pH w zakresie od 3 do 4 przyczyniając się tym do demineralizacji szkliwa, co więcej dodatkowo zawarty kwas cytrynowy swoje działanie niszczące dla szkliwa utrzymuje długo pomimo neutralizacji pH w jamie ustnej. [17]–[19] Należy jednak niekoniecznie z tych powodów kierować się w stronę wersji napojów energetycznych o zerowej zawartości cukru, ponieważ wykorzystywane w tych produktach sztuczne słodziki (aspartam, sacharyna) są w dużym stopniu podejrzewane o działanie kancerogenne. [20]

5. Witaminy

Często stosowaną zagrywką mającą zachęcić konsumentów do wyboru produktu jest zaznaczanie na opakowaniu podwyższonej zawartości witamin w produkcie, jednak stosowane ilości wielokrotnie przekraczają referencyjną dobową wartość spożycia. W zebranej przez nas tabeli większość witamin w objętości zaledwie 100ml zaspokaja od 20% do nawet 143% dziennego spożycia, ale niestety konsumpcja tego typu napojów mieści się w przedziale od 250 do 500ml, a także wielokrotności tych liczb w przypadku osób przewlekle i regularnie nadużywających napoje energetyczne, co oznacza każdorazowe kilkukrotne przekroczenie dziennego spożycia witamin.

Witamina B6 jest istotnym składnikiem produkcji hemu, kwasów nukleinowych oraz lipidów a w jej przypadku toksyczne działanie pojawia się przy spożyciu dawek przekraczających 500 mg na dzień. Objawy, które temu towarzyszą to między innymi neuropatia obwodowa z zaburzeniami czucia o typie „skarpetek i rękawiczek”, ataksja czuciowa i ostre zaburzenia wibracji oraz czucia głębokiego. [21]

Witamina B3 (niacyna) jest istotną substancją biorącą udział w metabolizmie komórkowym. Jest wazodylatatorem, jednak są przypadki rozwinięcia się hepatotoksyczności w przebiegu jej przedawkowania.[21]

Poniżej prezentujemy tabelę (**Tabela 1**) przedstawiającą zestawienie wybranych napojów energetycznych razem z informacjami dotyczącymi ich zawartości w kofeinę, taurynę, węglowodany, sól, witaminy, wartość energetyczną oraz inne składniki, takie jak regulatory kwasowości, barwniki, substancje słodzące oraz konserwujące.

Nazwa napoju/ rozmiar napoju	Zawartość składnika w 100 ml produktu						
	kofeina (mg)	tauryna (%)	węglowodany/ cukry (g)	sól (g)	witaminy: ilość / (%) referencyjnej wartości spożycia)	inne składniki m. in.: regulatory kwasowości, substancje słodzące, konserwujące, barwniki	wartość energety czna (kcal)
Black 500 ml	32	0,3	5,2/4,9	0	B3: 8,0 mg (50%) B6: 0,7 mg (50 %) B12: 1,25 µg (50%)	woda, sok jabłkowy z zagęszczonego soku jabłkowego (20%), dwutlenek węgla, kwas cytrynowy, aromat, acesulfam K, aspartam, barwnik E 150d	22
Black bez cukru 250 ml	32	0,35	0	0,2	B3: 7,0 mg (44%) B6: 0,7 mg (50 %) B12: 0,5 µg (20%) B5: 1,98 mg (33%)	Woda, kwas cytrynowy, cytrynian sodu, dwutlenek węgla, aromat, aspartam, acesulfam K, barwnik E 150d, ryboflawiny	2
Black Mojito 250 ml	32	0,3	10,5/10,5	0,11	B3: 7,0 mg (44%) B6: 0,7 mg (50 %)	woda, sok jabłkowy z zagęszczonego soku jabłkowego (19,5%), dwutlenek węgla, sok cytrynowy z zagęszczonego soku cytrynowego (0,5%), kwas cytrynowy, cytryniany sodu, aromaty, sukraloza, błękit brylantowy FCF, ryboflawiny,	44

Tiger Mango 500 ml	32	0,3	4,8/4,8	0,12	B3: 7 mg (44%) B6: 0,7 mg (50%) B12: 0,5 µg (20%) B5: 1,98 mg (33%)	woda, sok jabłkowy z zagęszczonego soku (19%), sok z mango z zagęszczonego soku (1%), kwas cytrynowy, cytrynian sodu, dwutlenek węgla, inozytol, karoteny, kwas askorbinowy, guma arabska, estry glicerolu i żywicy roślinnej, aromaty, erytrol, acesulfam K, sukraloza	21
Tiger Classic 250 ml	32	0,4	4,9/4,9	0,17	B3: 7,0 mg (44%) B6: 0,7 mg (50%) B12: 0,5 µg (20%) B5: 2,0 mg (33%)	woda, syrop glukozowo-fruktozowy, kwas cytrynowy, cytrynian sodu, dwutlenek węgla, aromat, inozytol, barwniki: E 101 i E 150d, sukraloza	21
Tiger Mojito 250 ml	32	-	4,8/4,8	0,14	B3: 7,0 mg (44%) B6: 0,7 mg (50%) B12: 0,5 µg (20%) B5: 1,98 mg (33%)	woda, kwas cytrynowy, cytrynian sodu, dwutlenek węgla, inozytol, barwniki E 101 i E 133, aromaty, erytrytol, sukraloza, acesulfam K	21
Red Bull 355 ml	32	0,4	11/11	0,1	B3: 8 mg (50%) B6: 2,0 mg (143%) B12: 2 µg (80 %) B5: 2,0 mg (33%)	woda, kwas cytrynowy, dwutlenek węgla, węglany sodu, węglany magnezu, sakraloza, acesulfan K, aromaty, guma ksantanowa, karmel, ryboflawiny	46

Red bull bez cukru 250 ml	32	0,4	0	0,1	B3: 8 mg (50%) B6: 2,0 mg (143%) B12: 2 µg (80 %) B5: 2,0 mg (33%)	woda, kwas cytrynowy, dwutlenek węgla, węglany sodu, węglany magnezu, sukraloza, acesulfam K, aromaty, guma ksantanowa, karmel, ryboflawiny	13
Rockstar Original 500 ml	32	0,4	12/12	0,17	B3: 3,2 mg (20%) B6: 0,28 mg (20%) B12: 0,50 µg (20%)	woda, białko (<0,5 g), dwutlenek węgla, kwas cytrynowy, cytryniany sodu, aromat, glukuronolakton, karmel amoniakalny, ryboflawiny, ekstrakt żeń-szenia (0,01%), ekstrakt z guarany (0,01%), inozytol	51
Rockstar Xdurance 500 ml	32	0,02	14/14	<0,01	B3: 3,2 mg (20%) B6: 0,28 mg (20%) E: 2,4 mg (20%)	woda, dwutlenek węgla, zagęszczony sok z czarnej marchwi, kwas cytrynowy, kwas mlekowy, kwas jabłkowy, aromat, fosforany potasu, ekstrakt z guarany (0,01%), kwas askorbinowy	57
Dzik Energy Zero kalorii 500 ml	40	0,4	<0,5 /<0,5	0,21	B2: 0,56 mg (40%) B3: 6,4 mg (40%) B6: 0,56 mg (40%) B12: 1 µg (40 %)	woda, białko (<0,5 g), tłuszcz (<0,5 g, w tym kwasy tłuszczowe nasycone <0,1) kwas cytrynowy, dwutlenek węgla, cytrynian sodu, aromaty, ekstrakt żeń-szenia (0,08%), sakraloza,	3

						acesulfam K, winian L-karnityny (0,04 %), chlorek sodu, sorbinian potasu, benzoesan sodu, karmel, glukuronolakton, ekstrakt z guarany (0,002 %), inozytol	
Predator Red Apple 250 ml	30	0,1	5,0/3,8	0,06	B3: 3,2 mg (20%) B6: 0,28 mg (20%)	woda, maltodekstryna, dwutlenek węgla, kwas cytrynowy, kwas jabłkowy, cytryniany sodu, aromaty, sorbinian potasu, benzoesan sodu, sukraloza, barwnik E 129, inozytol, znikome ilości tłuszczów, kwasów tłuszczowych nasyconych i białka	20
Burn Original 250 ml	32	0,4	4,0/3,8	0,05	B3: 6,4 mg (40%) B6: 0,40 mg (28%) B12: 0,38 µg (15%) B5: 1,7 mg (28%)	woda, dwutlenek węgla, kwas cytrynowy, cytrynian sodu, barwnik E 150d, aromaty, sorbinian potasu, benzoesan sodu, inozytol, sukraloza, wyciąg z nasion guarany (0,005%), kwas askorbinowy, znikome ilości tłuszczów, kwasów tłuszczowych nasyconych i białka	19
Monster Energy 500 ml	32	0,4	12/11	0,19	B2: 0,7 mg (50%) B3: 8,5 mg (53%) B6: 0,8 mg (57%)	woda, syrop glukozowy, kwas cytrynowy, aromaty, dwutlenek węgla, cytryniany	47

					B12: 2,5 µg (100%)	sodu, antocyjany, wyciąg z korzenia żeń-szenia (0,08%), L-winian L-karnityny (0,04%), kwas sorbowy, kwas benzoesowy, sukraloza, D-glukuronolakton, wyciąg z nasion guarany (0,002%), inozytol, maltodekstryna, znikome ilości tłuszczów, kwasów tłuszczowych nasyconych i białka	
Juiced Monster Mango Loco	32	0,4	12/11	0,05	B2: 0,7 mg (50%) B3: 8,5 mg (53%) B6: 0,8 mg (57%) B12: 2,5 µg (100%)	woda, soki owocowe odtworzone z zagęszczonych soków (9%): białe winogrona, mango, gujawa, jabłko, ananas, owoce passiflory, morela, brzoskwinia, pomarańcza, cytryna; syrop glukozowy, dwutlenek węgla, kwas cytrynowy, kwas jabłkowy, aromaty, cytryniany potasu, cytryniany sodu, sorbinian potasu, benzoesan sodu, karoteny, sukraloza, guma ksantanowa, alginian sodu, guma arabska, L-winian L-karnityny (0,04%), inozytol (0,002%), koncentrat z owoców i warzyw (winogron, marchwi i batatów), znikome	48

						ilości tłuszczów, kwasów tłuszczowych nasyconych i białka	
Monster Energy Ultra bez cukru 500 ml	30	0,4	0,9/0	0,2	B3: 8,5 mg (53%) B6: 0,8 mg (57%) B12: 2,5 µg (100%) B5: 4,2 mg (70%)	woda, kwas cytrynowy, dwutlenek węgla, cytryniany sodu, aromaty, wyciąg z korzenia żeń-szenia (0,08%), sukraloza, acesulfam K, kwas sorbowy, kwas benzoesowy, L-winian L-karnityny (0,015%), D-glukuronolakton, wyciąg z nasion guarany (0,002%), inozytol, znikome ilości tłuszczów, kwasów tłuszczowych nasyconych i białka	2

Tabela 1 Analiza składu wybranych napojów energetycznych

Dyskusja:

Napój energetyzujący z definicji to „pobudzający, przeważnie gazowany napój bezalkoholowy, z reguły zawierający kofeinę, taurynę i guaranę jak podaje Wikipedia. [22] Na przestrzeni ostatnich kilkunastu, a nawet kilkudziesięciu lat zauważa się intensywny wzrost popularności energetyków wśród młodzieży. W 2016 r. amerykański rynek osiągnął sprzedaż na poziomie 25 miliardów dolarów, jak podaje firma badawcza "Packaged Facts". Jest to spowodowane dobrym marketingiem tych produktów, ale także brakiem wiedzy dotyczącej wpływu zawartych substancji w napojach energetycznych na organizm ludzki.[23]. Brak świadomości i dostępność kilkudziesięciu marek napojów energetycznych w wielu sklepach powoduje co raz to częstsze sięganie po te napoje przez osoby nieletnie [24].

Napoje energetyczne mają dość zróżnicowany skład, w tym taurynę, żeń-szeń i karnitynę. Badania dowodzą, że najbardziej szkodliwymi składnikami wydają się być cukry. [25] Kofeina jest dodawana w postaci oczyszczonej lub jako ekstrakt roślinny. W porównaniu z kofeiną pochodzącą z kawy, kofeina oczyszczona bardziej upośledza wrażliwość organizmu na insulinę [26]. Badania Battram dowiodły, że oczyszczona kofeina spowodowała spadek wskaźnika wrażliwości na insulinę z 8,7 (placebo) do 7,6. Dokładnie taka sama ilość kofeiny, która pochodziła z kawy spowodowała spadek do 8,2. Natomiast kawa bezkofeinowa poprawiła wskaźnik, który wzrósł aż do 9,0.[27]

Zatrucie kofeiną może powodować tachykardię, wymioty, ale również zaburzenia rytmu serca, co może prowadzić do śmierci. Mniej poważnym objawem jest degradacja szkliwa, która wynika z kwasowości napoju gazowanego [23] Wysokie dawki kofeiny zwiększają wydzielanie kwasu żołądkowego oraz rozluźniają dolny zwieracz przełyku. Nie ma natomiast dowodów na to, żeby kofeina powodowała wrzody żołądka, wrzody dwunastnicy czy refluksowe zapalenie przełyku [25].

Przyjmowanie dość dużych dawek napojów energetycznych w krótkim czasie może powodować wzrost ciśnienia krwi, katecholamin, częstości akcji serca i reniny. [28] Nie ma natomiast badań, które opisywałyby szkodliwy wpływ na organizm napojów energetycznych stosowanych przez kilka lub kilkanaście lat w dużych dawkach.

Napoje energetyczne posiadają duże dawki stymulantów metabolicznych, co wpływa negatywnie na organizm. Duże grono młodych ludzi, w tym nastolatków zaczęło co raz częściej korzystać z połączenia napojów energetycznych z domieszką etanolu. Badania na szczurach wykazały, że ekspozycja tych dwóch substancji powoduje zwiększenie parametru peroksydacji lipidów dialdehydu malonowego (MDA), co wskazuje na uszkodzenie wątroby. Parametr MDA był znacznie wyższy w przypadku połączenia napojów energetycznych

i etanolu w porównaniu do parametru samych napojów energetycznych, samego etanolu lub do próby kontrolnej. Grupa, która miała podawany napój energetyczny w połączeniu z etanolem była narażona na największe ryzyko uszkodzenia wątroby, ponieważ 100% zwierząt z tej grupy miało zidentyfikowane zapalenie zrazikowe, a aż 40 % klasyfikowało się z umiarkowanym stanem zapalnym. [29] Kolejne badania wykazały negatywny wpływ na wątrobę i nerki w postaci zwiększenia poziomu TBARS i całkowitych tioli w nerkach. [30]

Przykuwając uwagę do trybu życia Polaków Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego przeprowadził i opublikował w 2021 roku “Krajowe badanie sposobu żywienia i stanu odżywienia populacji polskiej”, z którego wynika, że 1,1% dzieci w wieku 3-9 lat pije napoje energetyczne rzadziej niż 1 raz w miesiącu, natomiast 0,5% dzieci pije 4-5 razy w tygodniu. Dodatkowo 13,4% chłopców w wieku 10-17 lat przyznało się do spożywania napojów energetycznych rzadziej niż 1 raz w miesiącu, a 2,5% pije je 4-5 razy w tygodniu. Z badania wynika, że wraz ze wzrostem wieku zwiększało się spożycie napojów energetycznych wśród płci męskiej w Polsce. Aż 20,8% mężczyzn w wieku 18-64 lat pije napoje energetyczne rzadziej niż 1 raz w miesiącu.[31]

Europejski Urząd ds. Bezpieczeństwa Żywności w 2013 roku wykazał, że 68% dzieci w wieku 10-18 lat i aż 30% dorosłych pije napoje energetyczne. W badaniu wzięło udział ponad 52 tys. osób z Europy.[32]

Z obawy o zdrowie młodego pokolenia Sejm Rzeczypospolitej Polskiej 13 lipca 2023 roku uchwalił nowelizację Ustawy o zdrowiu publicznym z dnia 15 września 2011 roku, wprowadzającą zakaz sprzedaży napojów z dodatkiem tauryny i kofeiny osobom poniżej 18. roku życia w placówkach oświatowych i w automatach.[32]

Wnioski:

Można stwierdzić, że brak edukacji i świadomości doprowadza do negatywnych skutków dla zdrowia. Przykładem tego jest co raz to częstsze sięganie po napoje energetyczne nie tylko przez nastolatków, ale także przez dorosłych, wykształconych ludzi. Kluczowym rozwiązaniem mogą się okazać dodatkowe świadczenia mające na celu edukację dzieci już od najmłodszych lat, w celu przekazania im jak ważne jest czytanie etykiet ze składem produktów, ale również uświadomienie, gdzie mogą znaleźć dodatkowe informacje na temat danej substancji, aby móc poznać skutki jej stosowania. Powyższą rolę powinni podjąć rodzice przy wsparciu lekarzy oraz szkoły w porozumieniu z nimi, a także organy

administracji rządowej i samorządowej poprzez organizację wykładów oraz kampanii społecznych.

Istotne jest również kontrolowanie składu napojów energetycznych przez odpowiedzialne za to organy, a także egzekwowanie przestrzegania transparentnego informowania konsumenta o składzie produktów. Konieczne są również dalsza badania nad skutkami używania (w tym wieloletniego) napojów energetycznych.

Ostatnie informacje medialne oraz zmiany legislacyjne pokazują, że opisany w tej pracy problem jest zauważany także przez osoby rządzące, a stosowne zmiany są konieczne dla ograniczenia szkodliwych skutków zdrowotnych, szczególnie wśród dzieci i młodzieży.

Wkład autorski:

pomysł, metodologia, nadzór nad wykonaniem pracy: Michał Sekuła; przygotowanie manuskryptu: Michał Sekuła, Łukasz Domagalski, Natalia Kaleta; zbieranie danych i przygotowanie tabeli: Ewelina Andrasz, Michał Sekuła; zbieranie i analiza literatury: Piotr Pawłucki, Anna Maciak, Natalia Kaleta, Paulina Cuper; recenzja i redakcja manuskryptu: Ewelina Andrasz, Piotr Pawłucki, Anna Maciak, Paulina Cuper. Wszyscy autorzy przeczytali i zaakceptowali ostateczną wersję manuskryptu.

Oświadczenie o finansowaniu:

Praca nie otrzymała żadnego specjalnego finansowania

Oświadczenie o dostępności danych:

Wszystkie dane związane z przygotowaniem manuskryptu będą udostępnione na życzenie przez autora korespondencyjnego.

Konflikt interesów:

Autorzy deklarują brak konfliktu interesów

Referencje:

- [1] T. M. McLellan and H. R. Lieberman, “Do energy drinks contain active components other than caffeine?,” *Nutr Rev*, vol. 70, no. 12, pp. 730–744, Dec. 2012, doi: 10.1111/J.1753-4887.2012.00525.X.
- [2] “Energy drink | Definition, Ingredients, & Health Concerns | Britannica.” <https://www.britannica.com/topic/energy-drink> (accessed Jul. 07, 2023).

- [3] M. A. Heckman, K. Sherry, and E. G. de Mejia, “Energy Drinks: An Assessment of Their Market Size, Consumer Demographics, Ingredient Profile, Functionality, and Regulations in the United States,” *Compr Rev Food Sci Food Saf*, vol. 9, no. 3, pp. 303–317, May 2010, doi: 10.1111/J.1541-4337.2010.00111.X.
- [4] V. De Sanctis *et al.*, “Caffeinated energy drink consumption among adolescents and potential health consequences associated with their use: a significant public health hazard,” *Acta Bio Medica : Atenei Parmensis*, vol. 88, no. 2, p. 222, 2017, doi: 10.23750/ABM.V88I2.6664.
- [5] “Napoje energetyczne - Powiatowa Stacja Sanitarno-Epidemiologiczna w Mońkach - Portal Gov.pl.” <https://www.gov.pl/web/psse-monki/napoje-energetyczne> (accessed Jul. 07, 2023).
- [6] S. Robin, R. Buchanan, and R. Poole, “Energy drinks and adolescents – A hepatic health hazard?,” *J Hepatol*, vol. 68, no. 4, pp. 856–857, Apr. 2018, doi: 10.1016/j.jhep.2017.10.036.
- [7] B. M. Malinauskas, V. G. Aeby, R. F. Overton, T. Carpenter-Aeby, and K. Barber-Heidal, “A survey of energy drink consumption patterns among college students,” *Nutr J*, vol. 6, no. 1, pp. 1–7, Oct. 2007, doi: 10.1186/1475-2891-6-35/TABLES/4.
- [8] S. M. Seifert, J. L. Schaechter, E. R. Hershorin, and S. E. Lipshultz, “Health Effects of Energy Drinks on Children, Adolescents, and Young Adults,” *Pediatrics*, vol. 127, no. 3, p. 511, 2011, doi: 10.1542/PEDS.2009-3592.
- [9] M. Bonati, R. Latini, F. Galletti, J. F. Young, G. Tognoni, and S. Garattini, “Caffeine disposition after oral doses,” *Clin Pharmacol Ther*, vol. 32, no. 1, pp. 98–106, 1982, doi: 10.1038/CLPT.1982.132.
- [10] M. A. Heckman, J. Weil, and E. G. de Mejia, “Caffeine (1, 3, 7-trimethylxanthine) in foods: a comprehensive review on consumption, functionality, safety, and regulatory matters,” *J Food Sci*, vol. 75, no. 3, Apr. 2010, doi: 10.1111/J.1750-3841.2010.01561.X.
- [11] J. L. Temple, C. Bernard, S. E. Lipshultz, J. D. Czachor, J. A. Westphal, and M. A. Mestre, “The Safety of Ingested Caffeine: A Comprehensive Review,” *Front Psychiatry*, vol. 8, May 2017, doi: 10.3389/FPSYT.2017.00080/PDF.
- [12] P. S. Iyer, R. Yelisetti, V. Miriyala, W. Siddiqui, and A. Kaji, “A remarkable case of rhabdomyolysis associated with ingestion of energy drink ‘neon volt,’” *J Community Hosp Intern Med Perspect*, vol. 6, no. 5, p. 32528, Jan. 2016, doi: 10.3402/JCHIMP.V6.32528.
- [13] E. Duchan, N. D. Patel, and C. Feucht, “Energy drinks: a review of use and safety for athletes,” *Phys Sportsmed*, vol. 38, no. 2, pp. 171–179, Jun. 2010, doi: 10.3810/PSM.2010.06.1796.
- [14] M. Baum and M. Weiß, “The influence of a taurine containing drink on cardiac parameters before and after exercise measured by echocardiography,” *Amino Acids*, vol. 20, no. 1, pp. 75–82, 2001, doi: 10.1007/S007260170067.
- [15] S. M. Seifert, J. L. Schaechter, E. R. Hershorin, and S. E. Lipshultz, “Health effects of energy drinks on children, adolescents, and young adults,” *Pediatrics*, vol. 127, no. 3, pp. 511–528, 2011, doi: 10.1542/PEDS.2009-3592.

- [16] R. NR, D. M. NM, and L. S, “American College of Sports Medicine position stand. Nutrition and athletic performance,” *Med Sci Sports Exerc*, vol. 41, no. 3, pp. 709–731, 2009, doi: 10.1249/MSS.0B013E31890EB86.
- [17] L. A. Ehlen, T. A. Marshall, F. Qian, J. S. Wefel, and J. J. Warren, “Acidic beverages increase the risk of in vitro tooth erosion,” *Nutr Res*, vol. 28, no. 5, pp. 299–303, May 2008, doi: 10.1016/J.NUTRES.2008.03.001.
- [18] M. Kitchens and B. M. Owens, “Effect of carbonated beverages, coffee, sports and high energy drinks, and bottled water on the in vitro erosion characteristics of dental enamel,” *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, vol. 31, no. 3, pp. 153–159, 2007, doi: 10.17796/jcpd.31.3.11571653t8206100.
- [19] M. Kitchens and B. M. Owens, “Effect of carbonated beverages, coffee, sports and high energy drinks, and bottled water on the in vitro erosion characteristics of dental enamel,” *J Clin Pediatr Dent*, vol. 31, no. 3, pp. 153–159, 2007, doi: 10.17796/JCPD.31.3.1157L653T8206100.
- [20] C. Debras *et al.*, “Artificial sweeteners and cancer risk: Results from the NutriNet-Santé population-based cohort study,” *PLoS Med*, vol. 19, no. 3, Mar. 2022, doi: 10.1371/JOURNAL.PMED.1003950.
- [21] A. Vivekanandarajah, S. Ni, and A. Waked, “Acute hepatitis in a woman following excessive ingestion of an energy drink: a case report,” *J Med Case Rep*, vol. 5, 2011, doi: 10.1186/1752-1947-5-227.
- [22] “Napój energetyzujący – Wikipedia, wolna encyklopedia.” https://pl.wikipedia.org/wiki/Nap%C3%B3j_energetyzuj%C4%85cy (accessed Jul. 16, 2023).
- [23] “[Energy drinks: an unknown risk] - PubMed.” <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22730801/> (accessed Jul. 16, 2023).
- [24] “Energy Drinks - PubMed.” <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32716624/> (accessed Jul. 16, 2023).
- [25] J. Shearer, “Methodological and metabolic considerations in the study of caffeine-containing energy drinks,” *Nutr Rev*, vol. 72 Suppl 1, no. S1, pp. 137–145, Oct. 2014, doi: 10.1111/NURE.12131.
- [26] G. Jones, “Caffeine and other sympathomimetic stimulants: Modes of action and effects on sports performance,” *Essays Biochem*, vol. 44, pp. 109–123, 2008, doi: 10.1042/BSE0440109.
- [27] D. S. Battram, R. Arthur, A. Weekes, and T. E. Graham, “The glucose intolerance induced by caffeinated coffee ingestion is less pronounced than that due to alkaloid caffeine in men,” *J Nutr*, vol. 136, no. 5, pp. 1276–1280, 2006, doi: 10.1093/JN/136.5.1276.
- [28] D. Robertson, D. Wade, R. Workman, R. L. Woosley, and J. A. Oates, “Tolerance to the humoral and hemodynamic effects of caffeine in man,” *J Clin Invest*, vol. 67, no. 4, pp. 1111–1117, 1981, doi: 10.1172/JCI110124.
- [29] R. Reis *et al.*, “Energy Drink Induced Lipid Peroxidation and Oxidative Damage in Rat Liver and Brain When Used Alone or Combined with Alcohol,” *J Food Sci*, vol. 82, no. 4, pp. 1037–1043, Apr. 2017, doi: 10.1111/1750-3841.13662.

- [30] M. T. Costa-Valle *et al.*, “Energy drink and alcohol combination leads to kidney and liver alterations in rats,” *Toxicol Appl Pharmacol*, vol. 355, pp. 138–146, Sep. 2018, doi: 10.1016/J.TAAP.2018.06.024.
- [31] “Krajowe badanie sposobu żywienia i stanu odżywienia populacji polskiej - Powiatowa Stacja Sanitarno-Epidemiologiczna w Wąbrzeźnie - Portal Gov.pl.” <https://www.gov.pl/web/psse-wabrzezno/krajowe-badanie-sposobu-zywienia-i-stanu-odzywienia-populacji-polskiej> (accessed Jul. 16, 2023).
- [32] “Zakaz sprzedaży napojów energetyzujących.” <https://www.prawo.pl/zdrowie/zakaz-sprzedazy-napojow-energetyzujacych,522189.html> (accessed Jul. 16, 2023).