

Mgr inż. Ewelina MASIARZ
Dr hab. inż. Hanna KOWALSKA, prof. SGGW
Inż. Magdalena BEDNARSKA
Katedra Inżynierii Żywności i Organizacji Produkcji, Wydział Nauk o Żywności
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

WYKORZYSTANIE WYTŁOKÓW ROŚLINNYCH JAKO ŹRÓDŁA BŁONNIKA POKARMOWEGO I INNYCH BIO-SKŁADNIKÓW W KREOWANIU WŁAŚCIWOŚCI PROZDROWOTNYCH, SENSORYCZNYCH I TECHNOLOGICZNYCH PIECZYWA®

The application of plant pomace as a source of dietary fiber and other bio-ingredients in the creation of pro-healthy, sensory and technological properties of baking products®

Słowa kluczowe: wycinki jabłkowe, błonnik, pieczywo.

Wycinki owoców, warzyw i nasion oleistych są bogatym źródłem błonnika pokarmowego, który jest cennym elementem codziennej diety. Dlatego opracowuje się metody pozwalające wzbogacić w ten składnik różne produkty spożywcze, w tym pieczywo. Oprócz korzyści dietetycznych dodatek wycinków pozwala kształtować właściwości sensoryczne i technologiczne nowych produktów. Poniższy artykuł stanowi przegląd dostępnych źródeł literaturowych, teoretycznych oraz eksperymentalnych, które traktują o tematyce wykorzystania wycinków i pozostałości roślinnych w celu wzbogacenia pieczywa w błonnik pokarmowy.

Key words: apple pomace, fiber, baking products.

Pomace of fruit, vegetables and oilseeds are the rich source of dietary fiber. It also is a valuable element of daily diet. Therefore, methods allowing to enrich various food products in this ingredient, including bread, are developed. In addition to nutritional benefits, this operation also shapes sensory and technological properties of new products. The following article provides an overview of the available literature sources, theoretical and experimental, which focus on the use of pomace and plant residues to enrich food baking with dietary fiber.

WSTĘP

Z badań realizowanych przez GUS w 2016 roku wynika, że spożycie pieczywa w Polsce zmniejszyło się w stosunku do lat poprzednich. Tendencja spadkowa nadal się utrzymuje, pomimo że w zestawieniu ogólnym Polacy wydają coraz więcej pieniędzy na żywność. Malejący popyt na pieczywo wymusza wprowadzanie do tej branży nowoczesnych technologii, które umożliwią wydłużenie przydatności do spożycia, ale także wzbogacenie tych produktów poprzez stosowanie naturalnych dodatków. Konsumenty często wybierają produkty pełnoziarniste, a także bez dodatków, takich jak cukier i drożdże [23].

Interesującymi dodatkami mogą być pozostałości po tłoczeniu soków, czyli wycinki będące produktami odpadowymi. Dzięki tego typu dodatkom można zwiększyć wartość żywieniową pieczywa. Wykorzystanie wycinków w piekarnictwie może przyczynić się do zwiększenia spożycia błonnika w diecie oraz otworzyć nowy kierunek ich zagospodarowania. Innym pomysłem jest zastosowanie wycinków

w produkcji pieczywa bezglutenowego, które charakteryzuje się innym smakiem, zapachem oraz gumowatą strukturą, przez co w klasycznej formie jest mniej akceptowalne przez konsumentów.

CHARAKTERYSTYKA WYTŁOKÓW JABŁKOWYCH

Obecnie dąży się do wykorzystywania odpadów, ponieważ koszty ich utylizacji są wysokie. Należy zwrócić uwagę, że duża zawartość wody i cukrów sprawia, że wycinki z jabłek są niestabilne mikrobiologicznie. Dłuższe przechowywanie bez ich utrwalenia powoduje zmianę składu fizyko-chemicznego oraz obniżenie wartości odżywczej i przydatności [9, 13]. Najczęściej wycinki z przeznaczeniem do celów technologicznych poddaje się różnym technikom suszenia.

Wycinki owocowe składają się głównie z polisacharydów ścian komórkowych, czyli komponentów błonnika, takich jak celuloza, pektyny oraz hemicelulozy [5]. Stanowią bogate

Adres do korespondencji – Corresponding author: Hanna Kowalska, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Wydział Nauk o Żywności, Katedra Inżynierii Żywności i Organizacji Produkcji, ul. Nowoursynowska 159c, 02-776 Warszawa, e-mail: hanna_kowalska@sggw.pl

źródło substancji mineralnych, witamin, barwników i aromatów. Dodatkowo zawierają białka, węglowodany i tłuszcze, a także woski, aldehydy, kwasy i alkohole. Zawartość tych substancji zależy od rodzaju i stopnia przetworzenia surowca, zastosowanego procesu technologicznego, w tym użytych urządzeń [13, 27]. Według Renard i wsp. [21], spośród związków polifenolowych zawartych w jabłkach, aż 90% trafia do produktów odpadowych, a tylko 5% pozostaje w soku.

Dzięki zastosowaniu różnych technik przetwarzania z wytlóków można odzyskać cenne związki bioaktywne i traktować je jako surowiec wtórny, a nie odpad poprodukcyjny. Przykładowo, w zastępstwie związków syntetycznych, można je traktować jako komponent preparatów stanowiących źródło naturalnych antyoksydantów oraz błonnika [29].

Na skład chemiczny wytlóków z jabłek wpływ ma odmiana, ilość wyprodukowanego soku surowego, a nawet okres przerobu. Suszone wytlóki jabłkowe zawierają około 80-93% suchej substancji, w tym głównie błonnika (99,5%), a dokładniej takich frakcji jak celuloza (około 43%), hemicelulozy (około 24%), pektyny (około 12%) [5, 9, 19]. Błonnik (włókno roślinne) ma wiele właściwości funkcjonalnych. Do najważniejszych należy zdolność zatrzymywania wody i tworzenie żeli.

ZNACZENIE I MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA WYTŁOKÓW JABŁKOWYCH

W Polsce najczęściej wytlóków powstaje przy przerobieniu jabłek. Są one łatwo dostępnym i tanim surowcem. Pozostałości po przerobieniu można wykorzystać w przemyśle macierzystym, np. do produkcji pektyny (dżemy), przecieru (marmolady) i soków wtórnych. W znacznej części wytlóki przerabiane są na paszę dla bydła lub do produkcji spirytusu. Używane są też do produkcji napojów dietetycznych, win, herbat owocowych, lodów, pastylek, przekąsek, suplementów diety, produktów mięsnych oraz „instant”, a także w produkcji wyrobów cukierniczych, zwiększając zawartość związków polifenolowych i błonnika [5, 9, 13]. Według Hemwimon i wsp. [12] spożywanie tabletek owocowych z wytlóków może wpływać na ograniczenie uczucia głodu przez wypełnienie żołądka oraz ochronę jego ścian przed działaniem kwasów żołądkowych. W innych gałęziach przemysłu wykorzystywane są do produkcji kwasu mlekowego z użyciem *Lactobacillus rhamnosus*, kwasu cytrynowego przy udziale *Aspergillus Niger* oraz do produkcji paliw ekologicznych [5].

Duża zawartość błonnika pozwala stosować wytlóki roślinne do wytwarzania preparatów o różnym składzie i właściwościach [17], wykorzystywanych do obniżenia wartości energetycznej żywności i poprawy tekstury czy wypełniaczy suplementów diety [5, 19]. Z uwagi na zdolność zatrzymywania wody błonnik jabłkowy może być stosowany jako dodatek zwiększający wilgotność ciast, babeczek, granoli, muffinek i pieczywa. Ich dodanie wpływa na poprawienie struktury miękiszku, parametrów przechowalniczych, a także właściwości prozdrowotnych gotowych produktów [16].

Celuloza znajdująca się w wytlókach służy jako komponent biodegradowalnych polimerów, które następnie wykorzystywane są jako materiał opakowaniowy, np. celofan, osłonki do wędlin lub naczynia jednorazowe. Włókna ścian

komórkowych znalazły zastosowanie w przemyśle energetycznym, tekstylnym, papierniczym oraz w medycynie i biotechnologii [5, 25].

Cybulska i Mierczyńska [6] opracowały metodę produkcji innowacyjnego dodatku do żywności z wytlóków jabłkowych, którego skład umożliwia stabilizację tekstury suchych produktów oraz zagęszczenie produktów silnie uwodnionych, z jednoczesnym wprowadzeniem znacznych ilości błonnika pokarmowego. Przeprowadzone przez nie badania pokazały, iż preparat ten spowodował zwiększenie chrupkości i kruchości produktów cukierniczych bez zwiększenia ich twardości oraz znaczny wzrost lepkości produktów uwodnionych.

ZNACZENIE ŻYWIENIOWE BŁONNIKA

Błonnik pokarmowy w organizmie człowieka spełnia wiele funkcji. Do najważniejszych właściwości funkcjonalnych należy wodochłonność, lepkość, zdolność do wymiany kationów, absorpcja kwasów żółciowych i cholesterolu [11]. Spełnia on ważną rolę w tworzeniu odpowiedniego podłoża dla rozwoju pożądaných bakterii w jelicie grubym. W zależności od rodzaju błonnika, jego frakcji, rozdrobnienia preparatów wysokobłonnikowych oraz zastosowanych procesów termicznych, odmienne jest jego oddziaływanie na organizm człowieka. Błonnik nierozpuszczalny w głównej mierze znajduje się w zbożach, natomiast błonnik rozpuszczalny w owocach, a także warzywach. Niskoskrobiowe polisacharydy zbóż to przede wszystkim beta-glukany i arabinoksylany [10]. Dieta bogata w błonnik pokarmowy pomaga w leczeniu otyłości poprzez wrazenie sytości oraz rozrzedzenie gęstości energetycznej pożywienia i poprawę perystaltyki jelit [7]. Błonnik pokarmowy wpisuje się w prozdrowotny charakter przekąsek owocowych, warzywnych, a także piekarskich. Skraca on także czas kontaktu tłuszczów i toksycznych substancji ze ścianą jelit ograniczając ich wchłanianie. **Jest naturalnym prebiotykiem.** Jego ważną cechą jest chłonność trójglicerydów i cholesterolu. Według Wikiera i wsp. [30] **błonnik (głównie pektyny) wpływa na obniżenie poziomu cukru we krwi oraz zapobiega tworzeniu się kamieni żółciowych.**

Ze względu na ważną rolę, jaką spełnia błonnik w organizmie człowieka, zaleca się jego spożycie. Jednak zbyt wysokie spożycie błonnika może powodować pogorszenie wchłaniania wapnia, cynku i żelaza w organizmie, dlatego dieta wysokobłonnikowa nie jest zalecana dla dzieci i osób starszych, kobiet w ciąży oraz karmiących. Może on także utrudniać wchłanianie leków o odczynie kwaśnym [11].

ZNACZENIE TECHNOLOGICZNE BŁONNIKA

Ze względu na fakt, iż pieczywo jest wciąż w większości gospodarstw domowych ważnym elementem codziennej diety, zaczęto wzbogacać je w błonnik pokarmowy. Jest on coraz częściej dodawany nie tylko do wyrobów piekarniczych, ale i cukierniczych. Wobec rosnącego zapotrzebowania na uzupełnienie diety w błonnik wykorzystuje się różne techniki wytwarzania preparatów wysokobłonnikowych.

Do głównych a zarazem najprostszych metod zwiększania zawartości błonnika w produktach piekarniczych należy stosowanie mąki razowej, dodatku całych ziaren, surowców o dużej zawartości błonnika, np. orzechów, nasion lnu, soi lub

słonecznika. Do produkcji preparatów błonnikowych wykorzystuje się bogate w nieprzyswajalne węglowodany części zbóż, owoców i warzyw, odpady przemysłu zbożowo-młynarskiego i owocowo-warzywnego [11].

Wytłoki jabłkowe zawierają więcej błonnika pokarmowego niż pszenica czy otręby owsiane. Błonnik wytłoków jabłkowych składa się zarówno z frakcji rozpuszczalnej (głównie pektyn) jak i nierozpuszczalnej. Pektyny są ważnym składnikiem diety człowieka. W celu otrzymania pektyn z wytłoków jabłkowych stosuje się gorącą ekstrakcję kwasową, a następnie oczyszczanie otrzymanego ekstraktu i izolację wyekstrahowanych pektyn [16]. Pektyny mają szerokie zastosowanie jako substancje zagęszczające, żelujące oraz jako bioaktywne frakcje błonnika pokarmowego.

Stosując dodatek błonnika pokarmowego w produkcji wyrobów piekarniczych, ważną kwestią jest odpowiednie dopracowanie receptury ciasta. Użyte składniki nie tylko powinny zapewniać wysoką wartość żywieniową, ale również w połączeniu z innymi czynnikami nadawać atrakcyjny smak, zapach, wygląd oraz strukturę pieczywa. Otrzymanie prawidłowej tekstury poprzez regulację uwodnienia produktu przez błonnik determinuje jego odpowiedni poziom stosowania. Cechy te można opisać czterema mierzalnymi wielkościami: zdolność zatrzymywania wody, zdolność wiązania wody, pęcznienie i rozpuszczalność. Składniki suche muszą zostać odpowiednio związane przez dodatki o wysokiej wodochłonności, np. błonnik lub guma guar. Każdy typ błonnika wykazuje inne cechy użytkowe, więc jego przydatność produkcyjna powinna zostać indywidualnie zbadana i dopasowana. Możliwe jest zastosowanie nie tylko błonnika jabłkowego, ale również kakaowego, owsianego, psyllium (z łuski nasion babki jajowatej).

Preparaty uzyskane z warzyw lub owoców cechują się wysoką zawartością błonnika. Od strony technologicznej ich dodatek wpływa przede wszystkim na teksturę produktów spożywczych, zmienia ich stabilność podczas przechowywania, a w przypadku pieczywa hamuje jego czerstwienie. W praktyce jako dodatek do produktów, zwykle na poziomie od 0,2% do 1%, stosowany jest błonnik rozpuszczalny, taki jak guma guar, guma ksantynowa, inulina lub pochodne celulozy [11].

PRZEGLĄD BADAŃ EKSPERYMENTALNYCH

Dodatek wytłoków w celu wzbogacenia produktów

Kowalska i wsp. [15] wskazali różne kierunki wykorzystania wytłoków roślinnych. Do mających szczególne znaczenie należy wykorzystanie sproszkowanych po wysuszeniu wytłoków różnych owoców zawierających duże ilości bio-składników, w tym błonnika pokarmowego. Reque i wsp. [22] wykazali, że wytłoki z owoców jagodowych charakteryzują się wysoką aktywnością przeciwutleniającą. Suszone jagody i mąka z suszonych wytłoków straciły odpowiednio 46 i 66% zdolności antyoksydacyjnej w porównaniu z surowcem. Mąka uzyskana z produktu ubocznego guawy może być przydatna w produkcji ciast o wysokiej zawartości biokomponentów. Opracowano recepturę na ciasto z różnymi proporcjami mąki (30, 50 i 70%) uzyskanej ze skórek guawy [3]. Analiza sensoryczna wykazała najwyższą akceptację aromatu, smaku i tekstury ciast zawierających

30% mąki ze skórek guawy. Dodatek ten spowodował zwiększenie zawartości błonnika, związków mineralnych, polifenoli i beta-karotenu badanych wyrobów. Ponadto uzyskane ciasta charakteryzowały się niską zawartością lipidów i węglowodanów. Dlatego też mąka ze skórek guawy może być stosowana do częściowego zastąpienia mąki pszennej do produkcji ciast w celu poprawy wartości odżywczej wraz z zachowaniem oczekiwanej jakości sensorycznej produktu.

Badania Ferreiry i wsp. [8] przeprowadzono w celu opracowania nowych produktów spożywczych na podstawie pozostałości z produkcji napojów izotonicznych. Wytłoki i pozostałości z pomarańczy, marakui, arbuza, sałaty, cukinii, marchwi, szpinaku, mięty, taro, ogórka i rukoli zostały przetworzone na mąkę, która charakteryzowała się wysoką zdolnością zatrzymywania wody, a także wysokim poziomem węglowodanów (53%) i błonnika (21,5%). Zastąpienie tradycyjnej mąki resztkami w postaci sproszkowanych pozostałości roślinnych (20–35%) wykorzystano do produkcji herbatników i batoników zbożowych. Herbatniki z 35% dodatkiem mąki z produktów ubocznych miały znacznie wyższą zawartość błonnika (57–118%) i związków mineralnych (25–37%), w porównaniu z herbatnikami, do których zastosowano 20% dodatek takiej mąki. Batoniki zbożowe z tej mąki zawierały około 75% celulozy i zmienną zawartość składników mineralnych w zakresie 14–37% [8]. Włączenie mąki nie tylko nie zmieniło zawartości tłuszczu, ale także nie pogorszyło akceptacji produktów przez konsumentów. Jednak Pop i wsp. [20] poinformowali, że włączenie mąki z jagód goji do produktów cukierniczych wpłynęło negatywnie na ich jakość.

Kidoń i wsp. [13] zastosowali dodatek suszonych wytłoków jabłkowych do produkcji wafli suchych, zastępując nimi mąkę w ilości 10 i 12,5%. Stwierdzono, że dodatek wytłoków do ciasta wafelowego powoduje znaczny wzrost zawartości związków polifenolowych w produkcie finalnym. Jednocześnie dodatek wytłoków wpłynął na ciemniejszą barwę wafli. Nie wskazano różnic w instrumentalnej ocenie twardości, natomiast ocena sensoryczna wykazała różnice w teksturze wafli z dodatkiem wytłoków. Stwierdzono, że suszone wytłoki jabłkowe w ilości do 10% mogą być dobrym dodatkiem wzbogacającym do produkcji pieczywa wafelowego, powodując zwiększenie zawartości polifenoli jako składników prozdrowotnych przy niewielkich zmianach cech sensorycznych.

Modyfikacje składu ciasta przez częściowe zastąpienie mąki

W wielu publikacjach przedstawiono próby wykorzystania błonnika pozyskanego z różnych rodzajów wytłoków w celu częściowego zastąpienia mąki w produktach piekarskich. Baca i wsp. [2] wykazali, że błonnik jabłkowy charakteryzuje się przyjemnym jabłkowym zapachem, beżową barwą oraz kwaśnym smakiem, co świadczy o wysokiej zawartości kwasów organicznych. Stosowany przez tych badaczy preparat błonnikowy w postaci proszku w przeliczeniu na suchą substancję zawierał około 4,3% białka ogółem, 60,9% błonnika, w tym 14,3% błonnika rozpuszczalnego. W badaniach Bacy i wsp. [2] błonnik dodawano bezpośrednio do mąki pszennej (typ 750) w ilości 10, 15, lub 20%. Ciasta przygotowano z mąki pszennej, preparatu błonnika, drożdży, soli i wody. Chleb pieczono w formach metodą bezpośrednią. Stwierdzono, że dodatek preparatu błonnika jabłkowego do mąki powodował wzrost jej wodochłonności

i kwasowości, ciasto było mniej stabilne i wymagało dłuższego czasu mieszania. Wraz z dodatkiem błonnika jabłkowego zwiększała się zawartość błonnika całkowitego i rozpuszczalnego w chlebie. Jednakże błonnik jabłkowy, przy większych dawkach, wpływał na obniżenie jakości pieczywa.

Ze względu na brak glutenu i skład frakcji białkowej oraz lipidowej, Szydłowska i Kołożyn-Krajewska [24] wykazały, że w piekarnictwie może być stosowana mąka z nasion dyni. Przedstawiły opracowanie receptury ciasta drożdżowego z dodatkiem mąki dyniowej i bez dodatku cukru, który został zastąpiony inuliną. Odnotowały zwiększoną zawartość błonnika w drożdżówkach. Dodatek mąki z miąższu dyni w ilości 4% w stosunku do mąki pszennej wpłynął korzystnie na barwę ciasta i jego wartość odżywczą, jednak większa ilość mąki dyniowej wpływała na obniżenie jakości sensorycznej produktu. Podobnie badania Uthumporn i wsp. [28] oraz Ambigaipalan i Shahidi [1] wykazały możliwość zwiększenia zawartości błonnika pokarmowego w wyrobach cukierniczych poprzez zastosowanie dodatku mąki dyniowej. W badaniach Kopeć i wsp. [14] do wzbogacenia pieczywa pszenżytniego wykorzystano dodatek mąki łubinowej na poziomie 9%. Wpłynęło to pozytywnie na smak i zapach chleba. Większy dodatek tej mąki powodował obniżenie jakości sensorycznej pieczywa.

W celu zwiększenia zawartości błonnika pokarmowego Mukti i wsp. [18] opracowali recepturę ciasta z dodatkiem otrąb kukurydzy. Nie odnotowali istotnych różnic w ocenie pożądalności prób ciasta z dodatkiem prozdrowotnym na poziomie 10 i 20% w porównaniu z próbą kontrolną.

Tańska i Rotkiewicz [26] badały możliwości wykorzystania wyłoków jabłkowych w produkcji różnego rodzaju pieczywa. Badania polegały na wypieku pieczywa z mąki pszennej typ 650, 2000 oraz bezglutenowej z dodatkiem wysuszonych i zmieszanych wyłoków jabłkowych w ilości 0, 5, 10 i 15%. Wykazano, że wraz ze wzrostem dodatku wyłoków jabłkowych wydajność ciasta zwiększała się, lecz zmiany te nie były zależnością liniową. Każdy dodatek wyłoków powodował zmniejszenie objętości wypieków, wpłynął niekorzystnie na elastyczność mięksiszu; wartość siły i energii ściskania zwiększyły się o około 60%. Największy dodatek 15% wyłoków spowodował wzrost wydajności o około 11%, ale też obniżenie wartości wypiekowej. Całkowita strata wypiekowa wynikająca z odparowania wody, którą kształtuje odpowiednia jakość skórki oraz prawidłowy wypiek, zależała głównie od rodzaju mąki; największą stratę odnotowano w pieczywie bezglutenowym, a najmniejszą w razowym. Najbardziej korzystnym okazał się 10% dodatek wyłoków jabłkowych, zarówno w przypadku pieczywa razowego jak i bezglutenowego. Badania organoleptyczne wykazały większą akceptowalność pieczywa bezglutenowego, natomiast nie wykazały różnic w przypadku pozostałych rodzajów pieczywa. W przypadku pieczywa bezglutenowego niekorzystnym skutkiem było pogorszenie porowatości mięksiszu.

W publikacji Bińczak i wsp. [4] autorzy ocenili jakość oraz właściwości pieczywa pszennego z dodatkiem wyłoków z rzepaku w ilości 0, 5, 10 i 15%. W badaniach uwzględniono ocenę sensoryczną i analizę struktury. Zaobserwowano wzrost twardości w odniesieniu do próby kontrolnej zarówno dla przypadku 10 jak i 15% dodatku, natomiast tylko w przypadku 15% dodatku był on statystycznie istotny. Podobnie w przypadku pieczywa przechowywanego przez 48 h najbardziej porównywalną do próbki kontrolnej jakość sensoryczną odnotowano w próbkach

chleba z 5% dodatkiem wyłoków rzepakowych. Mając na uwadze jak ważna dla konsumenta jest akceptowalność sensoryczna podczas decyzji o zakupie pieczywa, zastosowanie wyższego niż 5% dodatku wyłoków rzepakowych wydaje się być nieuzasadnione, wiąże się bowiem ze znacznym zwiększeniem twardości mięksiszu oraz ryzykiem pojawienia się gorzkiego posmaku. Wyłoki rzepakowe spowodowały również ciemnienie mięksiszu w porównaniu do próbki bez dodatku wyłoków.

PODSUMOWANIE

Błonnik pokarmowy spełnia w organizmie człowieka wiele korzystnych funkcji od tworzenia odpowiedniego podłoża dla rozwoju pożądanych bakterii w jelicie grubym po absorpcję cholesterolu i trójglicerydów. Zaleca się jego spożycie w codziennej diecie. Wysoką zawartością tego składnika cechują się wyłoki owoców, warzyw i nasion oleistych, które są produktem odpadowym, a więc tanim a zarazem trudnym do zagospodarowania. Ponieważ pieczywo to produkt codziennej potrzeby, pomysł zastosowania wyłoków w jego produkcji mógłby przyczynić się do znacznego zwiększenia spożycia błonnika przez społeczeństwo (korzyść prozdrowotna) oraz otworzyć nową drogę zagospodarowania wyłoków (korzyść ekonomiczna). Ważnym aspektem jest jednak zachowanie odpowiedniej jakości sensorycznej pieczywa, tym bardziej podkreśla to istotność wykonywanych badań eksperymentalnych.

Od strony technologicznej dodatek wyłoków do ciasta chlebowego powoduje zmiany tekstury (elastyczności, twardości) oraz niekiedy pogorszenie cech sensorycznych, np. pojawienie się gorzkiego smaku lub ciemnienie mięksiszu. Biorąc pod uwagę analizowane parametry ciasta i pieczywa, najbardziej korzystny wydaje się 10% dodatek wyłoków jabłkowych w stosunku do masy mąki, bądź 5% dodatek wyłoków z rzepaku. Wyniki te pokazują, iż istnieje potrzeba prowadzenia dalszych badań nad możliwościami stosowania wyłoków do produkcji pieczywa. Biorąc pod uwagę aspekty zdrowotne oraz rosnącą świadomość konsumentów, jest to kierunek przyszłościowy.

LITERATURA

- [1] **AMBIGAIPALAN P., F. SHAHIDI.** 2016. "Date seed flour and hydrolysates affect physicochemical properties of muffin". *Food Bioscience* 12: 54–60.
- [2] **BACA E., A. KAPKA, M. KARAŚ, D. ZIELIŃSKA.** 2011. „Wpływ dodatku błonnika jabłkowego do mąki pszennej na właściwości funkcjonalne ciasta i jakość chleba”. *Problemy Higieny i Epidemiologii* 92(4): 868–871.
- [3] **BERTAGNOLLI S. M. M., M.L.R. SILVEIRA, A. DE OLIVEIRA FOGAÇA, L. UMANN, N.G. PENNA.** 2014. "Bioactive compounds and acceptance of cookies made with Guava peel flour". *Food Science and Technology (Campinas)* 34(2): 303–308.
- [4] **BIŃCZAK O., T. PAWŁOWSKI, A. JANKOWSKA, D. KOWALSKI.** 2016. „Wpływ dodatku wyłoków rzepakowych na jakość sensoryczną chleba”. W: *Zagospodarowanie Ubocznych Produktów Przemysłu Spożywczego*, red: Góreckiej D. i Pospiecha E. Wyd. PTTŻ, Oddział Wielkopolski, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu 36–46.

- [5] **CYBULSKA J., A. ZDUNEK, I. SITKIEWICZ, S. GALUS, E. JANISZEWSKA, S. LABA, M. NOWACKA. 2013.** „Możliwości zagospodarowywania wyłoków i innych odpadów przemysłu owocowo-warzywnego”. *Przemysł Fermentacyjny i Owocowo-Warzywny* 9: 27–29.
- [6] **CYBULSKA J., J. MIERCZYŃSKA. 2018.** „Sposób otrzymywania uniwersalnego dodatku do żywności do stabilizacji tekstury albo zagęszczania, zwłaszcza z wyłoków jabłkowych oraz dodatek otrzymany tym sposobem”. Patent PL 227863 B1.
- [7] **DEVRIES J. W. 2001.** “The definition of dietary fiber”. *Cereal Foods World*. 48(3): 112–129.
- [8] **FERREIRA M. S. L., M. C. P. SANTOS, T. M. A. MORO, G. J. BASTO, R. M. S. ANDRADE, E. GONCALVES. 2015.** “Formulation and characterization of functional foods based on fruit and vegetable residue flour”. *Journal of Food Science and Technology- Mysore* 52(2): 822–830.
- [9] **FRONC A., A. NAWIRSKA. 1994.** „Możliwości wykorzystania odpadów z przetwórstwa owoców”. *Ochrona Środowiska* 16(2): 31–32.
- [10] **GAŚSIOROWSKI H. 1995.** *Owies, chemia, technologia*. Poznań: Wyd. PWRiL: 47–62.
- [11] **GÓRECKA D. 2008.** „Błonnik pokarmowy. Znaczenie żywieniowe i technologiczne”. *Przegląd Zbożowo-Młynarski* 11: 23–26.
- [12] **HEMWIMON S., P. PAVASANT, A. SHOTIPRUK. 2007.** “Microwave-assisted extraction of antioxidative anthraquinones from roots of *Morinda citrifolia*”. *Separation and Purification Technology* 54: 44–50. dostęp 02.05.2019, http://inzynieria-aparatura-chemiczna.pl/pdf/2015/2015-5/InzApChem_2015_5_286-287.pdf
- [13] **KIDOŃ M., J. FOGIEL, D. WALKOWIAK-TOMCZAK, E. RADZIEJEWSKA-KUBZDELA, R. BIEGAŃSKA-MARECIK, K. MLYNARCZYK. 2016.** „Zastosowanie suszonych wyłoków jabłkowych jako dodatku do produkcji wafli”. W: *Zagospodarowanie Ubocznych Produktów Przemysłu Spożywczego*, red: Góreckiej D. i Pospiecha E. Wyd. PTTŻ Oddział Wielkopolski, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu: 47–55.
- [14] **KOPEĆ A., A. BAĆ. 2013.** „Wpływ dodatku mąki łubinowej na jakość chleba pszenżytniego”. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 5 (90): 142–153.
- [15] **KOWALSKA H., K. CZAJKOWSKA, J. CICHOWSKA, A. LENART. 2017.** „What’s new in biopotential of fruit and vegetable by-products applied in the food processing industry”. *Trends in Food Science & Technology* 67: 150–159.
- [16] **KRUCZEK M., D. GUMUL, A. ARECZUK. 2016.** „Współczesne możliwości zagospodarowania poprodukcyjnych odpadów przemysłu owocowego. Odnawialne źródła energii i gospodarka odpadami oraz ochrona i gospodarowanie zasobami przyrody – wybrane problemy w Polsce”. Red. Klich M. i Kozłowski J. Wyd. Państwowej Wyższej Szkoły Zawodowej w Tarnowie: 33–39.
- [17] **LARRAURI J. A. 1999.** “New approaches in the preparation of high dietary fibre powders from fruit byproducts”. *Trends in Food Science & Technology* 10: 3–8.
- [18] **MUKTI S., X. L. SEAN, S. F. VAUGHN. 2012.** “Effect of corn bran as dietary fiber addition on baking and sensory quality”. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology* 1(4): 348–352.
- [19] **NAWIRSKA A., M. KWAŚNIEWSKA. 2004.** „Frakcje błonnika w wyłokach z owoców”. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria* 3(1): 13–20.
- [20] **POP A., S. MUSTE, S. MAN, C. MURESAN. 2013.** “Study of valorification of *Lycium barbarum* (Goji) in pastry products”. *Food Science and Technology* 70(2): 93–98.
- [21] **RENARD C., A. BARON, S. GUYOT, J. DRILLEAU. 2001.** “Interactions between apple cell walls and native apple polyphenols’ quantification and some consequences”. *International Journal of Biological Macromolecules* 29: 115–125.
- [22] **REQUE P. M., R. S. STEFENS, A. M. DA SILVA, A. JABLONSKI, S. H. FLORES, A. DE OLIVEIRA RIOS. 2014.** “Characterization of blueberry fruits (*Vaccinium spp.*) and derived products”. *Food Science and Technology* 34(4): 773–779.
- [23] **STANISŁAWSKA J., I. KURZAWA. 2016.** „Spożycie pieczywa i produktów zbożowych w gospodarstwach domowych według grup społeczno-ekonomicznych w Polsce”. *Studia i Prace WNEiZ US. Nr 43 T. 3 Zarządzenie*: 391–401.
- [24] **SZYDŁOWSKA A., D. KOŁOŻYŃ-KRAJEWSKA. 2016.** „Projektowanie innowacyjnych wyrobów z ciasta drożdżowego bez dodatku cukru”. *Materiały Konferencyjne Polskiego Towarzystwa Technologów Żywności (PTTŻ) Oddział Małopolski: Innowacyjne Rozwiązania w Technologii Żywności i Żywieniu Człowieka*, red. Tarko T., Drożdż I., Najgebauer-Lejko D., Duda-Chodak A. Wyd. PTTŻ Oddział Małopolski. 271–284. Dostęp: 02.05.2019. <http://www.pttzm.org/attachments/File/MONOGRAFIA2.pdf>
- [25] **SZYMAŃSKI Ł., B. GRABOWSKA, K. KACZMARSKA, Ż. KURLETO. 2015.** „Celuloza i jej pochodne – zastosowanie w przemyśle”. *Archives of Foundry Engineering* 15(4): 129–132.
- [26] **TAŃSKA M., D. ROTKIEWICZ. 2011.** „Wykorzystanie wyłoków jabłkowych w produkcji pieczywa”. *Bromatologia i Chemia Toksykologiczna*. XLIV 3: 847–853.
- [27] **TARKO T., A. DUDA-CHODAK, A. BEBAK. 2012.** „Aktywność biologiczna wybranych wyłoków owocowych oraz warzywnych”. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*. 19(4): 55–65.
- [28] **UTHUMPORN U., W. L. WOO, A. Y. TAJUL, A. FAZILAH. 2015.** “Physico-chemical and nutritional evaluation of cookies with different levels of eggplant flour substitution” *CyTA–Journal of Food*. 13: 220–226.
- [29] **WICHROWSKA D., E. ŻARY-SIKORSKA. 2015.** „Właściwości prozdrowotne jabłkowych wyłoków poprasowych”. *Inżynieria i Aparatura Chemiczna* 54(5): 286–287.
- [30] **WIKIERA A., M. IRLA, M. MIKA. 2014.** „Prozdrowotne właściwości pektyn”. *Postępy Higieny i Medycyny Doświadczalnej* 68: 590–596.