

Właściwości bioaktywne kawy ekstrahowanej metodą *cold brew*

Bioactive properties of coffee extracted using the cold brew method

Iwona Mystkowska^{1*}, Monika Sijko-Szpańska², Aleksandra Dmitrowicz²

¹ Zakład Dietetyki, Wydział Nauk o Zdrowiu, Akademia Bialska im. Jana Pawła II, ul. Sidorska 95/97, 21-500 Biała Podlaska

² Regionalne Centrum Badań EKO-AGRO-TECH, Akademia Bialska im. Jana Pawła II, ul. Sidorska 95/97, 21-500 Biała Podlaska, Wydział Nauk o Zdrowiu, ul. Sidorska 95/97, 21-500 Biała Podlaska

*e-mail: i.mystkowska@dyd.akademiabialska.pl

Słowa kluczowe: kawa na zimno, kofeina, ekstrakcja

Key words: cold brew coffee, caffeine, extraction

Streszczenie

Kawa jest jednym z najczęściej spożywanych napojów na świecie, a jej produkcja i konsumpcja od lat wykazują tendencję wzrostową. Jej popularność wynika nie tylko z cennych walorów sensorycznych, takich jak charakterystyczny smak i intensywny aromat, lecz także z obecności licznych związków bioaktywnych, do których należą m.in. kofeina, kwasy chlorogenowe, kwasy organiczne, melanoidyny oraz trygonelina. *Cold brew* to alternatywna metoda przygotowywania kawy, polegająca na długotrwałej ekstrakcji palonych ziaren kawy w zimnej wodzie. Celem pracy była analiza zawartości kofeiny w kawie przygotowanej metodą *cold brew* na podstawie przeglądu dostępnej literatury naukowej. Wykazano znaczną zmienność zawartości kofeiny, mieszczącą się w zakresie 48,00–180,10 mg/100 ml oraz 605,00–4080,76 mg/100 g, wynikającą z różnych sposobów jej oznaczania i prezentacji wyników. Analiza wskazuje, że kluczowe znaczenie dla poziomu kofeiny mają takie czynniki, jak czas parzenia, temperatura ekstrakcji oraz stosunek kawy do wody. Proces przygotowywania *cold brew* jest złożony i zależy od wielu wzajemnie powiązanych parametrów, co wpływa na końcową charakterystykę naparu.

Summary

Coffee is one of the most widely consumed beverages in the world, and its production and consumption have been on the rise for years. Its popularity stems not only from its valued sensory qualities, such as its distinctive taste and intense aroma, but also from the presence of numerous bioactive compounds, including caffeine, chlorogenic acid, organic acids, me

lanoidins and trigonelline. Cold brew is an alternative method of preparing coffee involving the prolonged extraction of roasted coffee beans in cold water. The aim of this study was to analyse the caffeine content in coffee prepared using the Cold Brew method based on a review of the available scientific literature. Significant variability in caffeine content was demonstrated, ranging from 48.00 to 180.10 mg/100 ml and 605.00 to 4080.76 mg/100 g, which is due to different methods of determination and presentation of results. The analysis indicates that factors such as brewing time, extraction temperature and the coffee-to-water ratio are crucial for the caffeine content. The Cold Brew preparation process is complex and depends on many interrelated parameters, which affect the final characteristics of the brew.

Wstęp

Kawa (*Coffea* sp.) jest jednym z najpopularniejszych i najczęściej spożywanych napojów na świecie, a jej produkcja i konsumpcja wykazują tendencję wzrostową [1]. Dwa główne komercyjne gatunki kawy to *Coffea arabica* (kawa arabica) oraz *Coffea canephora* (odmiany conilon i robusta), których ziarna różnią się cechami morfologicznymi oraz składem chemicznym, co wpływa na proces ekstrakcji związków podczas przygotowywania napoju. Zawartość kofeiny w nasionach waha się od 0,3% do 2,5% i jest dwukrotnie wyższa w kawie robusta niż w kawie arabica. Kawa charakteryzuje się wyjątkowymi walorami smakowymi, intensywnym aromatem oraz obecnością licznych składników bioaktywnych, takich jak kofeina, kwasy chlorogenowe, kwasy organiczne, melanoidyny oraz trygonelina [1–3]. Regularna konsumpcja kawy może przyczynić się do zmniejszenia ryzyka rozwoju wielu chorób przewlekłych [4–5]. Zależność między spożyciem kawy a niższym ryzykiem rozwoju zespołu metabolicznego (MetS) nabiera szczególnego znaczenia w kontekście jego wysokiej częstości występowania na świecie, co podkreśla potencjalne znaczenie kliniczne i zdrowotne tego napoju [6].

Korzystny efekt zdrowotny zależy m.in. od liczby wypijanych filiżanek i w dużej mierze jest związany z zawartością kofeiny. Należy jednak podkreślić, że pojedyncza porcja kawy, określana jako filiżanka, może mieć bardzo zróżnicowaną objętość w zależności od kultury i przyjętych zwyczajów – od 15 ml skoncentrowanego espresso do około 250 ml kawy filtrowanej. Różne techniki parzenia są powiązane z lokalnymi tradycjami, a ich nazwy często wywodzą się z regionów, w których zostały opracowane. Według Europejskiego Urzędu ds. Bezpieczeństwa Żywności [7] dzienne spożycie kofeiny ze wszystkich źródeł u osób dorosłych nie powinno przekraczać 400 mg.

Monitorowanie zawartości kofeiny w naparze jest istotne dla zapobiegania nadmiernemu spożyciu oraz minimalizowania potencjalnych skutków ubocznych dla zdrowia. Na ilość kofeiny i innych związków bioaktywnych w kawie wpływa wiele czynników, w tym odmiana botaniczna, stopień palenia ziaren oraz metoda parzenia.

W ostatnich latach coraz większą popularność zyskuje kawa parzona na zimno (ang. *cold brew*), której specyfika ekstrakcji może prowadzić do odmiennego profilu chemicznego naparu w porównaniu z tradycyjnymi metodami parzenia na gorąco.

Analiza właściwości bioaktywnych kawy stanowi istotny element badań nad wpływem różnych metod parzenia na skład chemiczny i potencjalne działanie zdrowotne naparu. Celem niniejszego przeglądu literatury była analiza zawartości kofeiny w kawie palonej, przygotowanej metodą *cold brew*, z uwzględnieniem kluczowych czynników, takich jak czas parzenia, temperatura oraz stosunek kawy do wody. Przeanalizowano dostępne badania naukowe opublikowane w latach 2000–2025. Artykuły wyszukiwano na podstawie słów kluczowych, tytułów i abstraktów, korzystając z baz danych PubMed i ScienceDirect.

Cold brew

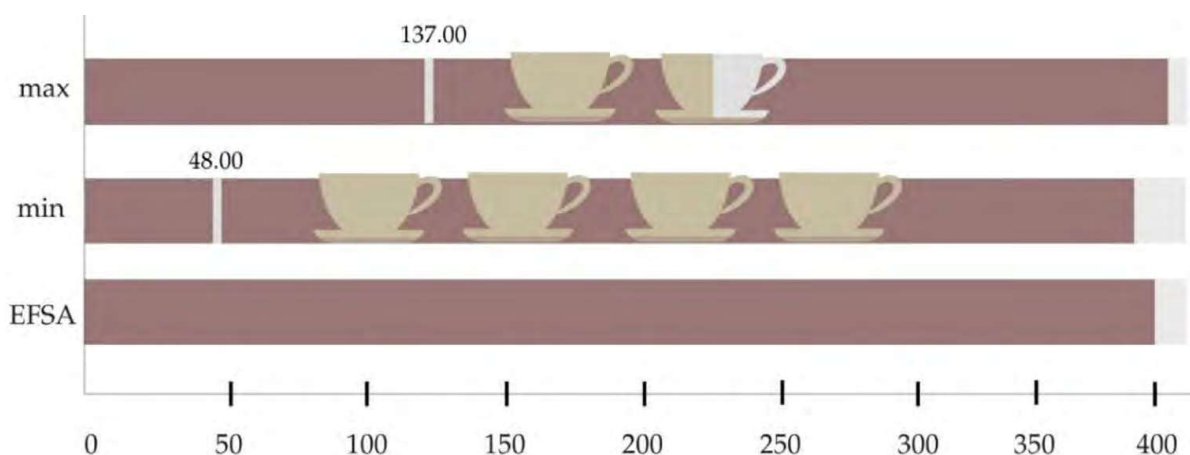
Kawa parzona na zimno stanowi alternatywną metodę przygotowywania naparu, która w ostatnich latach zyskuje na popularności w branży kawowej [8]. Pomimo rosnącego zainteresowania tą techniką nadal brakuje jednolitych międzynarodowych standardów oraz precyzyjnej definicji określającej warunki wytwarzania kawy typu *cold brew* [9–10]. Wzrost popytu na wysokiej jakości kawę przyrządzaną tą metodą wynika m.in. z wcześniejszych doświadczeń konsumentów z kawami mrożonymi, które charakteryzowały się obniżoną jakością, wynikającą z zastosowania nieoptymalnych baz kawowych [11]. Proces ekstrakcji w tej metodzie polega na długotrwałym kontakcie zmielonych ziaren kawy z wodą o temperaturze pokojowej lub niższej przez okres od kilku do kilkudziesięciu godzin. Tradycyjnie kawa *cold brew* jest przygotowywana przez ekstrakcję wodą trwającą 24 godziny [10].

Zastosowanie obniżonej temperatury ekstrakcji (około 8°C) wpływa nie tylko na profil sensoryczny uzyskanego naparu, lecz także na jego skład chemiczny oraz właściwości mikrobiologiczne. Potencjalne zagrożenia mikrobiologiczne związane z metodą *cold brew* wynikają głównie z braku etapu ekstrakcji w wysokiej temperaturze oraz wydłużonego czasu parzenia, co może sprzyjać rozwojowi mikroorganizmów. Ryzyko to jest zazwyczaj ograniczane w przypadku kawy palonej i świeżo parzonej metodami na gorąco [12].

Profil smakowy kawy parzonej na zimno różni się od profilu kawy parzonej na gorąco i jest bardziej owocowy oraz słodszy [13]. Zastosowanie podczas procesu parzenia wysokiego ciśnienia [14] lub pasteryzacji [15] może zmniejszać ryzyko mikrobiologiczne, przy jednoczesnym zachowaniu jakości napoju. Metoda parzenia na zimno wpływa również na obecność i stężenie związków bioaktywnych w kawie. W naparze *cold brew* obecne są m.in. kofeina, kwasy chlorogenowe, melanoidyny oraz inne polifenole, które wykazują działanie antyoksydacyjne i mogą korzystnie

wpływać na zdrowie konsumenta. W porównaniu z tradycyjnymi metodami parzenia na gorąco ekstrakcja w niskiej temperaturze może prowadzić do niższej kwasowości i łagodniejszego profilu sensorycznego przy jednoczesnym zachowaniu wielu istotnych związków bioaktywnych [10]. Zawartość kofeiny w kawie typu *cold brew* zależy od wielu czynników, takich jak gatunek i odmiana botaniczna kawy, pochodzenie surowca, stosunek kawy do wody, czas ekstrakcji oraz stopień zmielenia i palenia ziaren. Analiza tych parametrów jest kluczowa dla określenia wpływu metody parzenia na skład chemiczny oraz potencjalne właściwości zdrowotne naparu, co stanowi istotny kierunek dalszych badań nad kawą *cold brew* [11].

Na podstawie przeanalizowanych artykułów oceniono wpływ wybranych parametrów na zawartość kofeiny w naparze. Najczęściej stosowaną metodą analityczną oznaczania kofeiny była wysokosprawna chromatografia cieczowa (HPLC). Ze względu na stosowanie różnych jednostek miary w analizowanych publikacjach dane dotyczące zawartości kofeiny przeliczono na mg/100 ml lub mg/100 g w celu umożliwienia ich porównania. Zawartość kofeiny w kawie przygotowanej metodą *cold brew* charakteryzowała się znaczną zmiennością i mieściła się w zakresie 48,00–137,00 mg/100 ml (rys. 1) oraz 605,00–4080,76 mg/100 g. Stwierdzone różnice pomiędzy wartościami wynikały głównie z odmiennych sposobów wyrażania zawartości kofeiny. Wartości podawane w jednostkach mg/100 g były istotnie wyższe, gdyż odnosiły się do zawartości kofeiny w suchej masie kawy, a nie w gotowym naparze. Uwzględniając najniższą oraz najwyższą zawartość kofeiny (po wykluczeniu wartości skrajnych metodą przedziału międzykwartylowego) oraz zalecenia EFSA [7], za bezpieczne można uznać dzienne spożycie 1,5–4 porcji (po 200 ml) kawy typu *cold brew* (rys. 1).



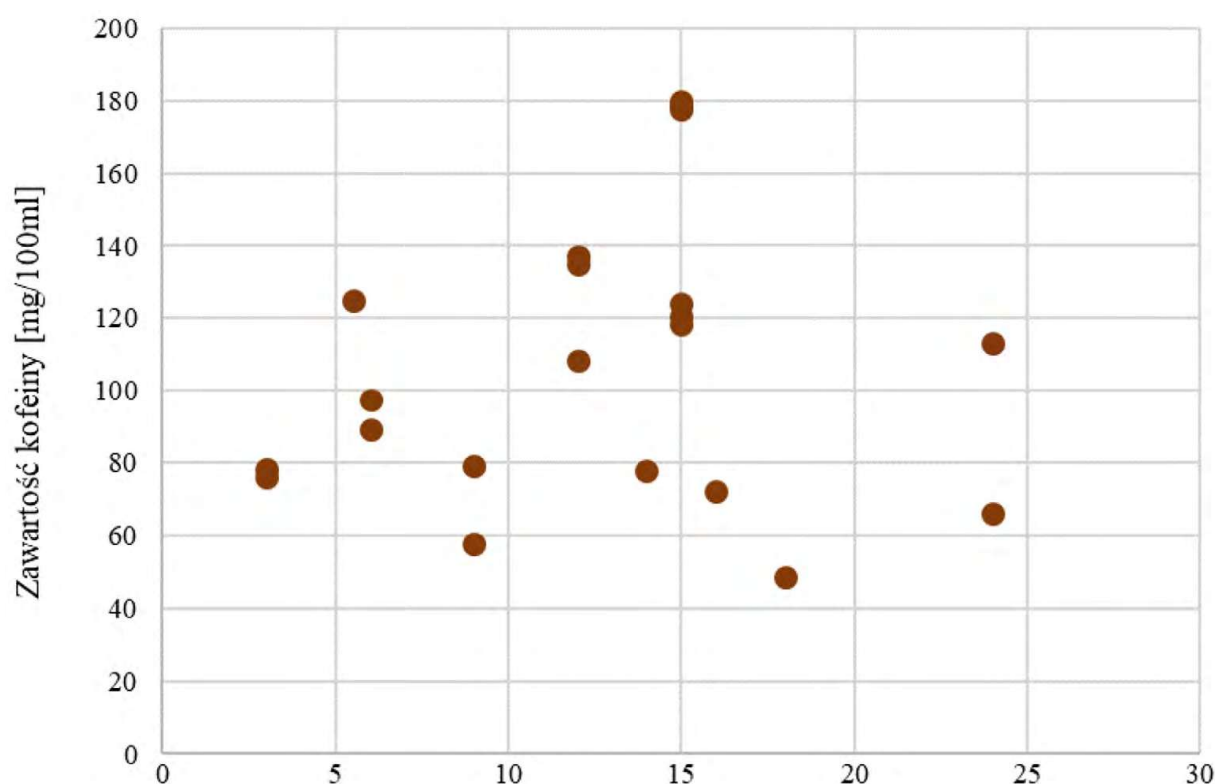
Rysunek 1. Zawartość kofeiny w kawie *cold brew* oraz liczba porcji, która jest uznawana za bezpieczną do spożycia zgodnie z zaleceniami EFSA

Figure 1. Caffeine content in cold brew coffee and the number of servings considered safe for consumption according to EFSA recommendations

Źródło: opracowanie własne na podstawie [7].

W analizowanych artykułach czas parzenia był zróżnicowany i wynosił od 3 do 24 h. Aby skrócić czas ekstrakcji oraz zwiększyć stężenie kofeiny w naparze, niektórzy autorzy stosowali dodatkowe czynniki wspomagające proces, takie jak cykle obniżonego ciśnienia [16]. W większości badań stosowano wodę o temperaturze pokojowej, podobnie jak w metodzie tradycyjnej. Wyższą zawartość kofeiny odnotowano przy dłuższym czasie parzenia [17].

Badania przeprowadzone w zbliżonych warunkach eksperymentalnych (ten sam gatunek kawy, identyczny stosunek kawy do wody oraz zbliżona temperatura wody w zakresie 22–24°C), lecz przy różnych czasach parzenia (3, 6 oraz 12 h), potwierdziły zależność pomiędzy czasem ekstrakcji a zawartością kofeiny [18] (rys. 2).

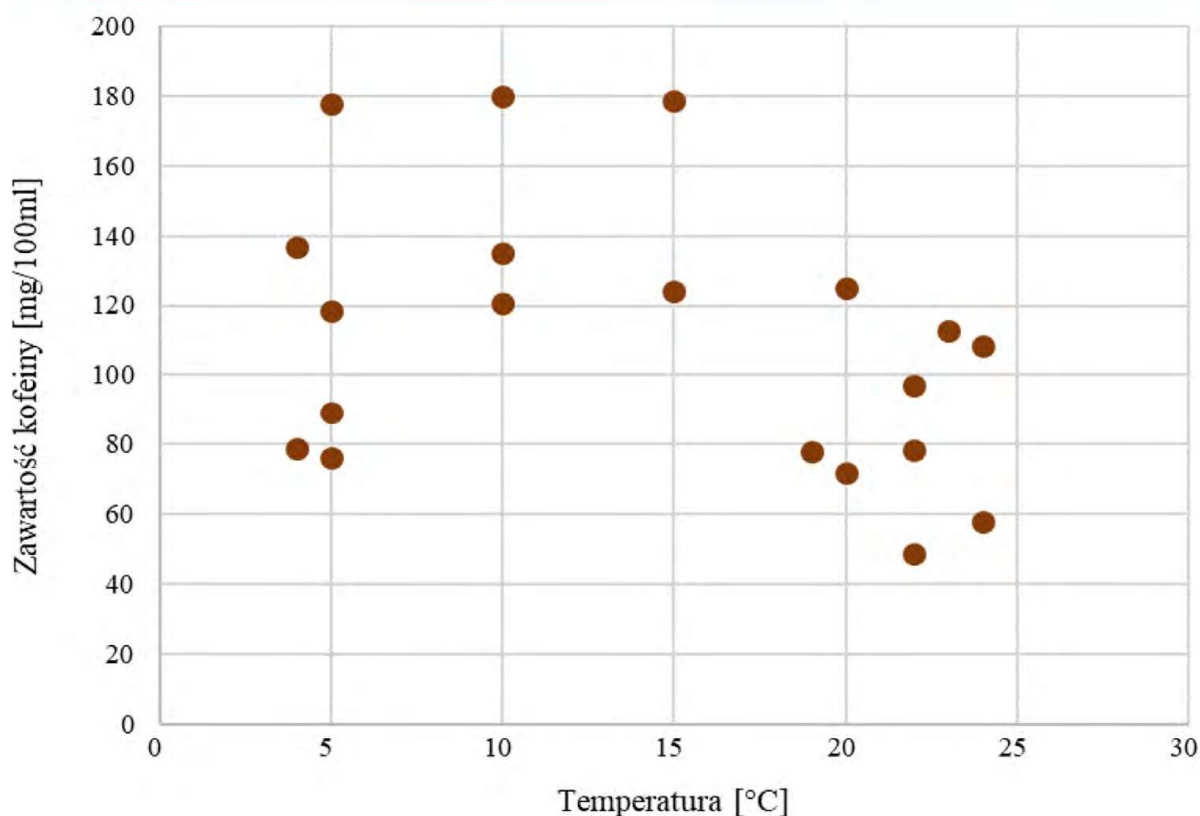


Rysunek 2. Czas parzenia a zawartość kofeiny w kawie *cold brew*

Figure 2. Brewing time and caffeine content in cold brew coffee

Źródło: opracowanie własne na podstawie [18].

W kilku pracach analizowano również wpływ temperatury wody na efektywność ekstrakcji kofeiny [17, 19]. Wykazano, że podwyższenie temperatury z 5°C do 22°C skutkowało wzrostem zawartości kofeiny o około 3% przy 3-godzinnej ekstrakcji oraz o blisko 9% przy 6-godzinnym czasie parzenia [19]. W badaniu [17] zaobserwowano analogiczną zależność w przypadku kawy arabica, natomiast w przypadku kawy robusta, podobnie jak w pracy [19], temperatura ekstrakcji nie wpływała istotnie na zawartość kofeiny (rys. 3).



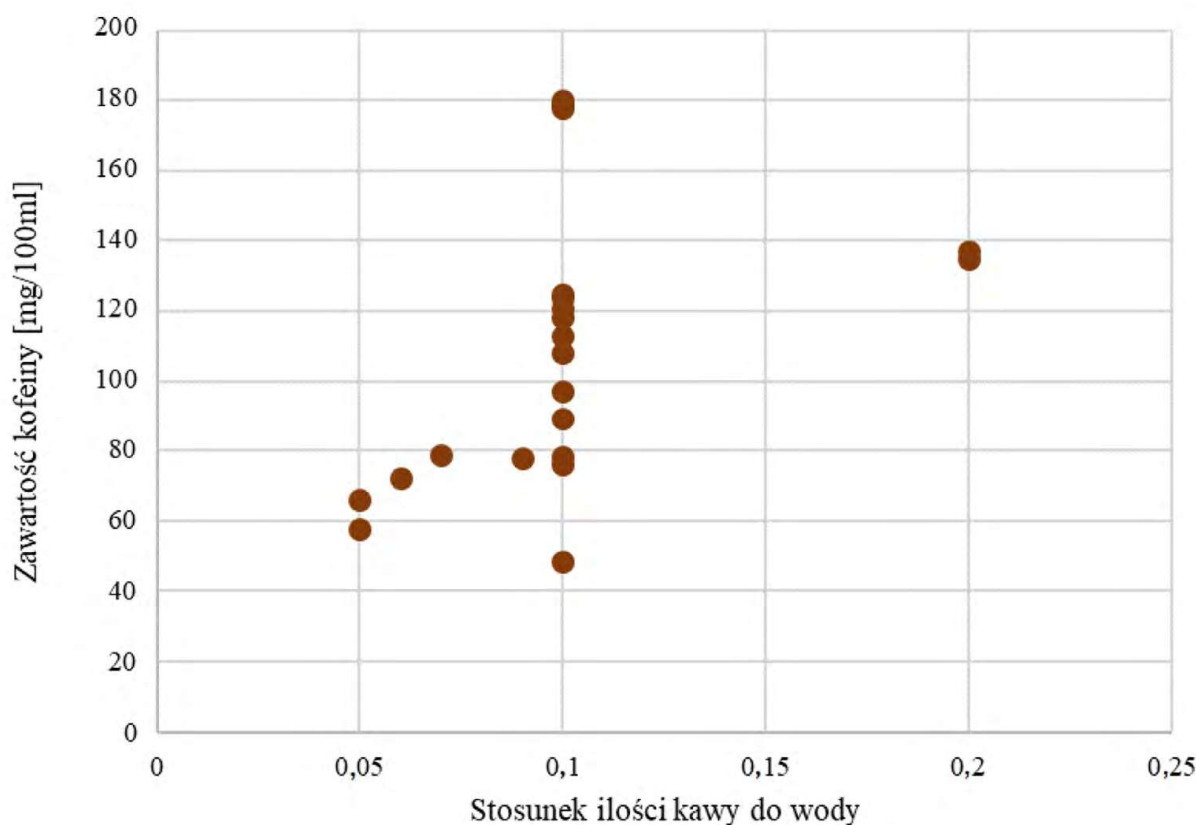
Rysunek 3. Temperatura wody a zawartość kofeiny w kawie *cold brew*

Figure 3. Water temperature and caffeine content in cold brew coffee

Źródło: opracowanie własne.

Stosunek kawy do wody również okazał się istotnym parametrem wpływającym na zawartość kofeiny. Badacze zastosowali stosunek kawy do wody 5:10, uzyskując dwukrotnie niższą zawartość kofeiny [20] w porównaniu z wynikami autorów stosujących proporcję 10:100 w zbliżonych warunkach czasu i temperatury parzenia [21]. W innych pracach wykorzystano wyższy udział kawy względem wody (20:100), co skutkowało uzyskaniem jednych z najwyższych wartości zawartości kofeiny wyrażonych w mg/100 ml [19] (rys. 4).

W wielu dostępnych badaniach analizowano głównie jeden gatunek kawy, przy czym brakowało szczegółowych informacji dotyczących stopnia palenia ziaren, a pochodzenie surowca było zróżnicowane. Utrudniało to jednoznaczne określenie wpływu tych czynników na zawartość kofeiny w naparze. W większości badań jako materiał badawczy stosowano kawę o różnym stopniu palenia, najczęściej średnio paloną, pochodzącą z różnych krajów, co dodatkowo ograniczało możliwość porównania wyników i sformułowania ogólnych wniosków dotyczących zależności między pochodzeniem surowca, stopniem palenia a zawartością kofeiny.



Rysunek 4. Stosunek kawy do wody a zawartość kofeiny w kawie *cold brew*

Figure 4. The ratio of coffee to water and the caffeine content in cold brew coffee

Źródło: opracowanie własne.

Podsumowanie

Wykazano, że czas i temperatura ekstrakcji były kluczowymi czynnikami wpływającymi na poziom kofeiny w naparze. Dłuższy czas parzenia oraz wyższa temperatura wody sprzyjały zwiększeniu zawartości kofeiny. Istotny wpływ miał również stosunek kawy do wody – wyższy udział kawy względem wody zazwyczaj skutkowało wyższą zawartością kofeiny. Pozostałe czynniki, takie jak gatunek kawy, stopień palenia i mielenia ziaren, a także mechaniczne procesy wspomagające ekstrakcję, również mogły wpływać na poziom kofeiny w naparze. Analiza literatury potwierdza złożoność procesu przygotowywania kawy *cold brew*, który zależy od wielu wzajemnie powiązanych czynników (m.in. czasu i temperatury parzenia oraz stosunku kawy do wody). Standaryzacja parametrów parzenia mogłaby przyczynić się do uzyskania bardziej spójnych wyników dotyczących zawartości kofeiny oraz jakości naparu. Ponadto istnieje potrzeba przeprowadzenia kompleksowych badań obejmujących szeroki zakres gatunków kawy, co pozwoliłoby precyzyjnie określić czynniki wpływające na poziom kofeiny w kawie typu *cold brew*.

Literatura

- [1] Ludwig I. A., Clifford M. N., Lean M. E. J., Ashihara H., Crozier A., Coffee: Biochemistry and potential impact on health, *Food Function*, 2014, 5(8), s. 1695–1717.
- [2] Yeager S. E., Batali M. E., Guinard J. X., Ristenpart W. D., Acids in coffee: A review of sensory measurements and meta-analysis of chemical composition, *Food Science and Nutrition*, 2023, 63(8), s. 1010–1036.
- [3] Coffee: Consumption and health implications, (red.) A. Farah, Royal Society of Chemistry, Croydon 2019.
- [4] Shang F. i wsp., Coffee consumption and risk of the metabolic syndrome: A meta-analysis, *Diabetes & Metabolism*, 2016, 42(2), s. 80–87.
- [5] Miranda J., Monteiro L., Albuquerque R., Pacheco J. J., Khan Z., Lopez-Lopez J., Warnakulasuryia S., Coffee is protective against oral and pharyngeal cancer: A systematic review and meta-analysis, *Medicina Oral Patología Oral y Cirugía Bucal*, 2017, 22(5), s. e554–e561.
- [6] Nila I. S., Villagra Moran V. M., Khan Z. A., Hong Y., Effect of daily coffee consumption on the risk of Alzheimer’s disease: A systematic review and meta-analysis, *Journal of Lifestyle Medicine*, 2023, 13(2), s. 83–89.
- [7] EFSA panel on dietetic products, nutrition and allergies, scientific opinion on the safety of caffeine, *EFSA Journal*, 2015, 13(5).
- [8] Patel D., Cold coffee revolution in Southeast Asia, *Asia Pacific Food Industry*, 2017, 1, s. 2–73.
- [9] Puro E., Cold brew with caution, *Food safety and quality concerns for the growing market*, *Roast*, 2016, 7–8, s. 36–49.
- [10] Claassen L., Rinderknecht M., Porth T., Röhnisch J., Seren H. Y., Scharinger A., Gotstein V., Noack D., Schwarz S., Winkler G., Lachenmeier D. W., Cold brew coffee – pilot studies on definition, extraction, consumer preference, chemical characterization and microbiological hazards, *Foods*, 2021, 10(4), s. 865.
- [11] Mendez D. W., What’s so hot, about cold brew coffee, *Total Food Serv*, 2016, 26(46), s. 106.
- [12] Kwok R., Lee Wee Ting K., Schwarz S., Claassen L., Lachenmeier D. W., Current challenges of cold brew coffee – roasting, extraction, flavor profile, contamination, and food safety, *Challenges*, 2020, 11(2), s. 26.
- [13] Cai Y., Xu Z., Pan X., Gao M., Wu M., Wu J., Lao F., Comparative profiling of hot and cold brew coffee flavor using chromatographic and sensory approaches, *Foods*, 2022, 11(19), s. 2968.
- [14] Polanco-Estibález B., García-Santa-Cruz R., Queirós R. P., Serment-Moreno V., González-Angulo M., Tonello-Samson C., Rivero-Pérez M. D., High-pressure processing for cold brew coffee: Safety and quality assessment under refrigerated and ambient storage, *Foods*, 2023, 12(23), 4231.
- [15] Maksimowski D., Oziembłowski M., Kolniak-Ostek J., Stach M., Zubaidi M. A., Nawirska-Olszańska A., Effect of cold brew coffee storage in industrial production on the physical-chemical characteristics of final product, *Foods*, 2023, 12(20), 3840.

- [16] Kyroglou S., Thanasouli K., Vareltzis P., Process characterization and optimization of cold brew coffee: Effect of pressure, temperature, time and solvent volume on yield, caffeine and phenol content, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2021, 101(11), s. 4789–4798.
- [17] Portela C. D. S., Almeida I. F. D., Mori A. L. B., Yamashita F., Benassi M. D. T., Brewing conditions impact on the composition and characteristics of cold brew Arabica and Robusta coffee beverages, *LWT*, 2021, 143, 111090.
- [18] Lapčiková B., Lapčík L., Barták P., Valenta T., Dokládlová K., Effect of extraction methods on aroma profile, antioxidant activity and sensory acceptability of specialty coffee brews, *Foods*, 2023, 12(22), s. 4125.
- [19] Zhai X., Yang M., Zhang J., Zhang L., Tian Y., Li C., Bao L., Ma C., Abd El-Aty A. M., Feasibility of ultrasound-assisted extraction for accelerated cold brew coffee processing: Characterization and comparison with conventional brewing methods, *Frontiers in Nutrition*, 2022, 9, 849811.
- [20] Muzykiewicz-Szymańska A., Nowak A., Wira D., Klimowicz A., The effect of brewing process parameters on antioxidant activity and caffeine content in infusions of roasted and unroasted Arabica coffee beans originated from different countries, *Molecules*, 2021, 26(12), 3681.
- [21] Fuller M., Rao N. Z., The effect of time, roasting temperature, and grind size on caffeine and chlorogenic acid concentrations in cold brew coffee, *Scientific Reports*, 2017, 7(1), 17979.