

# Produkty odpadowe z jabłek jako ciekawa alternatywa na trudne czasy

Postępująca inflacja oraz związany z nią wzrost cen wszelkich towarów, także pasz dla zwierząt, dał hodowcom kolejnym impuls do szukania różnych sposobów na obniżenie kosztów produkcji. Jednym z nich jest poszukiwanie alternatywnych źródeł surowców paszowych dla zwierząt, w postaci np. odpadów poprodukcyjnych. Duży potencjał wydają się mieć odpady z przetwórstwa owocowo-warzywnego.

Dagmara Łodyga<sup>1,2,3</sup>  
Małgorzata Kasprócz-Potocka<sup>1,3</sup>  
Anna Buzek<sup>1</sup>, Anita Zaworska-Zakrzewska<sup>1,3</sup>

1Katedra Żywienia Zwierząt

2Katedra Genetyki i Podstaw Hodowli Zwierząt

3mEATquality

Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

**mEAT**  
quality



## Wykorzystanie odpadów owocowych

Owoce i warzywa są cennym źródłem wielu witamin i minerałów. Rosnąca popularność przetworów owocowych m.in. soków, przecierów, musów czy smoothie, skutkuje wzrostem ilości odpadów poprodukcyjnych. Polska jest największym producentem jabłek w Europie (Wilkanowska 2017). W roku 2022 wyprodukowaliśmy ich ponad 4,495 mln ton (GUS 2023). Sady produkujące jabłka stanowią ok. 72% powierzchni upraw drzew owocowych, a jabłka ponad 88% zbiorów pośród wszystkich owoców w polskich sadoch (Pakuła i in. 2018). Około 20-40% całkowitej produkcji jabłek jest przetwarzane. Produktem ubocznym przetwarzania są m.in. wyttoki, skórki czy nasiona. Taki odpad stanowi od 10 do 35% masy przetworzonego surowca (Kawecka i Galus 2021). Utylizacja niewykorzystanych części surowca jest istotnym problemem dla przemysłu owocowego. Liczne badania wskazują jednakże na możliwość zagospodarowania wyttoków owocowych w różnych gałęziach przemysłu, także w przemyśle paszowym, co jest zgodne z ideą zrównoważonego rolnictwa. Sposobem na to może być stosowanie technik pozyskiwania z wyttoków substancji aktywnych. Związki aktywne biologicznie pozyskane z wyttoków mogą skutecznie zastąpić produkty syntetyczne, a tym samym zmniejszyć ilość produkowanych odpadów (Gołębiewska i in. 2022). W przypadku wyttoków z jabłek na drodze fermentacji czy pirolizy można uzyskać paliwo lub półprodukty paliwowe w postaci gazowej (biogaz),

jak i ciekłej (bioetanol, olej pirolityczny). Wyttoki z jabłek mogą stanowić także biopolimer stosowany jako dodatek do produkcji materiałów konstrukcyjnych. Wykazano także, że produkty odpadowe przetwórstwa owocowego mogą przyczynić się do ograniczenia emisji gazów cieplarnianych i być wykorzystywane do produkcji energii (Gołębiewska i in. 2022). Dzięki różnego rodzaju metodom uszlachetniania (liofilizacja, ekstrakcja) wyttoki można przekształcić w produkty bardziej wartościowe pod względem składu i właściwości prozdrowotnych. Są one bogatym źródłem białek oraz węglowodanów, które za pomocą różnych metod mogą być pozyskiwane i przekształcane, co pozwala na ich wykorzystanie w przemyśle farmaceutycznym, kosmetycznym czy spożywcym (produkcja herbat, wyrobów cukierniczych, ekstrudowane przekąski, pozyskiwanie skrobi) (Kawecka i Galus 2021, Arraibi i in. 2021, Vlad i in. 2022).

## Wyttoki i susze jabłkowe w żywieniu świń

Wyttoki jabłkowe składają się głównie ze skórki i miąższu (95%), nasion (2-4%) i łydzy (1%) (Fot. 1). Znajdują one obecnie wiele zastosowań, wśród których jest również wykorzystanie w żywieniu zwierząt gospodarskich (Ajila i in. 2015, Awasthi i in. 2021, Dufourny i in. 2021). Ze względu na skład chemiczny wyttoki jabłkowe stanowią cenne źródło przede wszystkim włókna (Tab. 1), ale również innych ważnych składników. Świeże wyttoki jabłkowe zawierają bardzo dużo wody (ponad 70%), a ponieważ surowiec ten bogaty jest również w cukry

proste, jest dobrym podłożem do rozwoju bakterii, przez co nie można go długo przechowywać. Suszone wyttoki można natomiast w łatwy sposób włączyć do diet dla zwierząt, jednak ich suszenie wiąże się aktualnie z dużymi kosztami. Świeże wyttoki są tańsze, natomiast sprawdzą się wyjątkowo w przypadku żywienia na mokro.

Wiele badań wykazało, że wyttoki z jabłek mogą stanowić także dobre źródło składników pokarmowych w żywieniu świń (Fang i in. 2018, Nikolaevna i in. 2018, Dufourny i in. 2021, Zhang i in. 2021, Ao i in. 2022). Zawierają ONE magnez, żelazo, fosfor czy wapń (Tab. 2), witaminy, lipidy, polifenole, karotenoidy i triterpenoidy (Will i in. 2006, Cargnini i Gnoatto 2017, Gonzalez-García i in. 2018). Charakteryzują się dużą zawartością naturalnych przeciwutleniaczy, takich jak glikozydy kwercetyny i inne składniki fenolowe (flawonole, dihydrochalkony, estry cynamonowe) o silnym działaniu przeciwutleniającym (Scheiber i in. 2002), które wspomagają organizm w usuwaniu wolnych rodników. Ponadto wyttoki jabłkowe stanowią źródło pektyn – polisacharydów pełniących funkcje strukturalne, ale odpowiedzialnych również za równowagę jodową, chroniących roślinę przed wysuszeniem, a także biorących udział w prawidłowym funkcjonowaniu układu odpornościowego i wykazujących działanie przeciwdrobnoustrojowe (Pińkowska i Złocińska 2014). Skład wyttoków jabłkowych w porównaniu z innymi bioproduktami bogatymi w pektyny charakteryzuje się wyższą zawartością ligniny, a niższą celulozy, hemicelulozy oraz skrobi (Awasthi i in. 2021). Pektyny mają właściwości stabilizujące i zagęszczające, co kwalifikuje je do surowców bardzo przydatnych z punktu widzenia żywieniowego, mogą bowiem pełnić rolę błonnika usprawniającego przepływ treści pokarmowej w jelitach.

Tabela 1. Zawartość wybranych składników odżywczych w suszonych wyttokach jabłkowych wg różnych autorów

Składnik (%)	Skinner i in. (2018)	Kara i in. (2018)	Jannati i in. (2018)	Wang i in. (2019)	Bartel i in. (2022)
Białko	2,7-5,3	4,5	1,2	3,8	11,6
Tłuszcz	1,1-3,6	nb	0,6	3,8	5,1
Włókno całkowite	4,4-47,3	22,1	14,5	26,5	60
Popiół	nb	2,6	2,5	1,8	2,2
Węglowodany	45,5-57,4	nb	nb	45,1	16,9
Woda (%)	nb	nb	10,5	4,4	4,3

nb – nie badano

Tabela 2. Zawartość składników mineralnych w suszu jabłkowym (Skinner i in. 2018)

Składniki mineralne (mg/100 g)	Susz jabłkowy
Sód	1
Potas	107
Wapń	6
Fosfor	11
Magnez	5
Żelazo	0,12
Cynk	0,04



Fot. 1. Wyttoki jabłkowe (fot. Dagmara Łodyga)

Dzięki swoim właściwościom wyttoki jabłkowe mogą być stosowane w okresie odsadzania prosiąt. Dufourny i in. (2021) wykazali, że suplementacja paszy dla młodych świń wyttokami wpłynęła korzystnie na przyrosty masy ciała, stan jelit zwierząt, współczynnik wykorzystania paszy, który obniżył się z 1,79 dla diety bez wyttoków do 1,59 kg paszy zużytej na kg przyrostu masy ciała przy 4% udziale tego surowca w diecie. Ponadto wykazano, że dodatek wyttoków w paszy dla prosiąt zmienił konsystencję kału na bardziej luźną oraz przyczynił się do zwiększenia liczebności patogenów wydalanych z organizmu, co znacząco poprawiało profil mikrobiologiczny przewodu pokarmowego prosiąt.

Także stosowanie wyttoków jabłkowych w mieszankach dla tuczników może korzystnie wpływać na poprawę wydajności zwierząt, a nawet na jakość wieprzowiny. W badaniach Negreyevy i in. (2018) zwierzęta otrzymujące 20% wyttoków w diecie miały o 1,5 kg wyższą masę ubojową w stosunku do zwierząt otrzymujących 10% wyttoków i o 2 kg wyższą w porównaniu z grupą kontrolną nie otrzymującą wyttoków (grupa kontrolna). Również wydajność rzeźna u tuczników otrzymujących najwyższy udział wyttoków była wyższa odpowiednio o 1,3% i 3,6% w porównaniu do grupy otrzymującej paszę z 10% udziałem wyttoków i do grupy kontrolnej. Ponadto zwierzęta otrzymujące 20% wyttoków jabłkowych w diecie charakteryzowały się najwyższą mięsnością oraz dłuższą tuszą. Badania wykazały też bardziej intensywny rozwój przewodu pokarmowego u zwierząt otrzymujących wyttoki, co prawdopodobnie było wynikiem wysokiego udziału włókna. Z kolei Fang i in. (2018) wykazały, że dodatek zakiszanych przez 21 dni wyttoków jabłkowych do paszy dla tuczników w ilości do 8% dawki korzystnie wpłynął na status zdrowotny świń, wydajność i jakość mięsa. Dzielne spożycie paszy wzrosło przy obniżeniu wskaźnika wykorzystania paszy w grupach, które otrzymywały diety z zawartością powyżej 4% wyttoków. Przy udziałach w diecie wyższych niż 4% odnotowano również zmniejszenie utraty wody podczas gotowania i mrożenia mięsa, co sugeruje korzystny wpływ tego surowca na jakość mięsa (Negreyeva i in. 2018).



Fot. 2. Szusz jabłkowy (Źródło: [www.agro-vital.pl](http://www.agro-vital.pl))

Ze względu na atrakcyjność surowca został on wykorzystany także w badaniach naszego zespołu z Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu, w ramach projektu badawczego o akronimie „mEATquality” (<https://meatquality.eu/pl/>). Projekt skupia się między innymi na łączeniu warunków chowu zwierząt z cechami jakościowymi mięsa drobiowego i wieprzowego, w tym na możliwościach poprawy jakości wieprzowiny poprzez poznanie i wdrażanie praktyk zrównoważonej produkcji. Doświadczenie przeprowadzono w chlewni komercyjnej na 60 tucznikach, które podzielono na 2 grupy. Grupa kontrolna otrzymywała typową mieszankę paszową na bazie poekstrakcyjnej śruty sojowej, natomiast grupa doświadczalna otrzymywała mieszankę z 4% dodatkiem suszu z jabłek. Z obserwacji wynika, że pasza z dodatkiem suszu była bardzo chętnie zjadana przez zwierzęta w pierwszym etapie tuczu, natomiast nie stwierdzono istotnych różnic w wynikach produkcyjnych pomiędzy grupami (tab. 3).

## Produkty z jabłek dostępne na rynku

Warto zwrócić uwagę, że odpady jabłkowe mogą pochodzić z różnych źródeł i mieć inny opis i cechy fizykochemiczne (Fot. 2 i 3). Skład wyttoków zależy bowiem od odmiany jabłek oraz stopnia ich dojrzałości (Kosmala i Kołodziejczyk 2006, Perussello i in. 2017). Zawartość związków aktywnych zależy natomiast od odmiany jabłoni i warunków uprawy owoców oraz części jabłka. Susze dostępne na rynku zawierają generalnie znaczne ilości włókna surowego oraz cukrów. Włókno jest ważnym składnikiem diet szczególnie dla loch, natomiast cukry i kwasy owocowe przyczyniają się do poprawy smakowości paszy, a tym samym zwiększa się jej pobranie przez zwierzęta. Susze mogą być dłużej przechowywane i stanowią dobry dodatek do paszy dla koni, krów czy świń. Warto jednak zwrócić uwagę także na koszty, gdyż dostępne są surowce o znacznie zróżnicowanych cenach.



Fot. 3. Szusz jabłkowy (Źródło: [www.vitalzam.pl](http://www.vitalzam.pl))

## Odpady jabłkowe a pozytywny wpływ na klimat

Również ciekawym sposobem na wykorzystanie wyttoków jabłkowych jest dodanie ich do obornika zwierzęcego w trakcie tlenowego kompostowania. Eksperyment Mao i in. (2017) polegał na zbadaniu wpływu dodatku wyttoków z jabłek w ilości 0%, 5%, 10% i 20% podczas kompostowania obornika na ograniczenie rozkładu azotu i wydzielanie się go do atmosfery w postaci amoniaku. Wykazano, że emisja gazów (NH<sub>3</sub> i N<sub>2</sub>O) była niższa, gdy zastosowano dodatek wyttoków z jabłek, a hamowanie wydzielania gazów do atmosfery zwiększało się wraz ze wzrostem dodatku wyttoku do kompostu. Najskuteczniejszy okazał się być dodatek 20%, który ograniczał produkcję NH<sub>3</sub> i N<sub>2</sub>O odpowiednio o 57% i 24%. W badaniu tym poruszono również kwestię jakości nawozu, który dzięki wyttokom z jabłek zawierał znacznie więcej azotu. Odnotowano poprawę plonowania oraz zawartości pierwiastków śladowych w kapuście pekińskiej uprawianej na glebie ubogiej w cynk, a traktowanej wyżej opisanym

Tabela 3. Wykorzystanie suszu z jabłek w żywieniu tuczników w pierwszym okresie tuczu – mEATquality

Parametr	Grupa kontrolna	Grupa doświadczalna
Przyrost masy (kg)	42,05	42,50
Przyrost dzienny (g)	880	890
Zużycie paszy w kg na kg przyrostu	2,61	2,60

Tabela 3. Porównanie wyttoków dostępnych na rynku (deklarowany skład producenta lub dostawcy)

Składnik	AgroVital	Vitalzam	POLFEED
Sucha masa (%)	86,0	90,0	86,0
Białko ogólne (%)	6,0	11,0	6,5
Tłuszcz surowy (%)	5,5	5,0	2,0
Włókno surowe (%)	20,0	17,5	22,0
Popiół surowy (%)	3,5	4,0	-
ZBW (%)	57,0	52,5	-
cena (zł/kg)	5,70	2,80	1,45-1,60

ZBW – Związki Bezazotowe Wyciągowe (cukry, pektyny, kwasy owocowe)

nawozem. Pokazuje to, że stosowanie wytlóków jabłkowych jest korzystne zarówno dla ochrony azotu kompostowego, jak i dla jakości nawozów.

## Podsumowanie

Wzrost cen i trudna sytuacja na rynku skłania do poszukiwań rozwiązań alternatywnych praktycznie w każdej gałęzi przemysłu. Nie inaczej jest w przypadku produkcji zwierzęcej, która bardzo mocno ewoluuje na skutek czynników zewnętrznych. Jednym z kierunków w tej branży jest bardzo duże zainteresowanie produkcją i rolnictwem zrównoważonym, które skupiają się na poprawie sytuacji środowiskowej w warunkach dużej intensyfikacji. Ograniczenie emisji gazów, zmniejszenie ilości produkowanych odpadów przy jednoczesnej ogromnej produkcji żywności, która ciągle wzrasta, wydaje się bardzo problematyczne, jednak i w tym przypadku sięganie po niekonwencjonalne rozwiązania okazuje się strzałem w dziesiątkę. Doskonałym rozwiązaniem może być wykorzystanie produktów odpadowych z przetwórstwa owoców, głównie jabłek. Zawartość wielu cennych składników, takich jak węglowodany, białka, substancje mineralne, związki pektynowe, błonnik i tłuszcze, sprawia, że są one doskonałym materiałem na paszę dla zwierząt, także w połączeniu z innymi produktami rynku rolno-spożywczego jak np. otręby owsiane. ●