# MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA WYTŁOKÓW OWOCOWO-WARZYWNYCH W ŻYWIENIU I MEDYCYNIE

## POSSIBILITIES OF USING FRUIT AND VEGETABLE PULPS IN NUTRITION AND MEDICINE

**Małgorzata Stryjecka[1*], Ewa Stamirowska-Krzaczek[2], Marzena Tomaszewska[1], Natalia Iwanicka[2], Mariusz Szmydki[3]**

[1]Katedra Dietetyki, Instytut Nauk o Żywieniu Człowieka i Rolnictwie, Państwowa Akademia Nauk Stosowanych w Chełmie

[2]Katedra Rolnictwa, Instytut Nauk o Żywieniu Człowieka i Rolnictwie, Państwowa Akademia Nauk Stosowanych w Chełmie

[3]Koło Naukowe Biologiczno-Rolnicze, Instytut Nauk o Żywieniu Człowieka i Rolnictwie, Państwowa Akademia Nauk Stosowanych w Chełmie

https://doi.org/10.29316/9788368103397_11

**Streszczenie**

Rosnąca świadomość konsumentów dotycząca znaczenia zdrowego żywienia przyczynia się do zwiększonego zainteresowania żywnością funkcjonalną oraz produktami o właściwościach prozdrowotnych. Jednocześnie przemysł owocowo-warzywny generuje znaczne ilości produktów ubocznych w postaci wytłoków, które stanowią istotny problem środowiskowy i ekonomiczny. Wytłoki owocowe i warzywne, mimo że są uznawane za odpady produkcyjne, zawierają cenne składniki bioaktywne, takie jak polifenole, antocyjany, flawonoidy, błonnik pokarmowy, witaminy, składniki mineralne oraz związki o właściwościach przeciwutleniających. Celem rozdziału było przedstawienie możliwości zagospodarowania wytłoków pochodzących z przetwórstwa owoców i warzyw jako wartościowych surowców do produkcji żywności funkcjonalnej. W opracowaniu omówiono właściwości oraz potencjalne zastosowania wytłoków z aronii, czarnej porzeczki, borówki amerykańskiej, żurawiny, buraka ćwikłowego oraz pomidora. Analiza literatury wskazuje, że produkty uboczne przemysłu spożywczego

* e-mail: mstryjecka@panschelm.edu.pl

mogą być skutecznie wykorzystywane jako dodatki wzbogacające żywność w związki bioaktywne, poprawiające jej wartość odżywczą, właściwości technologiczne oraz walory sensoryczne. Wykorzystanie wytłoków wpisuje się również w założenia gospodarki o obiegu zamkniętym i koncepcję „zero waste", przyczyniając się do ograniczenia ilości odpadów oraz zmniejszenia negatywnego wpływu przemysłu spożywczego na środowisko. Przedstawione wyniki potwierdzają, że odpowiednie zagospodarowanie wytłoków owocowo-warzywnych stwarza możliwości opracowywania innowacyjnych produktów spożywczych o wysokiej wartości prozdrowotnej.

**Słowa kluczowe:**wytłoki owocowo-warzywne, żywność funkcjonalna, związki bioaktywne, polifenole, błonnik pokarmowy, gospodarka obiegu zamkniętego, zero waste, produkty uboczne przemysłu spożywczego, przeciwutleniacze, zagospodarowanie odpadów

**Abstract**

Growing consumer awareness of the importance of healthy eating is driving increased interest in functional foods and products with health-promoting properties. At the same time, the fruit and vegetable industry generates significant amounts of byproducts in the form of pomace, which pose a major environmental and economic problem. Although fruit and vegetable pomace are considered production waste, they contain valuable bioactive components such as polyphenols, anthocyanins, flavonoids, dietary fiber, vitamins, minerals, and compounds with antioxidant properties. The aim of this chapter was to present the potential for utilizing pomace from fruit and vegetable processing as valuable raw materials for the production of functional foods. The study discusses the properties and potential applications of pomace from chokeberry, blackcurrant, blueberry, cranberry, beetroot, and tomato. A review of the literature indicates that by-products of the food industry can be effectively used as additives to enrich foods with bioactive compounds, improving their nutritional value, technological properties, and sensory qualities. The use of pomace also aligns with the principles of the circular economy and the "zero waste" concept, contributing to a reduction in waste volume and the negative environmental impact of the food industry. The presented results confirm that the appropriate utilization of fruit and vegetable pomace creates opportunities for the development of innovative food products with high health benefits.

**Keywords:** fruit and vegetable pomace, functional foods, bioactive compounds, polyphenols, dietary fiber, circular economy, zero waste, food industry by-products, antioxidants, waste management

## Wstęp

W ostatnich latach obserwuje się wzrost zainteresowania zagadnieniami związanymi ze zrównoważoną produkcją żywności oraz racjonalnym gospodarowaniem surowcami i produktami ubocznymi powstającymi podczas przetwórstwa spożywczego. Szczególne znaczenie przypisuje się obecnie koncepcji gospodarki o obiegu zamkniętym, której celem jest maksymalne wykorzystanie

dostępnych zasobów oraz ograniczenie ilości generowanych odpadów. W sektorze owocowo-warzywnym jednym z największych wyzwań pozostaje zagospodarowanie produktów ubocznych powstających podczas produkcji soków, przecierów, koncentratów i innych przetworów.

Znaczną część tych produktów stanowią wytłoki, będące mieszaniną skórek, nasion oraz pozostałości miąższu. Przez wiele lat traktowano je głównie jako odpad technologiczny wykorzystywany do produkcji pasz, kompostu lub przeznaczany do utylizacji. Obecnie coraz więcej badań wskazuje jednak, że wytłoki owocowe i warzywne są cennym źródłem składników odżywczych i substancji biologicznie aktywnych, takich jak błonnik pokarmowy, związki fenolowe, witaminy, składniki mineralne, pektyny czy naturalne barwniki. Ich obecność sprawia, że produkty uboczne przemysłu spożywczego mogą stanowić wartościowy surowiec do wytwarzania żywności funkcjonalnej oraz dodatków poprawiających wartość odżywczą żywności.

Szczególnie duży potencjał wykazują wytłoki pochodzące z owoców jagodowych, takich jak aronia, czarna porzeczka, borówka amerykańska czy żurawina. Surowce te charakteryzują się wysoką zawartością związków o właściwościach przeciwutleniających, które mogą wspierać profilaktykę chorób cywilizacyjnych. Również produkty uboczne przetwórstwa warzyw, między innymi buraka ćwikłowego i pomidora, stanowią bogate źródło błonnika oraz wielu cennych składników bioaktywnych znajdujących zastosowanie w produkcji żywności o podwyższonej wartości zdrowotnej.

Rosnące zainteresowanie wykorzystaniem wytłoków wynika nie tylko z ich wartości odżywczej, ale również z aspektów środowiskowych i ekonomicznych. Włączenie produktów ubocznych do procesów technologicznych pozwala ograniczyć ilość odpadów organicznych, zmniejszyć koszty ich zagospodarowania oraz przyczynia się do realizacji założeń zrównoważonego rozwoju. Jednocześnie stwarza możliwość opracowywania innowacyjnych produktów spożywczych odpowiadających na rosnące oczekiwania konsumentów dotyczące żywności funkcjonalnej i prozdrowotnej.

Celem rozdziału była analiza możliwości wykorzystania wytłoków owocowych i warzywnych jako źródła składników bioaktywnych oraz przedstawienie kierunków ich zastosowania w produkcji żywności i innych gałęziach przemysłu. Szczególną uwagę poświęcono właściwościom prozdrowotnym wybranych rodzajów wytłoków oraz korzyściom wynikającym z ich ponownego zagospodarowania.

## Charakterystyka i zastosowanie wytłoków owocowo-warzywnych

Wśród społeczeństwa wzrasta świadomość na temat wpływu zdrowego odżywiania na poprawę jakości życia, co przyczynia się do istotnego wzrostu zainteresowania produktami spożywczymi o właściwościach prozdrowotnych (Kuźniar i in., 2016). Od bardzo dawna wiadomo, że owoce i warzywa to istotny elementem piramidy żywienia, a ich spożywanie pełni bardzo ważną rolę w budowaniu odporności organizmu na choroby. Polska należy do krajów, w którym produkuje się duże ilości owoców i warzyw. Przy czym 60% owoców oraz 10-30% warzyw trafia do przetwórstwa (Kapusta, 2017). Nieodłącznym elementem prawie każdego procesu produkcji i przetwórstwa żywności jest powstawanie znacznych ilości odpadów, takich jak, odpady magazynowe, powstające przy składowaniu m. in. surowców czy półproduktów oraz odpady produkcyjne, powstające w trakcie obróbki wstępnej lub też procesów technologicznych (Fronc, Nawirska, 1994). Odpady produkcyjne pochodzące z przetwórstwa owocowo-warzywnego, przyjmują głównie postać wytłoków, które tworzą znaczna ilość biomasy, którą należy jak najszybciej zutylizować. Ponadto, należy podkreślić, iż wytłoki owocowe i warzywne, zawierają powyżej 80% wody, co powoduje szybkie zmiany mikrobiologiczne, a w konsekwencji prowadzi do zepsucia materiału (Gouw, Jung 2017). Należy również podkreślić fakt, iż składowanie tego typu materiałów zwiększa ryzyko skażenia gleb oraz wód gruntowych (Tarko i in., 2012). Dlatego też szuka się możliwych kierunków zagospodarowania wytłoków, tak aby zminimalizować procesy gnilne, a przy okazji wdrożyć proekologiczny system produkcji znany jako „zero-waste production". Należy również pamiętać, iż wytłoki z owoców i warzyw to źródła wielu cennech składników takich jak, sacharydy, białka, składniki mineralne, błonnik, witaminy, lipidy, kwasy organiczne itd. (Tarko i in., 2012; Davis i in., 2018). Odpowiednie przetworzenie wytłoków lub ich wykorzystanie w postaci dodatków funkcjonalnych do żywności, może przyczynić się do powstania nowej kategorii żywności, którą charakteryzują odpowiednie właściwości prozdrowotne (Tarko i in. 2012; Krivokapić i in., 2021). Chętnie badanymi przez naukowców odpadami, są wytłoki z aronii (Oszmiański, Wojdyło, 2005), ponieważ zawierają one znaczne ilości antocyjanów. W literaturze tematu, możemy przeczytać, iż zawartość związków fenolowych w soku z aronii wynosi średnio 3729,1mg/100 g suchej masy produktu, zaś w powstałych podczas tłoczenia soku wytłokach jest ich prawie trzykrotnie więcej. Świadczy to o tym, iż wytłoki z aronii mają

wysoki potencjał bioaktywny, dlatego też mogą być one wykorzystywane jako dodatek w produkcji herbat owocowych (Bober, Oszmiański, 2004), jak również nalewek o właściwościach przeciwgrzybiczych, przeciwbakteryjnych oraz antynowotworowych. Ponadto, wytłoki z aronii są bogatym źródłem witamin (C, B2, E) oraz składników mineralnych (żelaza, wapnia, miedzi). Wytłoki z aronii mogą również znaleźć zastosowanie w produkcji naturalnych barwników do żywności oraz dodatków funkcjonalnych poprawiających działanie układu pokarmowego (Rodríguez-Werner i in., 2019). Kolejnym surowcem są owoce czarnej porzeczki, z których wytwarza się sok i inne przetwory. W 2021 r. zostały one tytuł „polski superowoc", gdyż wykazują właściwości prozdrowotne. Należy również zaznaczyć, iż Polska zajmuje drugie miejsce na świecie pod względem ilości produkowanych owoców z czarnej porzeczki (KOWR, 2021). Owoce (świeże) czarnej porzeczki zawierają około 250 mg flawonoidów/100g suchej masy, pełnią one rolę przeciwutleniaczy, barwników oraz naturalnych insektycydów oraz fungicydów (Sójka i in., 2009). Ponadto owoce te są źródłem składników mineralnych, pektyny oraz witamin (KOWR, 2021). W trakcie procesu tłoczenia soku, obniża się w nich zawartość polifenoli, gdyż znaczna ich ilość pozostaje w skórce i pestkach, które stanowią odpad w postaci wytłoków. Badania prowadzone przez naukowców z Wielkiej Brytanii (Kapasakalidis i in., 2006) potwierdziły, iż wytłoki z czarnej porzeczki są bogatym źródłem polifenoli, przede wszystkim antocyjanów, których skład jest bardzo podobny do świeżych owoców czarnej porzeczki. Ponadto należy podkreślić, iż wytłoki z tych owoców, charakteryzują się relatywnie wysoką aktywność przeciwutleniającą wobec utleniania ludzkiego cholesterolu typu LDL (*low density lipoprotein*) (Landbo, Meyer, 2001), dlatego też można je wykorzystać w produkcji żywności, jako tzw. „neutralizator" niekorzystnego dla człowieka cholesterolu LDL. Ponadto dodatek liofilizowanych wytłoków z czarnej porzeczki w ilości około 10% do mieszanki stosowanej do wypieku ciasta wpływa korzystnie na właściwości reologiczne powstałego ciasta (Rohm i in., 2015). Ponadto w literaturze tematu można przeczytać o korzystnym wpływie dodatku wytłoków z czarnej porzeczki, truskawek, wiśni i malin na wypiek muffinów (Górnaś i in., 2016).

Kolejnymi wytłokami, bogatymi w związki bioaktywne, są wytłoki z owoców borówki amerykańskiej. Surowiec ten jest bogatym źródłem związków polifenolowych, w tym głównie antocyjanów, które wykazują właściwości przeciwnowotworowe (Li i in., 2015; Elisia, Kitts, 2008). Wytłoki z tych owoców są

również bogate w błonnik, pektyny oraz polisacharydy, co pretenduje ich możliwość wykorzystania do produkcji żywności funkcjonalnej o udowodnionych właściwościach zapobiegających miażdżycy, cukrzycy, a także rakowi piersi czy okrężnicy (Doleyres, Fliss, 2002; Moore i in., 1998). Przykładem praktycznego wykorzystania w przemyśle spożywczym wytłoków z borówki, jest dodatek ich do musztardy Dijon w celu podwyższenia zawartości związków bioaktywnych oraz urozmaicenia walorów smakowych (Davis i in., 2018).

Żurawiny, to następny owoc, którego przerób dostarcza znacznych ilości odpadów w przemyśle spożywczym. Wytłoki z żurawiny są źródłem wielu związków biologicznie czynnych tj. tokochromanole, jedno- i wielonienasycone kwasy tłuszczowe oraz inne związki fenolowe (Kühn, Temelli, 2017). Głównym składnikiem ściany komórkowej wytłoków z żurawiny, są polisacharydy, które zawierają błonnik o różnym stopniu rozpuszczalności w wodzie, dlatego też mogą one pełnić rolę prebiotyków i wpływać na poprawę flory jelitowej (White i in., 2010). Ponadto w wytłokach z żurawiny można znaleść proantocyjanidyny typu A, które charakteryzują się właściwościami przeciwutleniającymi, dlatego też mogą pomoce w leczeniu infekcji dróg moczowych (Andreani i in., 2021). Dlatego też wytłoki te są poszukiwanym na rynku surowcem, który jak pokazują wyniki badań może być zastosowany do produkcji żywności funkcjonalnej (Kühn, Temelli, 2017; Davis i in. 2018; Andreani i in., 2021). Coraz chętniej są wykorzystywane wytłoki warzywne, czyli produkty uboczne powstające podczas przemysłowego przetwarzania warzyw, głównie w procesach mechanicznego tłoczenia soku, produkcji przecierów, koncentratów czy konserw. Obejmują one skórki, nasiona, włókna oraz pozostałości miąższu, które nie trafiają do produktu końcowego. Jak można przeczytać w literaturze tematu, wytłoki warzywne zawierają znaczne ilości bioaktywnych związków i składników odżywczych, które czynią je wartościowym surowcem wtórnym. Wytłoki te zawierają: błonnik pokarmowy (30-60%, głównie celuloza, hemiceluloza, lignina), białko (5-25%), tłuszcze (1-10%), węglowodany (10-40%), popiół (3-8%), związki bioaktywne (polifenole, flawonoidy, karotenoidy, witaminy: A, C, E). Wytłoki warzywne mają w przemyśle spożywczym, następujące zastosowanie: wzbogacają żywność (dodatek do pieczywa, ciastek, makaronów, główny cel zwiększenie zawartości błonnika), źródło barwników i przeciwutleniaczy (np. betanina z buraków, karotenoidy z marchwi), produkcja mączek warzywnych (składnik dań instant, przypraw, dań wegańskich) (Zhang i in. 2020). Ponadto wytłoki warzywne mają

zastosowanie jako pasza dla zwierząt: używane jako składnik pasz treściwych i objętościowych. Produkty te są również wykorzystywane w biotechnologii i przemyśle chemicznym (produkcja: bioetanolu, kwasu mlekowego oraz enzymów, biogazownie-jako substrat w fermentacji beztlenowej, otrzymywanie ekstraktów roślinnych). Zagospodarowanie wytłoków warzywnych to również korzyści dla środowiska, takie jak: reedukacja odpadów organicznych w przemyśle spożywczym, zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych w porównaniu z utylizacją (Michalska i in. 2017).

Przykładem wytłoków warzywnych chętnie badanych przez naukowców jest, burak ćwikłowy. Należy podkreślić to, iż Polska jest największym unijnym producentem tego warzywa (KOWR, 2021). Burak ćwikłowy jest bardzo chętnie spożywany, ponieważ zawiera w swoim składzie znaczące ilości związków polifenolowych, które mają właściwości prozdrowotne (Neha i in., 2018; Abdo i in., 2021). Ważne jest również to, że burak ćwikłowy jest lekkostrawny, niskokaloryczny, co w dobie obecnej świadomości żywieniowej jest jedną z pożądanych cech spożywanej żywności (KOWR, 2021). Wytłoki z buraków zawierają w swoim składzie betalain, betanin, antyoksydanty a także błonnik pokarmowy (Abdo i in., 2021; Abano i in., 2019). Należy podkreślić znaczenie błonnika w diecie człowieka, który przyczynia się do rozwoju pożytecznej flory jelitowej, ponadto poprawia perystaltykę jelit oraz pomaga utrzymać prawidłowy poziom glukozy i cholesterolu we krwi (Čanadanović-Brunet i in., 2011; Abdo i in., 2021). Do tej pory wytłoki z buraka były przede wszystkim wykorzystywane w przemyśle paszowym lub jako nawóz (Łaba, 2012). Od niedawna z produktu tego otrzymuje się ekstrakty oraz substancje bioaktywne o wysokiej zawartości przeciwutleniaczy (Kumar i in., 2018). Ponadto otrzymuje się nowe produkty, które są wzbogacone substancjami bioaktywnymi pochodzącymi z buraka, czego przykładem jest produkcja cukierków imbirowych wzbogacanych ekstraktem z buraka (Kumar i in., 2018). Wprowadzenie do cukierków dodatku w postaci wyciągu z wytłoków buraczanych, łagodzi ich smak, jak również wzbogaca je w substancje bioaktywne (Balasundram i in., 2006).

Kolejnym odpadem warzywnym, chętnie wykorzystywanym, są wytłoki pomidorowe, z których otrzymuje się dżemy niskokaloryczne, z przeznaczeniem m.in. dla cukrzyków (Kamiloglu i in., 2015). Wytłoki pomidorowe to pozostałość po przetwarzaniu pomidorów na produkty takie jak przeciery, soki, koncentraty czy ketchupy. Składają się głównie z: skórek, nasion, niewykorzystanej

miazgi, stanowią one około 5-10% masy świeżych pomidorów (Ando, Nei, 2023). Wytłoki pomidorowe są bogate w składniki odżywcze i bioaktywne, takie jak: błonnik pokarmowy, białko i likopen. Jak można przeczytać w literaturze tematu, wytłoki z pomidorów były poddawane liofilizacji, a następnie tworzono mieszankę z dodatkiem fruktozy, chlorku wapnia, kwasu cytrynowego, pektyn i cynamonu (Belović i in., 2017). Rezultaty badań wykazały, że otrzymane dżemy charakteryzowały się nawet 20-krotnie większą ilością błonnika niż komercyjny dżem morelowy, a przy tym niższą kalorycznością. Łagodniejszy smak otrzymano dzięki wprowadzeniu dodatku cynamonu, który z powodzeniem neutralizował smak i zapach pomidorów (Belović i in., 2017). Niestety przemysł spożywczy nie w pełni wykorzystuje wytłoki owocowo-warzywne. Najczęściej są one przeznaczane na pasze dla zwierząt, nawozy, komponenty kompostu (dodatek wzbogacający glebę), czy też ich zastosowanie do produkcji różnego rodzaju napojów (Łaba, 2012). Od paru lat prowadzone są badania nad nowymi kierunkami wykorzystania wytłoków. Przyczynia się do tego rozwój nowych technik i technologii w zakresie badań nad żywnością oraz przetwórstwem spożywczym. Powstające odpady, w postaci wytłoków z produkcji soków, można w odpowiedni sposób przetworzyć i w konsekwencji otrzymać nowe produkty lub dodatki funkcjonalne (Majerska i in., 2019; Baranowski i in., 2009).

## Literatura


1. Abano, E. E., Amoah, R. S., Opoku, E. K. (2019). Temperature, microwave power and pomace thickness impact on the drying kinetics and quality of carrot pomace. *Journal of Agricultural Engineering 50*(1), 28-37. https://doi.org/ 10.4081/jae.2019.872
2. Abdo, E. M., El-Sayed Shaltout, O., El-Sohaimy, S., Abdalla, A. E. A., Zeitoun, A. M. (2021). Effect of functional beetroot pomace biscuit on phenylhydrazine induced anemia in albino rats: Hematological and blood biochemical analysis. *Journal of Functional Foods, 78*, 104385. https://doi.org/10.1016/j.jff.2021.104385
3. Ando, Y., Nei, D. (2023). Comparison of Potato Void Structures Dried by Air-Drying, Freeze-Drying, and Microwave-Vacuum-Drying, and the Physical Properties of Powders After Grinding. *Food and Bioprocess Technology, 16*(2), 447-58. https://doi.org/10.1007/s11947-022-02941-x
4. Andreani, E. S., Karboune, S., Liu, L. (2021). Extraction and characterization of cell wall polysaccharides from cranberry (*Vaccinium macrocarpon* var. Stevens) pomace. *Carbohydrate Polymers, 267*, 118212. https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2021.118212

5. Balasundram, N., Sundram, K., Samman, S. (2006). Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses. *Food Chemistry, 99*(1), 191-203.
6. Baranowski, K., Baca, E., Salamon, A., Michalowska, D., Meller, D., Karas, M. (2009). Możliwości odzyskiwania i praktycznego wykorzystania związków fenolowych z produktów odpadowych: z wytłoków z czarnej porzeczki i aronii oraz z chmielin. *Żywność Nauka Technologia Jakość, 16*(4), 100-109.
7. Belović, M., Torbica, A., Pajić-Lijaković, I., Mastilović, J. (2017). Development of low calorie jams with increased content of natural dietary fibre made from tomato pomace. *Food Chemistry, 237*, 1226-1233. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.06.045
8. Bober, B., Oszmiański, J. (2004). Zastosowanie wytłoków aronii do naparów herbat owocowych. Acta Scientiarum Polonorum. *Technologia Alimentaria, 03*(1), 63-72.
9. Čanadanović-Brunet, J. M., Savatović, S. S., Ćetković, G. S., Vulić, J. J., Djilas, S. M., Markov, S. L., Cvetković, D. D. (2011). Antioxidant and antimicrobial activities of beet root pomace extracts. *Czech Journal of Food Sciences, 29*, 575-585. http://dx.doi.org/10.17221/210/2010-CJFS
10. Davis, L., Jung, J., Colonna, A., Hasenbeck, A., Gouw, V., Zhao, Y. (2018). Quality and Consumer Acceptance of Berry Fruit Pomace-Fortified Specialty Mustard. *Journal of Food Science, 83*(7), 1921-1932. https://doi.org/10.1111/1750-3841.14196
11. Doleyres, Y., Fliss, I., Lacroix, C. (2002). Quantitative determination of the spatial distribution of pure- and mixed-strain immobilized cells in gel beads by immunofluorescence. *Appl Microbiol Biotechnol, 59*, 297-302. https://doi.org/10.1007/s00253-002-1004-x
12. Elisia, I., Kitts, D. D. (2008). Anthocyanins inhibit peroxyl radical-induced apoptosis in Caco-2 cells. *Mol Cell Biochem, 312*, 139-145. https://doi.org/10.1007/s11010-008-9729-1
13. Fronc, A., Nawirska, A. (1994). Możliwości wykorzystania odpadów z przetwórstwa owoców. *Ochrona Środowiska, 2*(53), 31-32.
14. Gouw, V. P., Jung, J., Zhao, Y. (2017). Functional properties, bioactive compounds, and in vitro gastrointestinal digestion study of dried fruit pomace powders as functional food ingredients. *LWT – Food Science and Technology, 80*, 136-144. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.02.015
15. Górnaś, P., Juhņeviča-Radenkova, K., Radenkovs, V., Mišina, I., Pugajeva, I., Soliven, A., Segliņa, D. (2016). The impact of different baking conditions on the stability of the extractable polyphenols in muffins enriched by strawberry, sour cherry, raspberry or black currant pomace. *LWT – Food Science and Technology, 65*, 946-953. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.09.029

16. Kamiloglu, S., Paslı, A., Ozcelik, B., Camp, J., Capanoglu, E. (2015). Influence of different processing and storage conditions on in vitro bioaccessibility of polyphenols in black carrot jams and marmalades. *Food Chemistry, 186*, 74-82. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.12.046
17. Kapasakalidis, P. G., Rastall, R. A., Gordon, M. H. (2006). Extraction of Polyphenols from Processed Black Currant (*Ribes nigrum* L.) Residues. *Journal of Agricultural and Food Chemistry, 54*(11), 4016-4021. https://doi.org/10.1021/jf052999l
18. Kapusta, F. (2017). Rynek warzyw w Polsce i jego powiązania międzynarodowe. *Zeszyty Naukowe SGGW w Warszawie – Problemy Rolnictwa Światowego, 17*(32), 93-105.
19. Krajowy Ośrodek Wsparcia Rolnictwa (KOWR). (2021). *Czarna porzeczka – polski superowoc*. Wydział Analiz Rynkowych Biura Analiz i Strategii KOWR.
20. Krivokapić, S., Vlaović, M., Damjanović, V. B., Perović, A., Perović, S. (2021). Biowaste as a Potential Source of Bioactive Compounds–A Case Study of Raspberry Fruit Pomace. *Foods, 10*(4), 706. https://doi.org/10.3390/foods10040706
21. Kühn, S., Temelli, F. (2017). Recovery of bioactive compounds from cranberry pomace using ternary mixtures of CO2 + ethanol + water. *The Journal of Supercritical Fluids, 130*, 147-155. https://doi.org/10.1016/j.supflu.2017.07.028
22. Kumar, V., Kushwaha, R., Goyal, A., Tanwar, B., Kaur, J. (2018). Process optimization for the preparation of antioxidant rich ginger candy using beetroot pomace extract. *Food Chemistry, 245*, 168-177.
23. Kuźniar, W., Kawa, M., Kuźniar, P. (2016). Konsumenci wobec bezpiecznych rozwiązań w zakresie produkcji żywności. *Zeszyty Naukowe SGGW w Warszawie – Problemy Rolnictwa Światowego, 16*(31), 243-250.
24. Landbo A. K., Meyer A. S. (2001). Enzyme-assisted extraction of antioxidative phenols from blackcurrant juice press residues. *Journal of Agricultral and Food Chemistry, 49*, 3169-3177.
25. Li, J., Solval, K. M., Alfaro, L., Zhang, J., Chotiko, A., Delgado, J. L. B., Chouljenko, A., Bankston, D., Bechtel, P. J., Sathivel, S. (2015). Effect of Blueberry Extract From Blueberry Pomace on the Microencapsulated Fish Oil. *Journal of Food Processing & Preservation, 39*, 199-206. https://doi.org/10.1111/jfpp.12222
26. Łaba, S. (2012). Proekologiczne działania w zakresie zagospodarowania odpadów w przemyśle owocowo-warzywnym. *Roczniki Naukowe Stowarzyszenia Ekonomistów Rolnictwa i Agrobiznesu, 14*(5), 133-138.
27. Majerska, J., Michalska, A., Figiel, A. (2019). A review of new directions in managing fruit and vegetable processing by-products. *Trends in Food Science and Technology, 88*, 207-219. https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.03.021
28. Michalska, A., Wojdyło, A., Łysiak, G. P., Lech, K., Figiel, A. (2017). Functional relationships between phytochemicals and drying conditions during the processing

of blackcurrant pomace into powders. *Advanced Powder Technology, 28*, 1340-1348. https://doi.org/10.1016/j.apt.2017.03.002

29. Moore, M. A., Park, C. B., Tsuda, H. (1998). Soluble and insoluble fiber influences on cancer development. *Critical Reviews in Oncology/Hematology, 27*, 229-242. https://doi.org/10.1016/S1040-8428(98)00006-7
30. Neha, P., Jain, S. K., Jain, N. K., Jain, H. K., Mittal, H. K. (2018). Chemical and functional properties of Beetroot (*Beta vulgaris* L.) for product development: A review. *International Journal of Chemical Studies, 6*(3), 3190-3194.
31. Oszmiański, J., Wojdylo, A. (2005). Aronia melanocarpa phenolics and their antioxidant activity. *Eur Food Res Technol, 221*, 809-813. https://doi.org/10.1007/s00217-005-0002-5
32. Rodríguez-Werner, M., Winterhalter, P., Esatbeyoglu, T. (2019). Phenolic Composition, Radical Scavenging Activity and an Approach for Authentication of Aronia melanocarpa Berries, Juice, and Pomace. *Journal of Food Science, 84*, 1791-1798. https://doi.org/10.1111/1750-3841.14660
33. Rohm, H., Brennan, C., Turner, C., Günther, E., Campbell, G., Hernando, I., Kontogiorgos, V. (2015). Adding Value to Fruit Processing Waste: Innovative Ways to Incorporate Fibers from Berry Pomace in Baked and Extruded Cereal-based Foods–A SUSFOOD Project. *Foods, 4*(4), 690-697. https://doi.org/10.3390/foods4040690
34. Sójka, M., Kołodziejczyk, K., Milala, J., Abadias, M., Viñas, I., Guyot, S., Baron, A. (2015). Composition and properties of the polyphenolic extracts obtained from industrial plum pomaces. *Journal of Functional Foods, 12*, 168-178. https://doi.org/10.1016/j.jff.2014.11.015
35. Tarko, T., Duda-Chodak, A., Bebak, A. (2012). Aktywność biologiczna wybranych wytłoków owocowych oraz warzywnych. *Żywność Nauka Technologia Jakość, 4*(83), 55-65.
36. White, B. L., Howard, L. R., Prior, R. L. (2010). Proximate and Polyphenolic Characterization of Cranberry Pomace. *J. Agric. Food Chem., 58*, 4030-4036. https://doi.org/10.1021/jf902829g
37. Zhang, Z., Zeng, X., Brennan, C. S., Ma, H., Aadil, R. M. (2019). Preparation and characterisation of novelty food preservatives by Maillard reaction between ε-polylysine and reducing sugars. *International Journal of Food Science & Technology, 54*(5), 1824-1835. https://doi.org/10.1111/ijfs.14083