

Physicochemical properties of a fruit and vegetable smoothie with the addition of avocado seeds

Właściwości fizykochemiczne *smoothie* owocowo-warzywnego z dodatkiem pestek awokado



DOI: 10.15199/62.2025.3.7

Physicochem. analyses were carried out on a freshly prepd. carrot-banana smoothie and one enriched with appropriately prepd. (pre-crushed, dried and ground) avocado seed (Persea americana Mill.), used in the amt. of 2 g/100 mL. The samples were also analyzed after 24 h of storage in refrigerated conditions. In the samples with the addn. of powdered avocado seed, an increase in the content of extract, polyphenols and vitamin C was obsd. compared to the control sample. EDX anal. showed that the elemental compn. of the samples differed significantly in terms of quality. The addn. of dried avocado seed enriched the smoothie with addnl. amts. of macronutrients valuable for health. The results of the conducted studies suggest that by adding avocado seed powder to the carrot-banana smoothie, a product with better physicochem. properties, more colloidal stability and more bioavailable nutrients can be obtained.

Keywords: avocado seed, preparation, smoothie, colloidal stability, antioxidants

Przeprowadzono analizy fizykochemiczne świeżo przygotowanego *smoothie* marchwiowo-bananowego oraz wzbogaconego odpowiednio spreparowaną (wstępnie rozdrobnioną, wysuszoną i zmieloną) pestką z awokado (*Persea americana* Mill.), stosowaną w ilości 2 g/100 mL. Próbkę zbadano również po 24 h chłodniczego przechowywania. W wyrobach uzupełnionych sproszkowaną pestką awokado zaobserwowano wzrost zawartości ekstraktu, polifenoli i witaminy C w porównaniu z próbką kontrolną. Analiza EDX wykazała, że składy pierwiastkowe próbek znacząco różniły się od siebie jakościowo. Dodatek suszu z pestki awokado wzbogacił *smoothie* w cenne dla zdrowia makroelementy. Wyniki przeprowadzonych badań sugerują, że poprzez dodatek proszku z pestki awokado do *smoothie* marchwiowo-bananowego można uzyskać produkt charakteryzujący się lepszymi właściwościami fizykochemicznymi, stabilniejszy koloidalnie i z większą ilością biodostępnych składników odżywczych.

Słowa kluczowe: pestka awokado, preparacja, *smoothie*, stabilność koloidalna, antyoksydanty

W ostatnich latach *smoothies* przygotowywane ze świeżych owoców i warzyw zyskują na popularności, ponieważ w porównaniu z sokami i nektarami zawierają więcej błonnika, przeciwutleniaczy i witamin. Warunkują tym samym poprawę funkcjonowania organizmu człowieka, co potwierdzają badania naukowe^{1,2}. Niewątpliwie obróbka, jaką muszą przejść owoce i warzywa przed powstaniem produktu finalnego, jak i proces utrwalania, przyczyniają się zwykle do utraty prozdrowotnych składników zawartych w *smoothie*³. Coraz częściej wykorzystywane nowatorskie techniki wydłużania okresu przydatności do spożycia napojów mają swoje zalety, jak i wady^{4,5}.

Cenne związki utracone na skutek procesów przetwórczych mogą zostać uzupełnione naturalnymi składnikami pochodzącymi z surowców ubocznych. Ze względu na rosnącą produkcję przetworów z owoców i warzyw, usuwanie odpadów i zagospodarowanie produktów ubocznych stało się poważnym problemem. Import awokado w pierwszym półroczu 2020 r. wyniósł 12,0 tys. t, a jego wartość 142,2 mln zł, zaś w 2021 r. odpowiednio 14,2 tys. t oraz 193,9 mln zł. Oznacza to wzrost importu w tej kategorii w relacji rok do roku w ujęciu ilościowym, a zwłaszcza w ujęciu wartościowym^{6,7}. Pestki i skórki z awokado są najczęściej wyrzucane,



Mgr Aleksandra ROLEWICZ (ORCID: 0009-0001-2207-9093) w roku 2023 ukończyła studia magisterskie na Wydziale Nauk o Żywności i Biotechnologii Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie. Jest doktorantką Szkoły Doktorskiej UP w Lublinie (pracę doktorską realizuje w Katedrze Biologicznych Podstaw Technologii Żywności i Pasz). Specjalność – inżynieria mechaniczna.



Dr hab. Marek SZMIGIELSKI (ORCID: 0000-0002-4783-4614) w roku 1986 ukończył studia na Wydziale Chemii Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie. Jest doktorem habilitowanym nauk rolniczych, nauczycielem akademickim w Katedrze Biologicznych Podstaw Technologii Żywności i Pasz na Wydziale Inżynierii Produkcji Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie. Specjalność – zagadnienia chemicznej i biochemicznej konwersji materiałów biologicznych spowodowanych procesami technologicznymi oraz przetwarzanie i zastosowanie odnawialnych źródeł energii.

* Adres do korespondencji:

Katedra Biologicznych Podstaw Technologii Żywności i Pasz, Wydział Inżynierii Produkcji, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie tel.: (81) 531-96-56, e-mail: marek.szmigielski@up.lublin.pl

a nieprzetworzone i składowane mogą powodować problem zwiększonej liczby owadów i gryzoni je atakujących. Warto wspomnieć, że materiały te są szczególnie podatne na psucie mikrobiologiczne. Suszenie i przechowywanie tych pozostałości są czynnikami wymagającymi dużych nakładów finansowych i utrudniającymi ich dalszą eksploatację. Stąd też prowadzenie zabiegów umożliwiających ich waloryzację jest uważane za niezwykle ważne nie tylko ze względów gospodarczych, ale i w celu osiągnięcia zrównoważenia środowiskowego^{8,9}).

Dowiedziano, że wiele odmian pestek awokado (Slimcado, Simmonds, Loretta, Choquette, Booth 7, Booth 8, Tonnage i Hass) jest źródłem polifenoli, witamin, minerałów, kwasów tłuszczowych, saponin, garbników, glikozydów, cyjanogenów, alkaloidów i steroidów^{10, 11}). Wang i współpr.¹² stwierdzili, że zawarte w pestce związki fenolowe oraz procyjanidyny (katechiny i epikatechiny) stanowią o 38% aktywności przeciwutleniającej całego owocu. Ponadto zauważono, że występujące w pestce awokado związki, takie jak kwas chlorogenowy, kwas protokatechowy, kwas syringowy i rutyna, skutecznie hamują proces utleniania lipidów i białek^{13, 14}). Bogactwo polifenoli w pestce awokado umożliwia niwelowanie drobnoustrojów powodujących psucie się żywności¹⁴). Dodatkowo działanie antybakteryjne pestki awokado (szczególnie hamowanie namnażania bakterii Gram-dodatnich) przypisuje się obecnym w niej pochodnym kwasów tłuszczowych nazywanym acetogeninami¹⁵). Generalnie duża zawartość prozdrowotnych składników oraz wysoki potencjał antyoksydacyjny pestki z awokado pozwala na opracowanie nowych produktów o wartości dodanej dla sektora spożywczego, chemicznego, farmaceutycznego i kosmetycznego.

Celem pracy było zbadanie wpływu dodatku sproszkowanej pestki awokado do marchwiowo-bananowego *smoothie* na jego właściwości fizykochemiczne.

Część doświadczalna

Materiały

Materiałem badawczym było świeżo przygotowane *smoothie* z marchwi odmiany Nerac (kraj pochodzenia Polska) i bananów (kraj pochodzenia Kolumbia), które zakupiono w handlu detalicznym. Marchew obrano, umyto pod bieżącą wodą, a sok wyciśnięto na wolnych obrotach za pomocą wyciskarki Sana EUJ-707 (Omega Products, Czeskie Budziejowice, Republika Czeska). Sok z marchwi (70%)



Dr hab. Elżbieta GRZĄDKA, prof. uczelni (ORCID: 0000-0003-2037-6227), jest kierownikiem Katedry Chemii Fizycznej na Wydziale Chemii Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie. Jest autorką ponad sześćdziesięciu publikacji naukowych, indeks H=17. Specjalność – układy koloidalne, ze szczególnym uwzględnieniem zawiesin.

i obrane banany (30%) przetworzono w homogenizatorze CAT X360 (Ballrechten-Dottingen, Niemcy) do uzyskania jednolitej konsystencji (60 s). Powstałe *smoothie* przelano do sterylnych plastikowych pojemników z pokrywkami (po 100 mL). Następnie produkty uzupełniono pestką z awokado odmiany Hass (kraj pochodzenia Włochy) w ilości 2 g/100 mL, wcześniej rozdrobnioną, wysuszoną (50°C; 2 h)¹⁶ i zmieloną na proszek za pomocą młynka laboratoryjnego ChemLand, model FW 100 (Stargard, Polska). Ilość zastosowanego dodatku była podyktowana otrzymaniem właściwej konsystencji i akceptowalnej wizualnej barwy wyrobu. *Smoothie* ponownie dokładnie wymieszano przez 15 s. Przygotowano próbkę kontrolną (SK) oraz próbkę wzbogaconą proszkiem z pestki awokado (SPA), które analizowano w dniu przygotowania oraz po 24 h chłodniczego przechowywania (próbki SK24 i SPA24).

Metodyka badań

Pomiar pH *smoothie* marchwiowo-bananowego kontrolnego oraz wzbogaconego sproszkowaną pestką awokado przeprowadzono pH-metrem (Elmetrin CX-401) poprzez bezpośrednie zanurzenie elektrody EPS-1 w napoju. Przewodność wyrobów zmierzono konduktometrem (Elmetrin CX-401), wykorzystując elektrodę EC-60, zaś potencjał dzeta oszacowano za pomocą analizatora Nano ZS Zetasizer (Malvern Instruments, UK) wyposażonego w uniwersalną celę zanurzeniową. Oprogramowanie przeliczyło ruchliwość elektroforetyczną próbki na potencjał dzeta za pomocą równania Smoluchowskiego¹⁷). Ekstrakt wyrażony w °Brix oznaczono poprzez pomiar współczynnika załamania światła, wykorzystując refraktometr LLG-uniREFRACTO (Meckenheim, Niemcy). W celu oznaczenia polifenoli ogółem przygotowano alkoholowe ekstrakty z 5 mL *smoothie* oraz 5 mL metanolu 80%, które wytrząsano za pomocą wytrząsarki orbitalnej S-3.02 20M (ELMI Ltd., Ryga, Łotwa) z prędkością 200 rpm przez 15 min, następnie odwirowano na wysokich obrotach przez 10 min (wirówka MPW-54). Do 0,1 mL powstałego supernatantu kolejno dodano 2 mL wody destylowanej, 0,2 mL odczynnika Folina i Ciocalteu'a i 1 mL 20-proc. roztworu węglanu sodu. Absorbancję otrzymanych roztworów zmierzono (po 60 min przechowywania próbek w ciemni) przy długości fali 765 nm za pomocą spektrofotometru UV-VIS (Helios Omega, Massachusetts, USA). Krzywą kalibracyjną wykonano, wykorzystując standardowe roztwory kwasu galusowego i stosując tę samą metodę. Witaminę C oznaczono metodą HPLC z wzorcem zewnętrznym, przy długości fali 245 nm, ekstrahując próbkę *smoothie* kwasem metafosforowym. Następnie przeprowadzono redukcję próbki roztworem cysteiny i roztworem fosforanu trisodowego. Próbka po przesączeniu przez filtr strzykawkowy była dozowana do kolumny chromatografu (Gemini C18 o wymiarach 150 × 4,4 mm, średnica ziaren 5 μm, w temp. 20°C) firmy Shimadzu (Kioto, Japonia) z detektorem DAD. Fazę ruchomą stanowił wodny roztwór 0,1 M kwasu fosforowego(V). Do analizy składu pierwiastkowego suszu uzyskanego ze *smoothie* marchwiowo-bananowe-

go wykorzystano technikę spektroskopii rentgenowskiej z dyspersją energii SEM-EDX (Quanta 3D FEG, FEI, Hillsboro, USA). Podczas analizy zastosowano napięcie 5 kV.

Każdy pomiar powtarzano 3-krotnie, a wartości uśredniano, podając odchylenia standardowe. Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej w programie STATISTICA 10.0 firmy StatSoft Polska. Istotność różnic między wartościami średnimi oznaczanych parametrów weryfikowano testem Tukeya, na poziomie istotności $p \leq 0,05$.

Wyniki badań i ich omówienie

Wyniki analiz fizykochemicznych *smoothie* marchwiowo-bananowego (SK) oraz marchwiowo-bananowego z dodatkiem pestek awokado (SPA) po przygotowaniu oraz po 24 h przechowywania przedstawiono w tabelach 1 i 2 oraz na rys. 1 i 2. Wartość pH *smoothie* kontrolnego w całym okresie badawczym zawierało się w przedziale 5,34–5,44. W przypadku produktów wzbogaconych pestką z awokado wartość parametru kształtowała się na poziomie 5,25–5,35 (tabela 1). Oznacza to, że próbka wzbogacona dodatkiem zawierała więcej składników powodujących wzrost stężenia jonów wodorowych i spadek pH. Pojawienie się w próbce dodatkowych substancji jonowych potwierdziła także analiza przewodnictwa właściwego badanych układów, wykazująca większą zawartość jonów w próbce suplementowanej w porównaniu z kontrolą. Analiza potencjału dzeta także wskazała na występowanie zasadniczych różnic w badanych próbkach. Próbka kontrolna charakteryzowała się wyższą wartością potencjału elektrokinetycznego niż próbka wzbogacona proszkiem z pestki awokado, co świadczy o bardziej ujemnym ładunku warstwy dyfuzyjnej próbki suplementowanej. Dodatkowo mniejsza wartość bezwzględna potencjału dzeta próbki kontrolnej mogła świadczyć o gorszej stabilności układu wynikającej najprawdopodobniej z braku jednoimiennych ładunków na cząstkach stałych zapewniających odpychanie się cząstek i stabilność.

Smoothies różniły się statystycznie istotnie ($p \leq 0,05$) pod względem zawartości ekstraktu, a wykazane różnice w materiale badawczym wynikały z zastosowanego dodatku. Spośród analizowanych wyrobów najwyższą wartością ekstraktu charakteryzowały się produkty uzupełnione proszkiem z pestki awokado przechowywane chłodniczo 24 h (-8,64

Table 1. pH, extract, conductivity and zeta potential of carrot-banana smoothie (SK) and carrot-banana smoothie with avocado seeds (SPA) samples after preparation and after 24 h of storage

Tabela 1. Odczyn (pH), ekstrakt, przewodność i potencjał dzeta próbek *smoothie* marchwiowo-bananowego (SK) oraz marchwiowo-bananowego z dodatkiem pestek awokado (SPA) po przygotowaniu oraz po 24 h przechowywania

Kod próbki	pH	Ekstrakt, °Brix	Przewodność, mS/cm	Potencjał dzeta, mV
SK	5,43±0,01 ^c	7,68±0,05 ^a	4,69±0,48 ^a	-1,06±3,63 ^a
SK24	5,35±0,01 ^b	7,72±0,01 ^b	5,11±0,06 ^b	-1,72±0,29 ^a
SPA	5,35±0,01 ^b	8,16±0,01 ^c	6,54±0,03 ^c	-16,00±1,04 ^b
SPA24	5,25±0,01 ^a	8,64±0,02 ^d	6,68±0,09 ^c	-16,98±0,59 ^b

Średnia±odchylenie standardowe; ^{a, b, c, d} – wartości w kolumnach oznaczonych różnymi literami różnią się statystycznie istotnie przy $p \leq 0,05$

Table 2. Elemental composition of carrot-banana smoothie (SK) and carrot-banana smoothie with avocado seeds (SPA), % by mass

Tabela 2. Skład pierwiastkowy *smoothie* marchwiowo-bananowego (SK) oraz marchwiowo-bananowego z dodatkiem pestek awokado (SPA), % mas.

Pierwiastek	SK	SPA
C	45,93±0,40 ^a	44,16±1,31 ^a
N	1,85±0,19 ^a	2,80±0,15 ^b
O	49,55±0,55 ^a	49,47±0,88 ^a
Na	0,19±0,04 ^a	0,26±0,00 ^b
Mg	0,09±0,02 ^a	0,20±0,08 ^b
P	0,20±0,02 ^a	0,24±0,01 ^a
Cl	0,29±0,04 ^a	0,54±0,08 ^b
K	1,69±0,17 ^a	2,12±0,41 ^b
Ca	0,07±0,03 ^a	0,20±0,04 ^b

Średnia±odchylenie standardowe; ^{a, b, c, d} – wartości w wierszach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie przy $p \leq 0,05$

°Brix), natomiast najniższą *smoothie* kontrolne analizowane w dniu przygotowania (-7,68 °Brix) (tabela 1).

W tabeli 2 przedstawiono skład pierwiastkowy, podany w % mas., suszonych próbek *smoothie* kontrolnego (SK) i *smoothie* z proszkiem z pestki awokado (SPA). Jakościowy skład pierwiastkowy był taki sam dla wszystkich badanych próbek. Zawierały one takie pierwiastki, jak węgiel, azot, tlen, a także niewielkie ilości sodu, magnezu, fosforu, chloru, potasu i wapnia. Co ciekawe, w próbce SK zaobserwowano mniejsze ilości azotu, sodu, magnezu, fosforu, chloru, potasu i wapnia. Oznacza to, że wzbogacenie *smoothie* marchwiowo-bananowego proszkiem z pestki awokado prowadziło do ilościowego wzrostu zawartości tych pierwiastków w próbkach. Na podkreślenie zasługuje to, że wapń, magnez, chlor, potas oraz sód zaliczane są do makroelementów, a ich niedobory wiążą się z poważnymi konsekwencjami zdrowotnymi, co przemawia za słuszością dodatkowej suplementacji.

Z wykresu przedstawionego na rys. 1 wyraźnie wynika, że dodatek proszku z pestki awokado zwiększył ogólną zawartość polifenoli w *smoothie* marchwiowo-bananowym. Próbka SPA charakteryzowała się o 64% większą zawartością polifenoli ogółem w stosunku do kontroli (SK). W produktach przechowywanych chłodniczo, SK24 i SPA24, nastąpił nieznaczny spadek analizowanego parametru w stosunku do produktów świeżo wytworzonych i wynosił on odpowiednio 2,53 mg/100 mL i 1,37 mg/100 mL; było to prawdopodobnie wynikiem niewielkich zmian mikrobiologicznych zachodzących w nieutrwalanych próbkach *smoothie*.

Zawartość witaminy C w świeżym *smoothie* marchwiowo-bananowym wynosiła 5,62 mg/100 g (rys. 2). Obecność spreparowanej pestki awokado zwiększyła ilość kwasu askorbinowego w produkcie o ok. 3% (SPA). Testy przeprowadzone po 24 h chłodzenia wyrobów wykazały, że zawartość witaminy C była mniejsza w obu próbkach. Najniższe zatrzymanie kwasu askorbinowego (33% początkowej zawartości) stwierdzono w *smoothie* kontrolnym. W produkcie uzupełnionym proszkiem z pestki awokado straty tego biologicznie czynnego związku były mniejsze i wyniosły 20% w porównaniu z próbką badaną w dniu przygotowania.

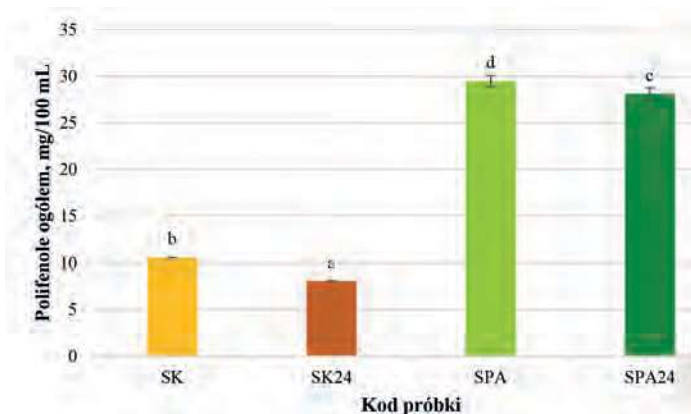


Fig. 1. Total polyphenol content in carrot-banana smoothie (SK) and carrot-banana smoothie with avocado seeds (SPA) after preparation and after 24 h of storage (a, b, c – statistically significant differences at $p \leq 0.05$)

Rys. 1. Zawartość polifenoli ogółem w smoothie marchwiowo-bananowym (SK) oraz marchwiowo-bananowym z dodatkiem pestek awokado (SPA) po przygotowaniu oraz po 24 h przechowywania (a, b, c – różnice istotne statystycznie przy $p \leq 0,05$)

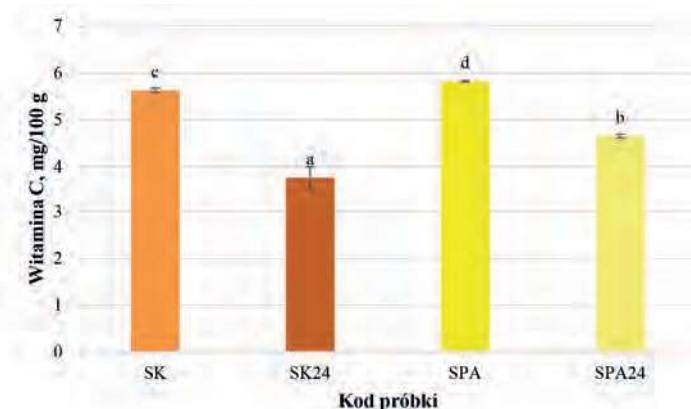


Fig. 2. Vitamin C content in carrot-banana smoothie (SK) and carrot-banana smoothie with avocado seeds (SPA) after preparation and after 24 h of storage (a, b, c – statistically significant differences at $p \leq 0.05$)

Rys. 2. Zawartość witaminy C w smoothie marchwiowo-bananowym (SK) oraz marchwiowo-bananowym z dodatkiem pestek awokado (SPA) po przygotowaniu oraz po 24 h przechowywania (a, b, c – różnice istotne statystycznie przy $p \leq 0,05$)

Otrzymane wyniki znajdują potwierdzenie w danych naukowych przedstawionych chociażby przez Siol i Sadowską¹⁷⁾, które zaprojektowały produkty zbożowe z różną ilością sproszkowanych pestek awokado (6, 12 i 18%) i dowiodły, że już 6-proc. dodatek powodował prawie 5-krotny wzrost zawartości polifenoli i 4-krotnie większy potencjał antyoksydacyjny wyrobów w porównaniu z próbkami kontrolnymi. Wyniki składu chemicznego przedstawione przez Shaltout i współpr.¹⁸⁾ wykazały, że pestki awokado zawierają znaczną ilość wolnego azotu, wyliczonego na podstawie różnicy suchej masy (83,49%). Tę część owocu naukowcy uznali również za dobre źródło makro- i mikroelementów. Wartości frakcji błonnika pokarmowego uszeregowali w kolejności malejącej w następujący sposób: neutralne włókno detergentowe (23,84%), kwaśne włókno detergentowe (7,15%) i lignina kwaśno-detergentowa (3,52%). Dowiedli także, że nasiona charakteryzują się wysoką zawartością polifenoli i flawonoidów, wynoszącą odpowiednio 37,97 mg GAE/g i 18,94 mg QE/g. Przygotowane przez autorów pracy ciasteczka na bazie mąki pszennej, kakao, mleka,

cukru i sody oraz burgery wołowe wzbogacone sproszkowaną pestką awokado (do 10%) zostały zaakceptowane przez panel osób degustujących. Ogólnie rzecz biorąc, przedstawione dane wskazują, że nastąpiło zwiększenie zawartości związków fenolowych i aktywności antyoksydacyjnej obu wyrobów wraz ze wzrostem poziomu zastosowanego dodatku z 5 do 20%. El-Sayed i współpr.¹⁹⁾, włączając sproszkowaną pestkę awokado do receptury sera topionego w ilości 10,17 i 34 g/kg wyrobu, zwiększyli całkowitą zawartość polifenoli w produkcie i tym samym jego aktywność przeciwutleniającą w zakresie 32–42%. Autorzy pracy odnotowali również wzrost zawartości białka (8–9%), błonnika (5,9–6,8%), kwasów tłuszczowych, związków mineralnych (Ca, Zn, Fe, Cu, Mn, P, Mg) oraz witamin (A, B, C i E).

Podsumowanie

Duża ilość pozostałości wytwarzanych przez przemysł owocowo-warzywny stwarza poważne trudności z ich zagospodarowaniem z ekonomicznego i ekologicznego punktu widzenia. Sproszkowana pestka awokado może stanowić potencjalny naturalny dodatek do napojów typu *smoothie*, który wzbogaci ich skład o dobroczynne substancje, takie jak polifenole, witamina C i minerały. Zastosowany dodatek nie wywiera negatywnego wpływu ani na pH produktu, ani zawartość ekstraktu. Co więcej próbki z jego udziałem charakteryzują się wyższą zawartością makroelementów, takich jak wapń, magnez, chlor, potas oraz sód w porównaniu z próbką kontrolną oraz są stabilniejsze koloidalnie.

Otrzymano: 06-02-2025

Zrecenzowano: 23-02-2025

Zaakceptowano: 27-02-2025

Opublikowano: 20-03-2025

LITERATURA

- [1] A. Srivastava, R. Kumar, A. Arora, J. Joshi, S. Vishnoi, *Int. J. Food Ferment. Technol.* 2019, **9**, 89.
- [2] D. Chermion, O. Gelman, R. Birk, *Am. J. Health Promot.* 2024, **38**, 1210.
- [3] J. Markowski, K. Celejewska, A. Rostonek, M. Kosmala, *LWT* 2017, **85**, 470.
- [4] E. Osmólska, A. Starek-Wójcicka, J. Pawłat, *Niekonwencjonalne metody utrwalania produktów rolno-spożywczych*, Wydawnictwo Inżynieria Rolnicza, Kraków 2024.
- [5] P. Sarantakou, V. Andreou, E. Paraskevopoulou, E.K. Dermesonlouglou, P. Taoukis, *Beverages* 2023, **9**, 38.
- [6] <https://www.fresh-market.pl/informacje/wiadomosci/import-awokado-po-ii-kw-2021-r->, dostęp 17.09.2021 r.
- [7] V. Coman, B.E. Teleky, L. Mitrea, G.A. Martău, K. Szabo, L.F. Călinoiu, D.C. Vodnar, *Adv. Food Nutr. Res.* 2020, **91**, 157.
- [8] R.G. Araújo, R.M. Rodriguez-Jasso, H.A. Ruiz, M.M.E. Pintado, C.N. Aguilar, *Trend. Food Sci. Technol.* 2018, **80**, 51.
- [9] M.C. Garcia-Vallejo, T. Agudelo Patiño, J.A. Poveda-Giraldo, S. Piedrahita-Rodríguez, C.A. Cardona Alzate, *Agronomy* 2023, **13**, 2229.
- [10] S. Akan, *Food Health* 2021, **7**, 138.
- [11] D. Anggraeny, I.F. Rumengan, G.S. Djarkasi, P. Suptijah, *J. Ilmu. Teknol. Pangan.* 2017, **5**, 6.
- [12] W. Wang, T.R. Bostic, L. Gu, *Food Chem.* 2010, **122**, 1193.
- [13] H.Y. Setyawan, S. Sukardi, C.A. Puriwangi, *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 2021, **733**, 012090.
- [14] S.P. Bangar, K. Dunno, S.B. Dhull, A.K. Siroha, S. Changan, S. Maqsood, A.V. Rusu, *Food Chem.: X* 2022, **16**, 100507.
- [15] R. Villarreal-Lara, D.G. Rodríguez-Sánchez, R.I. Díaz De La Garza, M.I. García-Cruz, A. Castillo, A. Pacheco, C. Hernández-Brenes, *CyTA-J. Food* 2019, **17**, 228.
- [16] C.H.A.I.R.I.L. Anwar, I. Irhami, I.R. Aprita, *Bull. Transilv. Univ. Brasov Ser. II: Forest. Wood Ind. Agric. Food Eng.* 2022, **15**, 131.
- [17] M. Siol, A. Sadowska, *Agriculture* 2023, **13**, 316.
- [18] O.E.S. Shaltout, A.M. Abouel-Yazeed, G.M. Hamad, R.A. Mostafa, *J. Adv. Agric. Res.* 2024, **29**, 695.
- [19] H.A. El-Sayed, M.A. Tawfek, O.A. Ibrahim, *J. Food Nutr. Res.* 2023, **62**, 285.