

Sposoby zagospodarowania odpadów z przetwórstwa jabłek

Uses of waste products from apple processing

Alicja Kaszuba (ORCID ID:0009-0000-5441-6931), **Katarzyna Samsonowska** (ORCID ID:0000-0002-4381-2223)

Sieć Badawcza Łukasiewicz – Łódzki Instytut Technologiczny,
Laboratorium Badań Materiałów i Opakowań Jednostkowych, Warszawa

Słowa kluczowe: wytloki jabłkowe, zastosowanie wytlóków jabłkowych

Keywords: apple pomace, application of apple pomace

The apple processing produces post-production bio-wastes, the largest share of which is wet pomace. According to the concept of the circular economy GOZ, apple pomace should be reused in various areas. Because it contains many valuable ingredients, raw or processed apple pomace is used as animal feed or in food or pharmaceutical products. In addition to traditional applications, dried ground apple waste can be used to produce innovative 3D composite materials.

W procesie przetwórczym jabłek powstają bioodpady poprodukcyjne, w których największy udział mają mokre wytloki. Zgodnie z koncepcją gospodarki obiegu zamkniętego GOZ wytloki jabłkowe powinny być ponownie wykorzystane w różnych obszarach. Ponieważ zawierają wiele cennych składników wytloki jabłkowe surowe lub przetworzone są stosowane jako pasza dla zwierząt albo jako dodatek w produktach spożywczych czy farmaceutycznych. Oprócz tradycyjnych zastosowań wysuszone mielone odpady jabłkowych można użyć do produkcji innowacyjnych materiałów kompozytowych 3D.

Polska jest od wielu lat największym producentem jabłek w Unii Europejskiej i czwartym producentem w świecie. W roku 2023 według danych GUS z polskich sadów zebrano około 4 mln t tych owoców [1]. Świeże jabłka zawierają cenne składniki odżywcze i prozdrowotne, są źródłem błonnika, pektyn, witamin z grupy A, B, PP, C, węglowodanów, kwasów organicznych i składników mineralnych [2]. Są jednymi z najczęściej spożywanych owoców. Rocznie Polacy zjadają średnio 11–12 kg na osobę. Jabłka są również istotnym surowcem w przetwórstwie owocowo-warzywnym, a struktura ich przemysłowego wykorzystania od lat znacząco nie zmienia się. Przetwórstwo jabłek to głównie produkcja koncentratu soku jabłkowego (87,9%), soku naturalnego (8,4%), jabłek mrożonych (1,7%), cydru i win (1,0%) oraz musów i przecierów (0,5%) [3]. W procesie przetwórczym powstają odpady poprodukcyjne, z których największy udział mają mokre wytloki. Masa odpadowego produktu podczas tłoczenia soku i koncentratu stanowi przeciętnie od 20 do 25% masy przerabianego surowca. Świeże wytloki jabłkowe zawierają dużą ilość wody (nawet do 80 %), są materiałem biologicznie mało stabilnym. W Polsce każdego roku odpadowa biomasa z jabłek wytwarzana jest w setkach tysięcy ton. Aby nie stanowiła zagrożenia dla środowiska naturalnego powinna zostać zagospodarowana, najlepiej w miejscu powstawania. Ponowne wprowadzenie odpadów poprodukcyjnych do obiegu materiałowego jest głównym celem gospodarki obiegu zamkniętego GOZ. Priorytetem zrównoważonej gospodarki odpadami jest użycie ich jako surowca do tworzenia nowych produktów, a w przypadku wytlóków jabłkowych likwidacją niebezpiecznych składowisk.

Bogate źródło składników odżywczych

Odpady z przetwórstwa jabłek są bogatym źródłem wielu cennych składników odżywczych i prozdrowotnych. Wytloki zawierają pekty-

ny, węglowodany, błonnik pokarmowy, substancje mineralne, związki bioaktywne (polifitalany), kwasy organiczne, alkohole, witaminy, nierozpuszczalne ligniny i inne [4, 5]. Ilości mikro- i makroelementów w masie odpadowej zależą w dużym stopniu od odmian jabłek, zastosowanej technologii produkcyjnej i używanych urządzeń przetwórczych.

Od wielu lat wytloki jabłkowe wykorzystywane były w żywieniu zwierząt jako główne lub funkcjonalne składniki paszowe. Dla zwiększenia jakości paszy i przedłużenia jej trwałości świeże wytloki mogą być przetwarzane np. poprzez kiszenie lub suszenie [6]. Wytlókami z jabłek w stanie nie przetworzonym lub po zakiszeniu skarmiane są głównie zwierzęta przeżuwające, natomiast suszone wytloki stosowane są jako dodatki poprawiające właściwości odżywcze paszy dla trzody chlewnej i drobiu.

Suszone, zmielone wytloki jabłkowe są stosowane jako składniki prozdrowotne w różnych przetworzonych produktach spożywczych, np. jako dodatek do wyrobów piekarniczych pieczywa i ciastek, do herbatek owocowych, a nawet do produktów mięsnych [7, 8, 9].

Cenionym surowcem pozyskiwanym z wytlóków owoców i warzyw jest pektyna. Surowe jabłka zawierają przeciętnie od 0,5 do 3% (w/w suchej masy) pektyn, natomiast wytloki jabłkowe znacząco więcej ok. 10-15% (w/w suchej masy) [10]. Pektyny wyekstrahowane z odpadów owocowych i warzyw wykorzystywane są w przemyśle spożywczym jako środki zagęszczające, emulgujące i żelujące. Właściwości żelujące pektyn mogą być wykorzystywane do produkcji folii biodegradowalnych. Błony pektynowe formowane poprzez odparowanie wody z żelu pektynowego stosowane są jako powłoki jadalne dla produktów spożywczych. Folie pektynowe charakteryzują się zadawalającą wytrzymałością mechaniczną, ale niską odpornością na działanie wody. W celu polepszenia właściwości barierowych biofolii pektynowych wprowadzane są inne substancje powłokowe (np. skrobia, białka) [11].

Produkcja energii w biogazowniach

Wytloki owocowo-warzywno mogą być również wykorzystane do produkcji energii w biogazowniach. Ze względu na dużą zawartość związków węgla i azotu, a także śladową ilość składników, takich jak np. metale ciężkie, wytloki jabłkowe są doskonałym surowcem do produkcji biogazu. W praktyce w procesie fermentacji metanowej stosuje się wytloki przetworzone (kiszzone) razem z innymi odpadowymi surowcami z przemysłu spożywczego. Wydajność produkcji biogazu z wytlóków z jabłek wynosi 560–680 m³ z tony suchej masy organicznej [12,13]. Innym sposobem pozyskania energii z odpadów przetwórstwa tych owoców jest produkcja bioetanolu po fermentacji cukrów obecnych w wytlókach.

Utylizacja odpadów jabłkowych z równoczesnym pozyskaniem energii odnawialnej tzw. "zielonej energii" jest rozwiązaniem korzystnym zarówno ekonomicznie jak i ekologicznie.

Wypraski 3D

Wytłoki z przetwórstwa jabłek zawierają duże ilości naturalnych substancji włóknistych: hemicelulozy ok. 24% (w/w suchej masy), celulozy 20% (w/w suchej masy) oraz ligniny 43% (w/w suchej masy) [14]. Pod działaniem temperatury i ciśnienia związki ligninowo-celulozowe wykazują zdolność samospajania. Wysuszone, rozdrobnione wytłoki jabłkowe pod wpływem temperatury (100-140°C) stają się plastyczne, a po schłodzeniu do temperatury pokojowej, dzięki nowym wiązaniom, można je uformować w sztywny materiał kompozytowy [15]. Tę właściwość można wykorzystać do produkcji nowych materiałów przestrzennych o różnych kształtach. Przy użyciu pras o kontrolowanej sile nacisku i wyposażonych w elementy grzejne w metalowych formach można z wysuszonych, zmielonych wytłoków jabłkowych (rys. 1) formować różne wypraski 3D. Na rys. 2 przedstawiono wypraski przestrzenne otrzymane z wytłoków jabłkowych (wielkość ziarna < 3,5 mm) techniką prasowania.



Rys 1. Zmielone wysuszone wytłoki jabłkowe o wielkości ziarna (<0.5 mm i <3.5 mm)

Wypraski 3D formowane z wytłoków jabłkowych są koloru brązowego, charakteryzują się stabilnością i powtarzalnością kształtu, dużą sztywnością, jednorodną i gładką powierzchnią.

Kształtki przestrzenne mogą być wykorzystane na wiele sposobów, na przykład jako jednorazowe naczynia talerzyki, miseczki, w przemyśle opakowaniowym jako ekologiczne opakowania dla



Rys.2 Wypraski 3D otrzymane z wytłoków jabłkowych w Laboratorium Materiałów i Opakowań Jednostkowych Łukasiewicz ŁIT

produktów spożywczych i niespożywczych lub jako profile konstrukcyjne w opakowaniach transportowych.

Podsumowanie

Powstawanie odpadów czy też produktów ubocznych w procesie przetwórstwa produktów rolniczych jest nieuchronne. Wytłoki jabłkowe nie muszą stanowić uciążliwego odpadu poprodukcyjnego, ale mogą być cennym surowcem wykorzystywanym w różnych obszarach gospodarki. Na przykład jako prozdrowotny dodatek do żywności dla ludzi i zwierząt, w celach energetycznych. Oprócz tradycyjnych zastosowań wysuszone, mielone odpady jabłkowe można też użyć do produkcji innowacyjnych przestrzennych kompozytowych materiałów. Wprowadzenie odpadów jabłkowych do obiegu materiałowego wpisuje się pozytywnie w ideę gospodarki zrównoważonej obiegu zamkniętego GOZ. Tworzenie nowych produktów wydłuży cykl życia produktów rolniczych, przez co zmniejszy ślad węglowy. Racjonalne wykorzystanie wytłoków z jabłek przyczyni się do likwidacji niebezpiecznych składowisk, zmniejszenia zanieczyszczenia środowiska, a dodatkowo przyniesie korzyści ekonomiczne.

Literatura

- [1] <https://stat.gov.pl>
- [2] <https://www.ekologia.pl/styl-zycia/jablko>
- [3] Pakuła K., Kurzemska B., Trębicka J., Pieniak-Lendzion K. Produkcja jabłek w Polsce - aspekty środowiskowe, ekonomiczne i logistyczne, 2018, *Zeszyty Naukowe Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego*, 122, 81-93 (DOI 10.22630.EIOGZ.2018.122.16)
- [4] Fronc A., Nawirska A., Możliwości wykorzystania odpadów z przetwórstwa owoców *Ochrona środowiska* 1994, 2(53), 31-32
- [5] Wichrowska D., Żary-Sikowska E., Właściwości prozdrowotne jabłkowych wytłoków poprasowanych, *Inż. Ap. Chem.* 2015, 54, 5, 286-287
- [6] <https://www.tygodnik-rolniczy.pl/2491068>
- [7] Kawacka L., Galus S., Wytłoki owocowe. Charakterystyka i możliwości zagospodarowania, *Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego*. 2021, 1, 156-167
- [8] Masiarz E., Kowalska H., Bednarska M., Wykorzystanie wytłoków roślinnych jako źródła błonnika pokarmowego *Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego* 2019, 1, 103-107
- [9] Sudha M.L., Baskaran V., Leelavathi K., Apple pomace as a source of dietary fiber and polyphenols and its effect on the rheological characteristics and cake making. *Food Chemistry*, 2007, 104, 2, 686-692
- [10] Tarko T., Duda-Chodak A., Bebek A., Aktywność biologiczna wybranych wytłoków owocowych i warzywnych, *Żywność, Nauka, Technologia, Jakość* 2012, 4(83), 55-65
- [11] Pająk P., Fortuna T., Przetaczek-Rożnowska I. Edible packaging based on proteins and polysaccharides. Characteristics and application. *Food. Science. Technology. Quality*, 2013. 2(87), 5-18
- [12] Kupryś-Caruk M., Kołodziejcki R. Przydatność kiszonek wytłoków z jabłek do produkcji biogazu, *Postępy Nauki i Technologii Przemysłu Rolno-Spożywczego*, 2014, 69(1) 5-10
- [13] Kupryś-Caruk M., Przemysł rolno-spożywczy źródłem substratów do produkcji biogazu, *Postępy Nauki i Technologii Przemysłu Rolno-Spożywczego* 2017. 72 (2), 69-81
- [14] Nawirska A., Kwaśniewska M., Frakcje błonnika w wytłokach owoców, *Act Sci. Pol. Technol. Aliment*, 2004, 3(1), 13-20
- [15] Gustafsson J., Landberg M., Batori V., Akesson D., Taherzadeh M., Zalamani A., Development of Bio-Based Films and 3D Objects from Apple Pomace, *Polymers* 2019, 11 289 (DOI:10.3390/polym11020289)