

**Magdalena Jaworska, Marta Parszewska, Anna Wirkijowska**  
Studenckie Koło Naukowe Technologów Żywności  
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

## **WPŁYW DODATKU MĄCZKI Z TOPINAMBURU (*HELIANTHUS TUBEROSUS*) NA WYBRANE CECHY FIZYCZNE PIECZYWA PSZENNEGO**

### **Streszczenie**

Celem pracy było określenie wpływu mączki z topinamburu na cechy technologiczne pieczywa pszenne.

W obecnych czasach producenci żywności poszukują nowych rozwiązań w kierunku wzbogacania żywności w składniki funkcjonalne np. błonnik pokarmowy. Zastosowanie mączki z topinamburu jako zamiennika mąki pszennej poprawia wartość żywieniową pieczywa i wzbogaca je w cenne prebiotyczne frakcje błonnika pokarmowego. W pracy badano wpływ dodatku mączki z topinamburu w ilości do 20 % na przebieg procesu wypieku pieczywa pszenne (wydajność pieczywa, strata piecowa całkowita) oraz na cechy jakościowe (objętość 100 g pieczywa, wilgotność miękiszu, barwa miękiszu). Dodatkowo pieczywo pszenne wzbogacone wyżej wymienionym komponentem zostało poddane ocenie konsumenckiej w celu określenia stopnia jego atrakcyjności. Badania wykazały, że nawet 10% dodatek mączki z topinamburu nie tylko daje możliwość uzyskania pieczywa wzbogaconego w błonnik pokarmowy, ale jednocześnie pozwala na zachowanie cech sensorycznych charakterystycznych dla tradycyjnego pieczywa pszenne.

### **Wstęp**

Pieczywo stanowi podstawowy składnik diety człowieka. Jest ono łatwo dostępne, a także uznawane za najlepsze źródło węglowodanów złożonych. Ponadto dostarcza również białka, tłuszczu, błonnika pokarmowego oraz cennych składników mineralnych m.in. żelaza, wapnia, a także witamin z grupy B (Kunachowicz i in., 2016).

W ostatnich latach w Polsce utrzymuje się tendencja spadkowa spożycia pieczywa. Według GUS (Główny Urząd Statystyczny) w latach 2010 – 2019 spożycie pieczywa w kraju zmalało o ponad 36 % (GUS, 2020, 2018, 2016, 2014, 2012).

Na spadek zainteresowania konsumentów pieczywem wpływa wiele czynników m.in. zmiany w nawykach żywieniowych Polaków, którzy coraz częściej sięgają po słone przekąski lub słodkie wyroby ciastkarskie, a także wysoko przetworzone produkty typu fast-food. Są to produkty o niskiej wartości odżywczej w przeciwieństwie do pieczywa, które jest bogate w węglowodany złożone i stanowi bardzo dobre źródło energii dla organizmu człowieka (Gorzelań-Działkowiec, 2013).

Producenci pieczywa starają się zachęcić konsumentów do spożywania pieczywa. Dlatego wprowadzają modyfikacje istniejących receptur oraz nowe komponenty które wzbogacają wartość odżywczą wyrobów piekarniczych oraz pozytywnie wpływają na zdrowie człowieka. Uzyskane w ten sposób pieczywo jest bardziej atrakcyjne dla konsumentów. Największą trudnością podczas wprowadzania modyfikacji recepturowych jest zachowanie cech fizycznych pieczywa na poziomie akceptowalnym przez konsumenta (Borowska, Rejman, 2011; Jeżewska-Zychowicz, 2016).

Topinambur, roślina należąca do rodziny astrowatych, spokrewniona ze słonecznikiem bulwiastym i tak też czasem jest nazywana. Produkowana z niego mączka może stanowić ciekawy dodatek do pieczywa zarówno ze względów organoleptycznych (smak, zapach) jak również wartości odżywczej (Sawicka, 2016). Głównym składnikiem suchej masy bulwy topinamburu są węglowodany, a spośród nich najwięcej jest fruktanów – 41,4-50,5 g (Cieślik, Gębusia, 2010). Najważniejszym z fruktanów jest inulina, która stanowi 75-80 % wszystkich węglowodanów (Mystkowska, Zarzecka, 2013). Inulina jest cennym probiotykiem, posiada właściwości wpływające na hamowanie rozwoju patogennych bakterii w jelitach (Chyc, Ogonowski, 2014). Pozostałe cukry występują w postaci fruktozy, sacharozy i glukozy (Szewczyk i in., 2019). Zawartość błonnika pokarmowego w bulwach topinamburu wynosi średnio 1,6/100 g bulwy. W skład błonnika wchodzi głównie frakcje nierozpuszczalne celulozy i ligniny oraz hemicelulozy i związki pektynowe (Sawicka i in., 2018).

Słonecznik bulwiasty jest również dobrym źródłem białka, którego zawartość wynosi 5,5–12,5 g/ 100 g suchej masy i zależy od kilku czynników, m.in. stopnia dojrzałości bulwy oraz okresu przechowywania. Wraz z dojrzewaniem rośliny zawartość tego składnika w bulwach maleje. Natomiast w bulwach zbieranych po ich zimowym przechowywaniu w glebie zawartość białka wzrasta (Cieślik, Gębusia, 2010). Białka topinamburu dostarczają aminokwasy egzogenne m.in. treoninę i tryptofan (Horochowska i in., 2017). Ponadto w porównaniu do ziemniaka charakteryzują się wysoką zawartością metioniny oraz brakiem fenyloalaniny i tyrozyny dzięki czemu mogą być spożywane przez osoby chore na fenyloketonurię (Krochmal-Marczak i in., 2021).

Bulwy topinamburu mają niską wartość energetyczną, tylko 73 kcal/ 100 g surowych bulw. Są one również źródłem kwasów tłuszczowych nienasyconych, głównie kwasu linolowego. Suma lipidów wolnych i związanych stanowi średnio 0,73-0,76 g/ 100 g suchej masy bulw. Topinambur dostarcza cennych składników mineralnych takich jak potas, fosfor i magnez oraz witamin, głównie witaminy C i witamin z grupy B (Sawicka i in., 2018).

Dodatek mączki z topinamburu wpływa korzystnie na jakość organoleptyczną pieczywa. Zawarta w bulwach inulina, szczególnie ta o niskim stopniu polimeryzacji, może być stosowana jako środek spulchniający przy

wypieku. Dodatek inuliny do mąki w ilości 2-12 % powoduje wzrost objętości bochenków, nadaje chrupkości i spowalnia proces czerstwienia (Chyc, Ogonowski, 2014).

Celem niniejszej pracy było określenie możliwości zastosowania mączki z topinamburu jako zamiennika mąki pszennej w technologii wypieku pieczywa, zachowującego cechy tradycyjnego jasnego pieczywa pszenne.

### Material i metoda

Materiał doświadczalny stanowiły handlowa mąka pszenna typ 750 (Tab. 1) oraz mączka z topinamburu zakupiona na rynku lokalnym. Mąkę z topinamburu stosowano jako zamiennik mąki pszennej zgodnie z modelem doświadczenia (Tab. 2). Jakość mąki pszennej została określona za pomocą aparatu do liczby opadania SWD oraz zestawu do określania jakości glutenu PerkinElmer (Perten Glutomatic GM 2000, wirówka do glutenu CF 2010 oraz suszarka Glutork 2020).

Ciasto na chleby prowadzone było metodą jednofazową z przebicciem po 2/3 czasu przewidzianego na fermentację (Horubałowa, Haber, 1985). Ciasto przygotowano z mąki pszennej, mączki z topinamburu, drożdży, soli i wody w ilościach zgodnych z modelem doświadczenia (Tab.1). Wypiek kęsów o masie 295 g prowadzono w piecu laboratoryjnym PL-10 w temperaturze 230°C przez 35 minut. Dla każdej próby wypiekano 3 bochenki chleba.

**Tabela 1.** Jakość mąki wypiekowej

Wyróżniki jakości		Jednostka	Wartość
Zawartość mokrego glutenu		[%]	25
Jakość glutenu	Elastyczność	[°]	2- średnio elastyczny
	Rozpływalność	Mm	9
	Wilgotność	[%]	61
Liczba glutenowa		-	35
Liczba opadania		[s]	227

Źródło: Opracowanie własne.

**Tabela 2.** Model doświadczenia wypieku metodą bezpośrednią

Rody	Udział [%]		Woda [ml]	Drożdże [%]	Sól [%]
	mączka z topinamburu	mąka pszenna			
CON	0	100	350	3,00	1,50
CH5T	5,0	95,0			
CH10T	10,0	90,0			
CH15T	15,0	85,5			
CH20T	20,0	80,0			

Źródło: Opracowanie własne.

Ocena jakości pieczywa obejmowała określenie wydajności pieczywa i straty piecowej całkowitej (Horubałowa, Haber, 1985). Wydajność pieczywa określono za pomocą wzoru :

$$Wyd_c = \frac{A}{m} \times 100$$

gdzie:  $Wyd_c$  – wydajność ciasta [%], A – masa ciasta [g]; m – masa mąki o wilgotności 15,0% [g].

Stratę piecową całkowitą określono ze wzoru:

$$SP_c = \frac{(B - E)}{B} \times 100$$

gdzie:  $SP_c$  – strata piecowa całkowita [%], B – masa kęsa [g], E – masa pieczywa po dokładnym ostygnięciu, ochłodzeniu [g].

Ocenę organoleptyczną oraz jakość pieczywa, w tym wydajność pieczywa, objętość bochenka i wilgotność mięksiszu, analizowano w ciągu 24 godziny od wypieku. Objętość pieczywa określono za pomocą aparatu SA-WA, wilgotność mięksiszu oznaczono zgodnie z metodą AACC 14-5A (Jusoh i in., 2013), używając tylko części mięksiszowej.

Porowatość oznaczono metodą Dallmana. Barwę mięksiszu określono za pomocą kolorymetru (X-Rite 8200, Inc. USA; ze standardowym źródłem światła (D65), standardowym obserwatorem kolorymetrycznym ( $10^\circ$ ) i otworem o średnicy 12,3 mm). Oceniono parametry jasności  $L^*$  (0=czarny, 100=biały), zieloności/czerwoności  $a^*$ , oraz żółtości/niebieskości  $b^*$  (rosnące wartości a i b oznaczają rosnącą intensywność koloru zielonego i żółtego. Różnica kolorów  $\Delta E^*$  – zwykle klasyfikowana jako mała (0-1,5), wyraźna (1,5-3) i bardzo wyraźna (>3) – została obliczona w następujący sposób:

$$E = \sqrt{(L_c - L_i)^2 + (a_c - a_i)^2 + (b_c - b_i)^2}$$

gdzie: to parametry barwy próbki kontrolnej przyjętej jako odniesienie oraz  $L_i$ ,  $a_i$ ,  $b_i$  które są parametrami próbek badanego pieczywa. Wskaźnik białości WI próbek obliczono według następującego wzoru:

$$WI = 100 - \left[ (100 - L_c)^2 + a_c^2 + b_c^2 \right]^{0,5}$$

W ocenie akceptowalności konsumenckiej brało udział 30 osób (18 kobiet i 12 mężczyzn) w przedziale wiekowym od 20 do 60 lat. Ankietowani

zostali wstępnie przeszkoleni. Ocena organoleptyczna została przeprowadzona przy użyciu 5-cio punktowej skali hedonicznej, gdzie ocena 5.0 pkt oznacza ocenę najlepszą a 1.0 pkt ocenę najgorszą. Ocenie poddano takie cechy jak wygląd zewnętrzny, smak, zapach, barwa oraz elastyczność i porowatość. Na potrzeby badania przyjęto, że średnia ocen w przedziale: 5.0-4.5 – oznacza pełną akceptowalność produktu, 4.49-4.0 – oznacza akceptowalność przez konsumentów, lecz zauważyli oni drobne odchylenia, 3.99-3.5 – pieczywo jest dobre, ale posiada już zauważalne odchylenia, 3.49-2.0 – produkt akceptowalny tylko przez niektórych konsumentów, pieczywo innej jakości niż się spodziewali, 1.99-1.0 – produkt nieakceptowalny przez konsumentów

Paneliści zostali wybrani na podstawie następujących kryteriów: dobry stan zdrowia, niepalący, brak alergii na gluten/pszenicę oraz chęć uczestniczenia (dobrowolna, pisemna deklaracja udziału w badaniu).

Do oceny sensorycznej bochenki pokrojono mechanicznie na plastry o grubości 1 cm. Kolejność podawania próbek pieczywa (zakodowanych) była losowa. Uczestnicy panelu otrzymywali zwykłą wodę (o temperaturze pokojowej) w celu oczyszczenia podniebienia przed i pomiędzy badaniami próbek pieczywa. Ocenę sensoryczną przeprowadzono w laboratorium przy oświetleniu LED i w temperaturze otoczenia .

Dane analizowano przy użyciu jednoczynnikowej analizy wariancji, średnie porównywano za pomocą testu Tukey'a przy użyciu oprogramowanie Statistica (v.13.3; StatSoft Inc., Tulsa, OK, USA). Poziom istotności różnic ustalono na poziomie  $P \leq 0,05$ .

## Wyniki

Mąka pszenna wykorzystywana do wypieku była dobrej jakości (Tab. 1). Charakteryzowała się zawartością glutenu mokrego 25 % przy rozpląwalności 9 mm, liczba opadania wynosiła 227 s; takie parametry są powszechnie akceptowalne jako właściwe dla tego typu surowców (Cichoń, Ptak, 2005)

Wydajność pieczywa pszennego wynosiła 137 % i była porównywalna do wydajności prezentowanej w literaturze (Wirkijowska i in., 2015). Dodatek mączki z topinamburu w ilości 5% powodował statystycznie istotny wzrost wydajności pieczywa ( $P \leq 0,05$ ) (Tab. 3). Wprowadzanie większego dodatku maki z topinamburu powodowało spadek wydajności jednak nie były to zmiany statystycznie istotne w porównaniu do pieczywa kontrolnego.

Procesowi pieczenia a następnie studzenia pieczywa towarzyszy utrata wilgoci. Największą całkowitą stratę wypiekową w badanym pieczywie odnotowano w chlebie z 20% dodatkiem mączki, wynosiła ona 14,4 g/100g. Wartość ta była porównywalna ze stratą uzyskaną w próbie kontrolnej, która wyniosła 14,6 g/100g. W pieczywie z 5, 10 i 15 % dodatkiem mączki z topinamburu zaobserwowano spadek całkowitej straty wypiekowej, ale tylko



w próbie CH5T (całkowita strata wypiekowa 12,2g straty/100g) był to statystycznie istotny spadek ( $P \leq 0,05$ ). Mniejsze straty wypiekowe w porównaniu do pieczywa pszennego notowane były także w pieczywie z dodatkiem surowców wysokobłonnikowych jak wytloki lniane czy jęczmień (Wirkijowska i in., 2021, Wirkijowska i in., 2015)

Wyższa wilgotność pieczywa świadczy o jego jakości i wpływa na jego trwałość. Wilgotność świeżego miękiszu w pieczywie CON odnotowano na poziomie 42% (Tab. 3). Dodatek mączki z topinamburu powodował nieznaczny wzrost wilgotności, jednak nie były to zmiany statystycznie istotne. Dane literaturowe nie potwierdzają uzyskanych wyników. Surowce wysokobłonnikowe wprowadzone do receptury pieczywa powodują istotny wzrost wilgotności (Wirkijowska i in., 2020; Zarzycki i in., 2021; Almeida i in., 2013). Prawdopodobnie brak zmiany w wilgotności miękiszu związany jest ze składem frakcyjnym błonnika mączki z topinamburu.

Objętość właściwa i porowatość miękiszu to cechy pieczywa na które konsumenci zwracają największą uwagę. Bochenki chleba o dużej objętości są często bardziej atrakcyjne dla konsumentów. Dodatek topinamburu wpływał na istotne zmniejszenie objętości pieczywa w porównaniu z pieczywem kontrolnym (Rys. 1). Zmniejszenie objętości bochenków zaobserwowano już w próbie CH5T odnotowując 50 % spadek badanego parametru. Spadek objętości bochenków zaobserwowano również w przypadku pieczywa pszennego z dodatkiem innych składników wysokobłonnikowych, co związane jest z rozrzedzeniem siatki glutenowej przez surowce bezglutenowe (Kasprzak i in., 2011; Wirkijowska i in., 2018).

**Tabela 3.** Cechy fizyczne badanego pieczywa

Kod	Wydajność pieczywa (%)	Całkowita strata wypiekowa (g strata/100g)	Objętość kęsów o masie 295 g (cm <sup>3</sup> )	Objętość mąki	Wilgotność miękiszu	Współczynnik porowatości (%)
CON	137,3bc ± 0,1	14,6a ± 0,1	329,0a ± 19,2	451,8a ± 26,2	42,0a ± 0,7	70
CH5T	141,1a ± 0,9	12,2b ± 0,6	168,7b ± 22,2	237,8b ± 30	42,2a ± 0,6	70
CH10T	138,4b ± 0,3	13,7a ± 0,2	151,8b ± 2,5	210,2b ± 3,1	42,2a ± 0,5	70
CH15T	138,0b ± 0,6	13,7a ± 0,4	149,2b ± 11,8	205,9b ± 16,3	42,6a ± 0,5	80
CH20T	135,9c ± 1,1	14,4a ± 0,7	141,2b ± 1,7	191,8b ± 3,1	43,3a ± 0,6	90

CON – próbka kontrolna (100% mąki pszennej), CH\_T- pieczywo wzbogacone odpowiednim dodatkiem mączki z topinamburu, Różne litery w tej samej kolumnie oznaczają istotną różnicę ( $P \leq 0,05$ ).

Źródło: Opracowanie własne.

Ceglińska i in. (2001) oraz Gómez i in. (2003) podkreślają zależność porowatości miękiszu, od procesu fermentacji, właściwości wypiekowych użytej mąki oraz składu surowcowego ciasta. Dodatek mączki z topinamburu powodował wzrost współczynnika porowatości miękiszu pory stawały się co raz drobniejsze (Tab. 3). Odnotowane zmiany są zgodne z danymi literaturowymi (Różyło i in., 2011, Wirkijowska i in., 2020). Ponadto Różyło i in. (2011) odnotowali zależność pomiędzy współczynnikiem porowatości, a objętością pieczywa – bochenki o mniejszej objętości charakteryzowały się wyższym współczynnikiem porowatości czyli pory były drobniejsze i bardziej zbite. Podobną zależność można zaobserwować w badanych próbach pieczywa z dodatkiem mączki z topinamburu.

Wprowadzenie mączki z topinamburu spowodowało istotne zmiany barwy miękiszu (Tab. 4). Oceniono parametry jasności  $L^*$  (0=czarny, 100=biały), zieloności/czerwoności  $a^*$ , oraz żółtości/niebieskości  $b^*$  (rosnące wartości  $a$  i  $b$  oznaczają rosnącą intensywność koloru zielonego i żółtego. Stwierdzono istotny wpływ mączki na wartość  $L^*$  miękiszu co świadczy o zmianie barwy w kierunku barw ciemnych (Rys. 2). Wraz ze wzrostem ilości dodanej mączki z topinamburu notowano istotne zmiany zabarwienia w kierunku barwy zielonej i niebieskiej w porównaniu do pieczywa CON, o czym świadczą zmiany parametru  $a^*$  i  $b^*$  (Tab. 4). Najważniejszym parametrem określającym barwę produktów spożywczych jest  $\Delta E^*$ , który jest równomiernie ważoną kombinacją współrzędnych ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) różnic. Parametr  $\Delta E^*$  wykazał bardzo wyraźną różnicę w barwie pomiędzy poszczególnymi wariantami ( $\Delta E^* > 3,0$ ), w porównaniu z próbą kontrolną.

**Tabela 4.** Parametry barwy pieczywa z dodatkiem mączki z topinamburu

Kod	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$\Delta E^*$	WI
CON	67,6a ± 1,8	1,4d ± 0,3	15,3a ± 1,2		64,1a ± 1,7
CH5T	59,7b ± 2,0	1,4d ± 0,2	14,4ab ± 0,9	8,1d ± 2,0	57,1b ± 2,2
CH10T	52,8c ± 2,4	2,0c ± 0,2	13,2cb ± 1,1	15,0c ± 2,3	51,0c ± 2,6
CH15T	50,6c ± 2,0	2,5b ± 0,3	12,2c ± 1,2	17,4b ± 1,9	49,0c ± 2,2
CH20T	42,6d ± 0,9	3,5a ± 0,1	14,6a ± 0,5	25,1a ± 0,9	40,7d ± 0,8

CON – próbka kontrolna (100% mąki pszennej), CH\_T- pieczywo wzbogacone odpowiednim dodatkiem mączki z topinamburu, Różne litery w tej samej kolumnie oznaczają istotną różnicę ( $P \leq 0,05$ ).

Źródło: Opracowanie własne.



**Rysunek 1.** Widok ogólny pieczywo wzorcowe (CON) oraz z dodatkiem mączki z topinamburu (Od lewej: CON; CH5T ;CH10T; CH15T; CH20T)

Źródło: Archiwum własne.



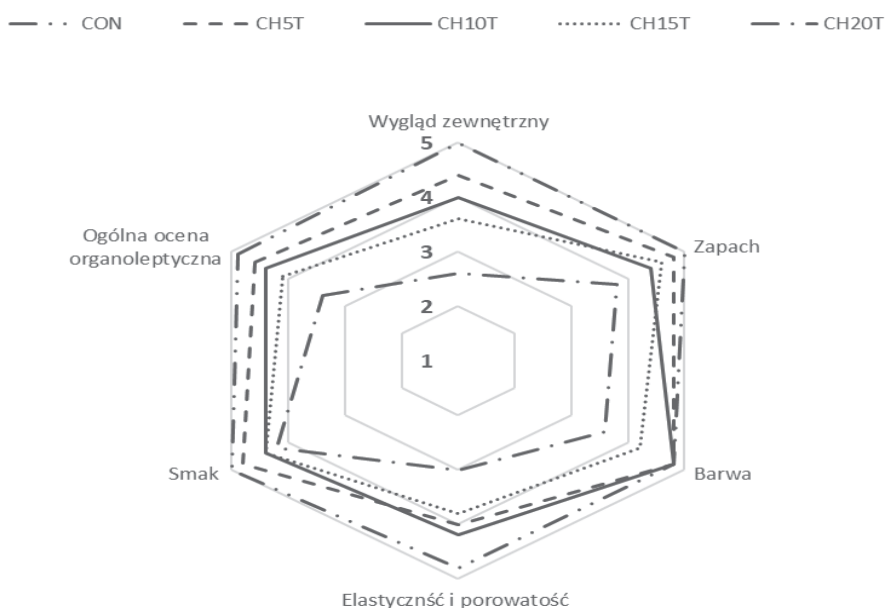
**Rysunek 2.** Pieczywo wzorcowe oraz z dodatkiem mączki z topinamburu – przekrój. (CON; CH5T;CH10T; CH15T; CH20T)

Źródło: Archiwum własne.

**Tabela 5.** Średnia ocen wyników oceny organoleptycznej pieczywa

	Wygląd zewnętrzny	Zapach	Barwa	Elastyczność i porowatość	Smak	Ogólna ocena organoleptyczna
CON	5,0	5,0	4,8	4,8	5,0	4,9
CH5T	4,4	4,8	4,8	4,0	4,8	4,6
CH10T	4,0	4,4	4,8	4,2	4,4	4,4
CH15T	3,6	4,6	4,2	3,8	4,4	4,1
CH20T	2,6	3,8	3,6	3,0	4,2	3,4





**Rysunek 3.** Wyniki konsumenckiej oceny cech sensorycznych pieczywa

Źródło: Opracowanie własne.

Wprowadzenie mączki z topinamburu wpłynęło na zmianę cech sensorycznych pieczywa. Wielkość zmian była warunkowana procentowym udziałem komponentu (Rys. 3). Poza pieczywem wzorcowym najwyżej oceniane było pieczywo z 5 % i 10 % dodatkiem mączki z topinamburu. Wyżej wymienione wyroby charakteryzowały się według respondentów korzystnymi cechami smakowo-zapachowymi. Równie wysoko została oceniona barwa, wygląd zewnętrzny oraz elastyczność i porowatość miękkiszu. W pieczywie z 15 % i 20 % dodatkiem cechy takie jak barwa, wygląd zewnętrzny, zapach, barwa, elastyczność i porowatość miękkiszu uległy pogorszeniu natomiast smak był nadal w pełni akceptowalny przez respondentów.

### Wnioski

1. Mączka z topinamburu może być bardzo cennym wysokobłonnikowym komponentem w produkcji tradycyjnego pieczywa jasnego.
2. Wprowadzenie do pieczywa dodatku mączki z topinamburu wpłynęło na obniżenie objętości i straty piecowej całkowitej oraz na nieznaczny wzrost wilgotności miękkiszu pieczywa.
3. Ze względu na barwę mączki z topinamburu, jej dodatek powodował istotne zmiany barwy miękkiszu, co według respondentów nie należy uważać za wadę.
4. Badania wykazały możliwość uzyskania pieczywa pszennego nawet z 10% dodatkiem mączki z topinamburu, atrakcyjnego dla konsumentów pod względem organoleptycznym, zachowującego cechy tradycyjnego jasnego pieczywa pszennego.

## Piśmiennictwo:

1. Almeida, E. L., Chang, Y. K., & Steel, C. J. (2013). Dietary fibre sources in bread: Influence on technological quality. *LWT-Food Science and Technology*, 50(2), 545-553.
2. Borowska, A., & Rejman, K. (2011). Spożycie pieczywa i preferencje konsumentów wobec innowacyjności produktowej branży piekarskiej. *Studia i Materiały Polskiego Stowarzyszenia Zarządzania Wiedza/Studies & Proceedings Polish Association for Knowledge Management*, (52).
3. Ceglinska, A., Cacak-Pietrzak, G., Haber, T., & Nita, Z. (2001). The milling and baking properties of some varieties of winter wheat. *Biuletyn-Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roslin*, 179-184.
4. Cichoń, Z., & Ptak, M. (2005). Analiza jakości wybranych rodzajów mąki pszennej. *Zeszyty Naukowe/Akademia Ekonomiczna w Krakowie*, (678), 89-102.
5. Cieslik, E., & Gebusia, A. (2010). Topinambur (*Helianthus tuberosus* L.)—bulwa o właściwościach prozdrowotnych. *Postępy Nauk Rolniczych*, 62(3).
6. Chyc, M., & Ogonowski, J. (2014). Słonecznik bulwiasty źródłem cennych surowców dla przemysłu, szczególnie spożywczego, kosmetycznego i farmaceutycznego. *Wiadomości chemiczne*, (68, 7-8), 719-732.
7. GUS (2012). *Rocznik Statystyczny Rzeczypospolitej Polskiej*, Warszawa, s. 289-290.
8. GUS (2014). *Rocznik Statystyczny Rzeczypospolitej Polskiej*, Warszawa, s. 306-307.
9. GUS (2016). *Rocznik Statystyczny Rzeczypospolitej Polskiej*, Warszawa, s. 308-309.
10. GUS (2018). *Rocznik Statystyczny Rzeczypospolitej Polskiej*, Warszawa, s. 310-311.
11. GUS (2020). *Rocznik Statystyczny Rzeczypospolitej Polskiej*, Warszawa, s. 316-317.
12. Gómez, M., Ronda, F., Blanco, C. A., Caballero, P. A., & Apesteguía, A. (2003). Effect of dietary fibre on dough rheology and bread quality. *European Food research and technology*, 216, 51-56.
13. Gorzelany-Dziadkowiec, M. (2015). *Wykorzystanie kluczowych czynników sukcesu w analizie strategicznej na przykładzie branży piekarniczo-cukierniczej*.
14. Horochowska, M., Kołeczek, E., Zdrojewicz, Z., Jagiełło, J., & Pawlus, K. (2017). Topinambur—właściwości odżywcze i lecznicze słonecznika bulwiastego (*Helianthus tuberosus* L.). *Pediatric Endocrinology, Diabetes & Metabolism*, 23(1).
15. Horubałowa A. & Haber T. (1985). *Analiza techniczna w piekarstwie*. Wydawnictwo: WSiP, wyd. II, s. 149.
16. Jezewska-Zychowicz, M. (2016). Zainteresowanie pieczywem z dodatkiem błonnika wśród polskich konsumentów. *Przegląd Zbożowo-Młynarski*, 60(2).
17. Jusoh, Y. M., Chin, N. L., Yusof, Y. A., & Rahman, R. A. (2013). Impact of humidified baking on crust and crumb properties of open bread during storage. *Food Science and Technology Research*, 19(1), 29-37.

18. Kasprzak, M., Rzedzicki, Z., & Sykut-Domanska, E. (2011). Wpływ dodatku razówki owsianej na cechy jakościowe chleba pszennego. *Żywność Nauka Technologia Jakość*, 18(1).
19. Kunachowicz, H., Nadolna, I., Iwanow, K., & Przygoda, B. (2016). *Wartość odżywcza wybranych produktów spożywczych i typowych potraw*. Wydawnictwo Lekarskie PZWL.
20. Krochmal-Marczak, B., Sawicka, B. & Bienia, B. (2021). Topinambur jako surowiec dla przemysłu farmaceutycznego. W: M. Maciąg, K. Maciąg (red.), *Właściwości prozdrowotne roślin i ich metabolitów wtórnych*. Wydawnictwo naukowe TYGIEL sp. z o.o., Lublin, ISBN 978-83-65932-42-6, s. 28-38.
21. Mystkowska, I., & Zarzecka, K. (2013). Wartość odżywcza i prozdrowotna słonecznika bulwiastego (*Helianthus tuberosus* L.). *Postępy fitoterapii*, 2, 123-126.
22. Różyło, R., Laskowski, J., & Dziki, D. (2011). Physical properties of wheat bread baked from dough with different parameters. *Acta Agrophysica*, 18(2), 421-430.
23. Sawicka, B. (2016). *Słonecznik bulwiasty (Helianthus tuberosus L.) Biologia, hodowla, znaczenie użytkowe*. Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie. ISBN 978-83-7259-252-1.
24. Sawicka, B., Skiba, D. & Barbaś, P. (2018). Właściwości odżywcze i zdrowotne *Helianthus tuberosus* L.. W: M. Maciąg, K. Maciąg (red.), *Właściwości prozdrowotne roślin i ich metabolitów wtórnych*. Wydawnictwo naukowe TYGIEL sp. z o.o. Lublin, ISBN 978-83-65932-42-6, s. 65-82.
25. Szewczyk, A., Zagaja, M., Bryda, J., Kosikowska, U., Stepien-Pysniak, D., Winiarczyk, S., & Andres-Mach, M. (2019). Topinambur-new possibilities for use in a supplementation diet. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, 26(1).
26. Wirkijowska, A., Sobota, A., Zarzycki, P., Nawrocka, A., Blicharz-Kania, A., & Andrejko, D. (2022). Chemical, technological, and sensory evaluation of the suitability of coconut by-products in white rolls. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 102(8), 3370-3378.
27. Wirkijowska, A., Sobota, A., Zarzycki, P., Sykut-Domańska, E., & Teterycz, D. (2018). Effect of addition of barley wholemeal with different dietary fibre content on wheat bread quality. *Polish Journal of Agronomy*, 34, 44-51.
28. Wirkijowska, A., Rzedzicki, Z., Zarzycki, P., Sobota, A., Sykut-Domańska, E., Kuźwińska, E., Bartoszek, K., Mleko, S. & Tomczyńska-Mleko, M. (2015). Wpływ dodatku razówki jęczmiennej na cechy jakościowe pieczywa. *Technologiczne kształtowanie jakości żywności*, s. 299-309.
29. Wirkijowska, A., Zarzycki, P., Sobota, A., Nawrocka, A., Blicharz-Kania, A., & Andrejko, D. (2020). The possibility of using by-products from the flaxseed industry for functional bread production. *LWT*, 118, 108860.
30. Zarzycki, P., Wirkijowska, A., Nawrocka, A., Kozłowicz, K., Krajewska, M., Kłosok, K., & Krawęcka, A. (2022). Effect of Moldavian dragonhead seed residue on the baking properties of wheat flour and bread quality. *LWT*, 155, 112967.