Wadim Tulisow[1], Dominik Ciszyn[2]
Uniwersytet Morski w Gdyni
Wydział Zarządzania i Nauk o Jakości
Naukowe Koło Towaroznawstwa „Cargo”
https://doi.org/10.29316/9788368103137_18

OCENA JAKOŚCI SENSORYCZNEJ EKSTRUDATÓW KUKURYDZIANYCH Z DODATKIEM SUSZU Z BOCZNIAKA OSTRYGOWATEGO

EVALUATION OF THE SENSORY QUALITY OF CORN EXTRUDATES WITH OYSTER MUSHROOM DRIES

Streszczenie

Rynek produktów żywnościowych cechuje się wysokim poziomem innowacyjności, tym samym kluczowe znaczenie dla rozwoju współczesnych przedsiębiorstw stanowią produkty odpowiadające na potrzeby współczesnego konsumenta, który zainteresowany jest żywnością wygodną, charakteryzującą się wysoką jakością sensoryczną. Przykładem popularnych produktów, które mogą sprostać oczekiwaniom konsumentów są ekstrudowane produkty przekąskowe, spożywane przez wszystkie klasy społeczne i grupy wiekowe a szczególnie przez dzieci i młodzież. Przekąski przeznaczone do spożycia między głównymi posiłkami, przyciągają konsumentów swoimi cechami tekstualnymi oraz cechami sensorycznymi. W związku z powyższym celem przeprowadzonych badań była ocena sensoryczna ekstrudatów kukurydzianych wzbogacanych proszkiem z suszu boczniaka ostrygowatego (*Pleurotus ostreatus*). Badany materiał wytworzono w ekstruderze jednoślimakowym typu S-45A-12-10U,

Summary

The market for food products is characterized by a high level of innovation, thus, the key to the development of modern companies are products that meet the needs of the modern consumer, who is interested in is interested in convenience foods characterized by high sensory quality. An example of popular products that can meet consumer expectations are extruded snack products, consumed by all social classes and age groups and especially by children and adolescents. Snacks intended to be consumed between main meals attract consumers with their textural features and sensory qualities. Therefore, the purpose of this study was to evaluate the sensory evaluation of corn extrudates enriched with dried oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) powder. The test material was produced in a single-screw extruder type S-45A-12-10U, in the temperature range of 105°C/130°C/110°C. The extrusion process yielded 3 variants of corn extrudates with: 5%, 10% and 15%, with the addition of

[1] tulisoww@gmail.com
[2] ciszyndominik@gmail.com

w zakresie temperatur 105°C/130°C/110°C. W procesie ekstruzji otrzymano 3 warianty ekstrudatów kukurydzianych o zawartości: 5%, 10% i 15% dodatkiem proszku z suszu boczniaka ostrygowatego i 2% dodatkiem substancji spulchniającej oraz próbkę kontrolną z 98% dodatkiem kaszki kukurydzianej i 2% dodatkiem substancji spulchniającej. Metodyka badań obejmowała ocenę jakości sensorycznej, w której wykorzystano metodę afektywną (preferencji), oceniając zapach, smak, barwę, teksturę, twardość i pożądalność produktów. Ocenę sensoryczną przeprowadził panel składający się 20 osób, przeszkolonych wg wymagań normy [PN-ISO 8586-2:1996] oraz zapoznany z wymogami dla chrupek kukurydzianych nieoblewanych. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że wytworzone produkty cechowały się zróżnicowanym poziomem charakteryzowanych predykatorów oceny sensorycznej. W grupie ocenianych produktów najbardziej preferowanym ektrudatem pod względem cech sensorycznych był produkt o 5% zawartości proszku z boczniaka ostrygowatego.

Słowa kluczowe: boczniak ostrygowaty, ekstruzja, produkty przekąskowe, ocena sensoryczna

powder of dried oyster mushroom and 2% addition of fluffing agent, and a control sample with 98% addition of corn porridge and 2% addition of fluffing agent. The research methodology included sensory quality evaluation, which used the affective (preference) method, assessing the aroma, taste, color texture firmness and desirability of the products. Sensory evaluation was carried out by a panel of 20 people, trained according to the requirements of the standard [PN-ISO 8586-2:1996] and familiarized with the requirements for unpoured corn crisps. Based on the study, it was found that the products were characterized by varying levels of characterized predictors of sensory evaluation. In the group of product evaluators, the most preferred ectrudate in terms of sensory characteristics was the product with 5% oyster mushroom powder.

Keywords: oyster mushroom, extrusion, snack products, sensory evaluation

Wstęp

W ostatnich latach rynek żywnościowy szybko dostosowuje się do zróżnicowanych potrzeb i wymagań konsumentów, a producenci szukają nowych rozwiązań, które zaspokoją oczekiwania klientów zainteresowanych innowacyjnymi produktami. Ekstrudaty kukurydziane stanowią dużą grupę produktów spożywczych charakteryzujących się niewielkimi rozmiarami, różnym kształtem, smakiem oraz charakterystyczną chrupką teksturą. Zróżnicowane cechy jakości sensorycznej powodują, że są one chętnie spożywane przez konsumentów w różnym wieku, w szczególności dzieci i młodzieży Ekstrudaty wytwarzane są głównie z kaszki kukurydzianej, pozyskiwanej z obłuszczonego i pozbawionego zarodka ziarna kukurydzy (Rytel i in., 2012; Makowska i in., 2016; Tańska i in., 2017; Arribas i in., 2019; Grasso, 2020; Sahoo i in., 2022). Warunki te sprawiają, że ekstrudaty są świetnym nośnikiem, na podstawie którego można sprawdzać wpływ dodatków na

atrakcyjność takich cech jak smak, wygląd oraz tekstura. Celem przeprowadzonych badań była ocena sensoryczna ekstrudatów kukurydzianych wzbogacanych proszkiem z suszu boczniaka ostrygowatego (*Pleurotus ostreatus*).

Rynek przekąsek w Polsce

Przekąski według definicji to produkty w niewielkich porcjach, które mogą stanowić samodzielny posiłek. Produkt powinien być od razu gotowy do konsumpcji bądź przygotowanie jego powinno zająć bardzo krótki okres czasu. Do produktów przekąskowych można zaliczyć chipsy ziemniaczane, chrupki kukurydziane, paluszki, precelki, krakersy. Okolicznościami spożywania przekąsek są najczęściej spotkania towarzyskie, imprezy, wieczory filmowe itd., podczas których przekąski mogą być przygotowane samodzielnie lub mogą być to gotowe przekąski handlowe. Wybór ten został umożliwiony w Polsce na początku lat 90 XX w., kiedy gotowe przekąski pojawiły się na rynku w sprzedaży detalicznej. Pierwszą firmą na rynku stał się Star Foods który do swojej oferty wprowadził chipsy ziemniaczane i chrupki kukurydziane sygnowane marką Snacks. Przekąski te występowały w prostych kształtach i smakach m.in smak serowy, pizza, bekon. Cechy tych produktów sprawiły, że z biegiem lat utrwaliły się w odbiorze konsumentów jako podstawowe i powtarzalne, przez co zaczęto szukać nowych rozwiązań, które będą wyróżniać dany produkt na rynku spośród produktów innych producentów. Zaczęto wdrażać nowe rozwiązania technologiczne poprzez wykorzystanie nowych metod produkcji, umożliwiających zoptymalizowanie procesu, stosowanie nowych dodatków do wyrobu mieszanek, uatrakcyjni gotowy produkt. Innowacyjność w tym sektorze rynku ciągle jest pożądana, ponieważ dzięki niej można wpłynąć na urozmaicenie oferty produktowej producentów, co może zostać dostrzeżone przez konsumentów (Szymandera-Buszka i in., 2021; Ruszkowska i in., 2022; Ruszkowska i in., 2024).

Boczniak ostrygowaty (*Pleurotus ostreatus)*

Boczniak ostrygowaty to grzyb z rodziny boczniakowatych, któremu podlegają takie gatunki jak B. Królewski (*Pleurotus eryngii*), B. Florydzki (*Pleurotus floridanus*), B. Cytrynowy (*Pleurotus citrinopileatus*). Boczniak ostrygowaty jest grzybem pierwotnie pochodzącym z Chin, ale obecnie jest rozpowszechniony na całym świecie (Florczak i in., 2014; Sharma i in., 2021; Torres-Martínez i in., 2022; Boylu i in., 2024). B. Ostrygowatego charakteryzuje kapelusz o średnicy od 5 do 25 cm, od spodu pokryty blaszkami. Cały grzyb występuje w kolorze sinym a jego wysokość to około 4-5 cm. Jego naturalne występowanie obejmuje całą Polskę, w której jest pospolitym grzybem. W tradycyjnej medycynie chińskiej i japońskiej boczniaki są stosowane jako środek przedłużający życie, wzmacniające żyły i obniżające ciśnienie

śród gałkowe, przynoszące ulgę w bólu, przemęczeniu i drętwieniu mięśni, łagodzące dolegliwości związane z bólami stawów, ułatwiające usuwanie substancji toksycznych z organizmu. Naukowcy japońscy wykazali obecność aktywnej substancji (pleuran), która może powodować zmniejszanie guzów nowotworowych. Boczniak zawiera polisacharydy i glikoproteiny, które bardzo korzystnie wpływają na układ odpornościowy, pomagają zwalczać zakażenia wirusowe, bakteryjne czy grzybicze (Florczak i in., 2014; Golak-Siwulska i in., 2018; Raman i in., 2020; Torres-Martínez i in., 2022).

Owocniki boczniaka dostarczają łatwo przyswajalnego białka, kwasu foliowego, aminokwasów, witamin z grupy B i soli mineralnych; wykryto w nich także obecność lowastatyny obniżającej poziom cholesterolu we krwi (Gunde-Cimerman, Cinerman, 1995; Jin i in., 2020; Sardar i in., 2022; Wang i in., 2024).

Owocniki w naturalnym środowisku porastają pnie tworząc kolonie wyglądem przypominając ostrygi. W przemysłowych uprawach tego grzyba jako podłoża używa się siana, martwego drewna. Boczniak ostrygowaty jest drugim najlepiej sprzedającym się grzybem w Polsce zaraz po pieczarce a jego uprawa jest bardzo prosta (Wiater i in., 2015; Wan Mahari i in., 2020)

Ekstruzja

Ekstruzja surowców pochodzenia roślinnego to, w ogólnym zarysie, wytłaczanie materiału sypkiego pod dużym ciśnieniem i przy wysokiej temperaturze. Proces ten realizowany jest w urządzeniach zwanych ekstruderami, których głównym organem roboczym jest ślimak umieszczony w obudowie, przeciskający materiał przez specjalną matrycę instalowaną na jego końcu (Mościcki, 1987). Obecnie ekstrudery stosuje się do produkcji: galanterii śniadaniowej, błyskawicznych płatków zbożowych, grzanek, chleba chrupkiego, chrupek, przekąsek ekspandowanych, pelletów przekąskowych ziemniaczanych i zbożowych, tortilli, kaszek i kleików błyskawicznych, odżywek dla niemowląt, kruszonek, panierek i posypek zbożowych, podgotowanych substytutów kasz, ryżu, kuskusu, makaronów błyskawicznych i bezglutenowych, skrobi modyfikowanych i mąk podgotowanych, zagęstników do zup, sosów i napojów, deserów instant w proszku, ekstrudatów sojowych, koncentratów białkowych, gum do żucia, żelek i lukrecji, czekolad i mas czekoladowych, słodyczy, również mrożonych, suchych karm dla psów i kotów, karm dla ryb, ptaków ozdobnych, karm specjalistycznych (bezglutenowe, wysokoenergetyczne, dietetyczne), przekąsek dla psów, materiałów biodegradowalnych, skrobi termoplastycznej, biokompozytów, substratów lignocelulozowych i bioodpadów do biogazowni (Wójtowicz, 2018; Bamidele i in., 2021; Kajić i in., 2024).

Wprowadzanie dodatków wzbogacających w postaci proszków owocowych, warzywnych czy z roślin strączkowych bezpośrednio do wyrobów ekstrudowanych w celu poprawy właściwości żywieniowych, ale także nadania specyficznych cech użytkowych jest możliwe w szerokim zakresie produktów (przekąski, chrupki, kaszki i kleiki błyskawiczne, chleb chrupki, makarony, pellety czy karmy dla zwierząt) (Wójtowicz, 2018).

Materiał i metodyka badań

Materiałem badawczym były ekstrudaty wzbogacone dodatkiem proszku z suszu z boczniaka ostrygowatego. Surowcem podstawowym umożliwiającym uzyskanie wzbogaconych produktów ekstrudowanych była kaszka kukurydziana firmy A, o wielkości 0,36-0,65 mm oraz boczniak ostrygowaty suszony, krojony firmy B. Susz z boczniaka ostrygowatego zakupiono w sklepie internetowym. Według deklaracji producenta umieszczonej na opakowaniu, susz posiadał numer atestu: ATEST Nr. 30/16 t 0/2023 a krajem pochodzenia surowca była Polska.

Proszek z suszu boczniaka ostrygowatego otrzymano w procesie przemiału suszu przy użyciu młynku laboratoryjnego WŻ-1 (Sadkiewicz, Polska). W celu uzyskania jednolitej granulacji do ekstruzji, materiał przesiano przez sita o wielkości od 2,5-do 0,4 m/m, a do przygotowania mieszanek do ekstruzji wykorzystano frakcję najdrobniejszą <0,4 m/m. Dodatkowo, w celu wytworzenia chrupkiej struktury ekstrudowanych przekąsek, do składu mieszanek użyto 2% środka spulchniającego (fosforan sodowy – proszek do pieczenia firmy Delecta).

Na bazie wymienionych komponentów przygotowano cztery mieszanki produktów. Produktem I - był produkt kontrolny przygotowany na bazie kaszki kukurydzianej i dodatku 2% środka spulchniającego. Produkt II – to produkt uzyskany z kaszki kukurydzianej z dodatkiem 5% proszku z suszu z boczniaka ostrygowatego oraz 2% środka spulchniającego. Produkt III, stanowił produkt wytworzony z kaszki kukurydzianej z dodatkiem 10% proszku suszu z boczniaka ostrygowatego oraz 2% środka spulchniającego. Produkt IV – to produkt uzyskany z kaszki kukurydzianej z dodatkiem 15% proszku z suszu z boczniaka ostrygowatego oraz 2% środka spulchniającego.

Produkty otrzymano w procesie ekstruzji przygotowanych mieszanek w ekstruderze jednoślimakowym typu S 45 A-12-10U produkcji Metalchem z Gliwic (silnik prędkość - 125 obr/min, średnica nominalna cylindra – 45 mm, średnica dyszy – 4,5 mm, moc silnika – 10 kW, moc grzejna silników – 2,8 kW, moc grzejna głowicy – 0,3 kW). Proces ekstruzji przeprowadzono w zakresie temperatur 105°C/130°C/110°C (odpowiednio: strefa I/ strefa II/ głowica). Temperaturę głowicy określono w pracy jako temperaturę ekstruzji. Po procesie ekstruzji i ostudzeniu próbki były przechowywane w szczelnych

workach polietylenowych i przechowywane w chłodnym i suchym miejscu do czasu wykonania analizy sensorycznej (Ruszkowska, 2018).

Ocenę sensoryczną ekstrudatów wzbogaconych dodatkiem 5 %, 10% i 15% proszku z suszu z boczniaka ostrygowatego przeprowadzono z wykorzystaniem skali 5 punktowej (1 ocena najniższa, 5 zaś – najwyższa), oceniając cechy charakterystyczne dla ekstrudatów kukurydzianych: kształt, smak, barwę, teksturę, twardość oraz ogólną pożądalność produktu. Przeprowadzono również ocenę preferencji z wykorzystaniem skali 4 punktowej (gdzie 1 – najbardziej preferowane, 4 – najmniej preferowane).

Ocenę sensoryczną przeprowadził zespół składający się z 20 osób, w tym 6 mężczyzn i 14 kobiet, z czego 19 osób miało wykształcenie średnie, a 1 osoba wyższe. Uczestnicy byli w wieku 20-24 lat. Zespół składał się z ekspertów, przeszkolonych według normy [PN-ISO-8586:1996] oraz zapoznanych z wymogami dla chrupek kukurydzianych nieoblewanych. Badania przeprowadzono na Wydziale Zarządzania i Nauki o Jakości, w Katedrze Zarządzania Jakością, Uniwersytetu Morskiego w Gdyni, gdzie przygotowano pojedyncze stanowiska badawcze.

Wyniki

Badania sensoryczne z konsumenckiego punktu widzenia odgrywają istotną rolę w ocenie produktów, ponieważ pozwalają na ocenę atrakcyjności sensorycznej wyrobów i określenie preferencji konsumentów względem tych wyrobów (Surówka, 2002).

Ocenę sensoryczną ekstrudatów przeprowadzono dla produktów stanowiących mieszanki z udziałem 0%, 5%, 10% i 15% suszu z boczniaka ostrygowatego na bazie kukurydzianej. Jak wskazuje literatura stosowanie niektórych dodatków, nawet w niewielkich ilościach, może obniżyć wydajność procesu ekstruzji i wpłynąć niekorzystnie na jakość uzyskanych wyrobów (Gondek i in., 2013).

W tym celu zespół składający się z 20 przeszkolonych osób dokonał oceny sensorycznej czterech próbek zgodnie z wytycznymi zawartymi w tabeli 1.

Tabela 1. Wyróżniki oceny sensorycznej ekstrudatów

Liczba punktów	1-0	3-2	5-4
Smak i zapach	Nieakceptowane	Akceptowane	Pożądane
Twardość	Chrupkie, bardzo łatwe do rozgryzienia (bardzo miękka, miękka)	Chrupkie, ale sprawiające trudności przy rozgryzaniu (ani twarda, ani miękka)	0 małej chrupkości, twarde (twarde, bardzo twarde)

Źródło: opracowane zgodnie z wymogami PN-A-88036 „Chrupki – Wymagania".

Tabela 2. Wyniki oceny sensorycznej wytworzonych produktów ekstrudowanych

Rodzaj produktu	I	II	III	IV
Kształt				
Średnia (SD)	4,3 (0,89)	4,05 (0,92)	2,9 (1,14)	2,7 (1,00)
Zakres (min-maks.)	1÷5	2÷5	1÷5	1÷4
Mediana	4	4	3	2,5
Zapach				
Średnia (SD)	4,3 (0,84)	3,2 (0,98)	2,75 (0,83)	2,85 (1,01)
Zakres (min-maks.)	2÷5	1÷5	1÷4	1÷5
Mediana	4,5	3	3	3
Smak				
Średnia (SD)	4,3 (0,95)	3,26 (1,10)	2,55 (0,97)	2,6 (1,24)
Zakres (min-maks.)	2÷5	2÷5	1÷4	1÷4
Mediana	5	3,5	2,5	3
Barwa				
Średnia (SD)	4,45 (0,92)	3,9 (0,99)	2,7 (1,10)	2,7 (0,95)
Zakres (min-maks.)	2÷5	2÷5	÷1÷4	1÷5
Mediana	5	4	2,5	2,5
Tekstura				
Średnia (SD)	4,1 (0,99)	3,45 (0,97)	2,7 (1,10)	2,25 (1,04)
Zakres (min-maks.)	2÷5	2÷5	1÷4	1÷4
Mediana	4	3,5	2,5	2
Twardość				
Średnia (SD)	3,65 (0,73)	3,9 (0,54)	4,3 (0,71)	4,55 (0,67)
Zakres (min-maks.)	2÷5	3÷5	3÷5	3÷5
Mediana	4	4	4	5

Ogólna pożądliwość				
Średnia (SD)	3,95 (1,07)	3,1 (1,14)	2,25 (0,94)	2,15 (1,11)
Zakres (min-maks.)	1÷5	1÷5	1÷4	1÷4
Mediana	4	3	2	2

Oznaczenie/rodzaj produktu:

I 0% – chrupki kukurydziane +2% środka spulchniającego

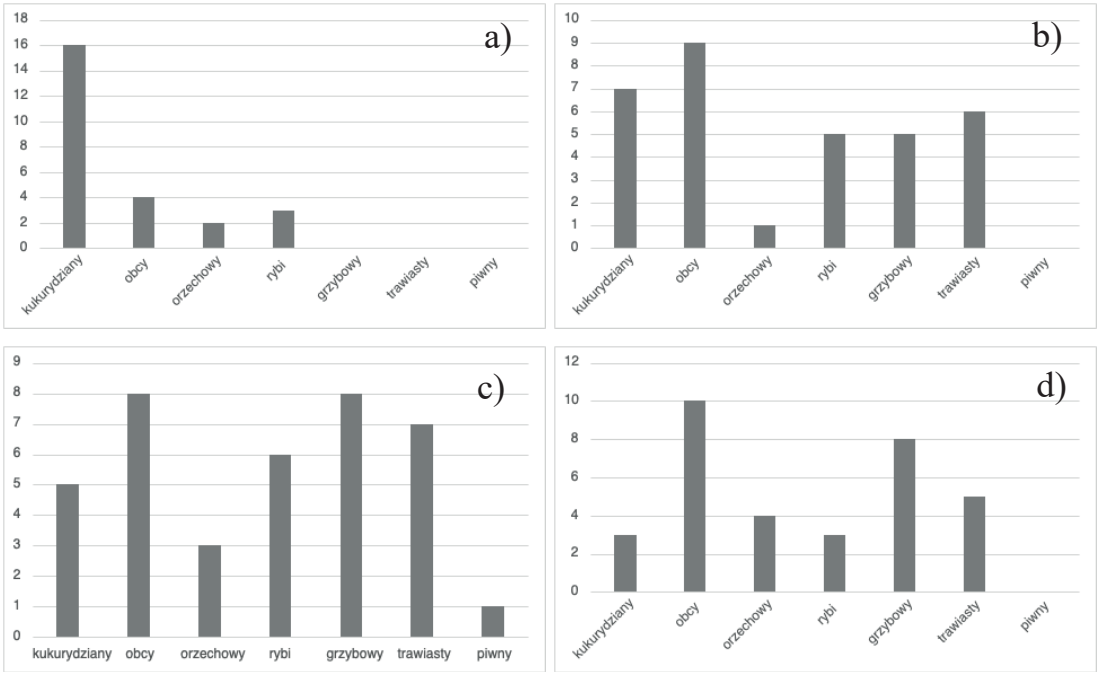
II 5% – chrupki kukurydziane +5% suszu z boczniaka ostrygowatego + 2% środka spulchniającego

III 10% – chrupki kukurydziane +10% suszu z boczniaka ostrygowatego + 2% środka spulchniającego

IV 15% – chrupki kukurydziane +15% suszu z boczniaka ostrygowatego + 2% środka spulchniającego

Pierwszym wyróżnikiem oceny sensorycznej, charakteryzowanym przez zespół oceniających, był kształt wytworzonych ekstrudatów. Ze względu na różnice w składzie mieszanek poddanych procesie ekstruzji wytworzone ekstrudaty cechowały się różnorodnością uzyskanych form kształtu, otrzymaną w wyniku procesu rozprężenia ekstrudatów przy przejściu przez otwór dyszy ekstrudera. Najlepszą ocenę kształtu (4,05 – pożądane) otrzymał produkt 5% suszu z boczniaka. Uzyskane noty były zbliżone do oceny kształtu produktu bazowego I. Najniższą notę otrzymał (2,7 – akceptowane) produkt IV. Przypuszczać można, że spadek akceptacji związany był z zmniejszającą się ekspansją ekstrudatów wynikającą ze zwiększeniem dodatku proszku suszu z boczniaka ostrygowatego do mieszanki.

Kolejnym oceniającym parametrem był zapach wytworzonych ekstrudatów. Zapach ekstrudatu bazowego I A uzyskał ocenę 4,3. W przypadku oceny zapachu ekstrudatów wzbogacanych proszkiem z suszu boczniaka ostrygowatego, najlepszą ocenę uzyskał produkt II B (3,2) a najniższą ocenę otrzymał produkt III C (2,75). W produkcie II B zespół oceniający wskazał, że najbardziej wyczuwalnymi zapachami był obcy, kukurydziany, trawiasty, rybi i grzybowy. W produkcie III C, grupa ekspertów wskazała, że najbardziej wyczuwalnymi zapachami były kolejno obcy, grzybowy, trawiasty i rybi wyczuwalny zapach ocenianych ekstrudatów (A – produkt z 5% dodatkiem suszu z boczniaka, B – produkt z 10% dodatkiem suszu z boczniaka) (rysunek 1). Tym samym stwierdzono, że obecność zapachu kukurydzianego i niski udział zapachu grzybowego wpływa korzystnie na ocenę zapachu ekstrudatów.

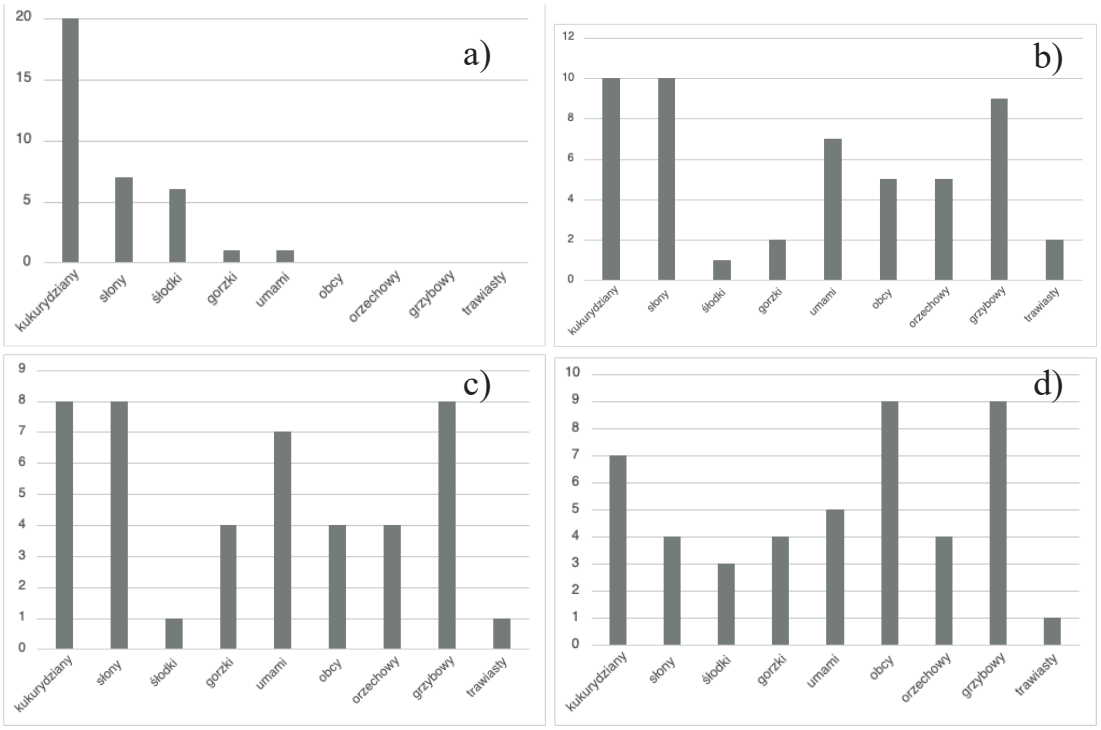


Rysunek 1. Wyczuwalny zapach ocenianych ekstrudatów

Oznaczenie/rodzaj produktu:

a) Zapach 0% – chrupki kukurydziane +2% środka spulchniającego
b) Zapach 5% – chrupki kukurydziane +5% suszu z boczniaka ostrygowatego + 2% środka spulchniającego
c) Zapach 10% – chrupki kukurydziane +10% suszu z boczniaka ostrygowatego + 2% środka spulchniającego
d) Zapach 15% – chrupki kukurydziane +15% suszu z boczniaka ostrygowatego + 2% środka spulchniającego

Na podstawie przeprowadzonej oceny smaku stwierdzono, że produkty wzbogacone proszkiem z suszu z boczniaka ostrygowatego zostały ocenione niżej niż produkt bazowy I A. Najlepiej ocenianym produktem wzbogaconym były chrupki II B (3,26), najniższą ocenę otrzymał III C (tabela 2). W produkcie II B, zespół ekspertów wskazał, że najczęściej wyczuwalne były smaki kolejno: kukurydziany (10 punktów), słony (10 punktów), grzybowy (9 punktów), umami (7 punktów). W produkcie III C, zespół oceniający wskazał, że najczęściej wyczuwalne były smaki kolejno: kukurydziany (8 punktów), słony (8 punktów), grzybowy (8 punktów), umami (7 punktów). Rysunek 2 przedstawia wyczuwalny smak ocenianych ekstrudatów (A – produkt z 5% dodatkiem suszu z boczniaka, B – produkt z 10% dodatkiem suszu z boczniaka). Na podstawie uzyskanych wyników oceny smaku przypuszczać można, że przyczyną obniżenia akceptacji sensorycznej smaku wytworzonych ekstrudatów mogło być zmniejszenie wyczuwalności smaku kukurydzianego.



Rysunek 2. Wyczuwalny smak ocenianych ekstrudatów
Oznaczenie/rodzaj produktu:

a) Smak 0% – chrupki kukurydziane + 2% środka spulchniającego
b) Smak 5% – chrupki kukurydziane + 5% suszu z boczniaka ostrygowatego + 2% środka spulchniającego
c) Smak 10% – chrupki kukurydziane + 10% suszu z boczniaka ostrygowatego + 2% środka spulchniającego
d) Smak 15% – chrupki kukurydziane + 15% suszu z boczniaka ostrygowatego + 2% środka spulchniającego

W przypadku produktów wzbogaconych proszkiem z suszu z boczniaka ostrygowatego barwa była dość istotnym wyróżnikiem jakości ze względu na odcień brązowy wytworzonych produktów (tabela 2). Najlepszą barwą, w opinii zespołu oceniającego charakteryzował się produkt II (3,9). Zbliżoną ocenę barwy dostały produkty III (2,7) i IV (2,7), były to produkty charakteryzujące się ciemno brązową barwą. Przeprowadzona ocena sensoryczna wykazała, że zwiększenie udziału suszu z boczniaka z 10% do 15% nie wpłynęło na organoleptyczną ocenę barwy.

Kolejnym istotnym, w przypadku produktów ekstrudowanych charakteryzowanym, wyróżnikiem była tekstura wytworzonych produktów. Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że największą ilość punktów otrzymał produkt II (3,45), natomiast najniższą ocenę otrzymał produkt IV (2,25) (tab. 2). W grupie produktów wzbogaconych proszkiem z suszu z boczniaka ostrygowatego zauważono zależność pomiędzy wzrostem udziału dodatku

a spadkiem akceptacji sensorycznej wśród grypy badawczej. Na podstawie uzyskanych wyników przypuszczać można, że spadek akceptacji prawdopodobnie związany był z obniżeniem wydajności procesu ekstruzji, wywołanej wzrostem procentowego udziału dodatku w mieszance.

Następną istotną cechę sensoryczną ocenianych wyrobów stanowi twardość. W przeprowadzonej ocenie przyjęto następujący opis wyróżników twardości: 1 – ekstrudat bardzo miękki, 2 – ekstrudat miękki, 3 – ekstrudat ani twardy, ani miękki, 4 – ekstrudat twardy, 5 – ekstrudat bardzo twardy. Na podstawie uzyskanych wyników sensorycznej oceny twardości stwierdzono, że w grupie ekstrudatów wzbogaconych suszem z boczniaka ostrygowatego produktem cechującym się największą twardością były chrupki 15% (4,55), natomiast najmiększym produktem okazały się chrupki 5% (3,9), produkt bazowy 0% uzyskał 3,65 punktów (tabela 2). Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że otrzymane ekstrudaty cechowały się twardością, która rosła stopniowo wraz ze zwiększeniem udziału procentowego dodatku – proszku z suszu boczniaka.

Ostatnim elementem dokonanej oceny sensorycznej była charakterystyka ogólnej pożądalność wytworzonych produktów, którą przeprowadzono przyjmując następujący opis: 1 – ekstrudat bardzo mi nie odpowiada, 2 – ekstrudat dość mi nie odpowiada, 3 – ekstrudat ani mi odpowiada, ani mi nie odpowiada, 4 – ekstrudat dość mi odpowiada, 5 – ekstrudat bardzo mi odpowiada (tabela 2). Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że wszystkie produkty w grupie ocenianych ekstrudatów cechowały się ogólną pożądalnością wyższą od czterech. Wśród produktów wzbogaconych proszkiem z suszu z boczniaka ostrygowatego wyróżniały się chrupki 5%, które otrzymały najwyższą ocenę (3,1), natomiast pozostałe produkty z dodatkiem charakteryzowały się zbliżoną oceną kolejno dla ekstrudatu 10% (2,25) i ekstrudatu 15% (2,15). Przypuszczać można, że obniżenie ogólnej pożądalności było bezpośrednio skorelowane ze wzrostem zawartości dodatku w ekstrudatach.

Kolejnym badanym czynnikiem wpływającym na jakość sensoryczną była ocena preferencji. Na podstawie wyników przedstawionych w tabeli 3 zauważono, że najmniejszą średnią ilość punktów a tym samym najbardziej preferowany w porównaniu do ekstrudatu bazowego okazał się produkt II który otrzymał ocenę 2,1. Natomiast najmniej preferowanym produktem okazał się produkt IV, który otrzymał ocenę 3,4.

Tabela 3. Wyniki oceny preferencji ekstrudatów

Skład surowcowy	1 [punkt] Najbardziej preferowane	2 [punkty]	3 [punkty]	4 [punkty] Najmniej preferowane	Średnia punktów
I Produkt bazowy	16	2	1	1	1,35
II 5% suszu z boczniaka	4	11	4	1	2,10
III 10% suszu z boczniaka	0	2	13	5	3,15
IV 15% suszu z boczniaka	0	5	2	13	3,40

Wnioski

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że wytworzone ekstrudaty cechowały się zróżnicowanym poziomem charakteryzowanych predykatorów oceny sensorycznej oraz były akceptowane przez konsumentów. Najlepsze w opinii zespołu oceniającego do spożycia okazały się ekstrudaty z 5% dodatkiem proszku z suszu boczniaka ostrygowatego. Produkt ten w porównaniu do bazowego otrzymał najwyższe wyniki w wyróżnikach sensorycznych takich jak kształt, zapach, smak, barwa, tekstura oraz ogólna pożądalność i otrzymał najmniejszą ilość punktów za twardość co również stanowi najlepszy wynik. Produkt II, również w ocenie preferencji okazał się najlepiej oceniany wśród wzbogaconych ekstrudatów. Na podstawie uzyskanych wyników badań, powołując się na literaturę przedmiotu stwierdzono, że podobnie jak w badaniach Gondek i in. (2013) obniżenie jakości sensorycznej było widocznym aspektem skorelowanym z zwiększającym się dodatkiem proszku z suszu boczniaka ostrygowatego. Tym samym stwierdzono, że stosowany dodatek nie powinien być większy niż 5% dodatek proszku z suszu z boczniaka ostrygowatego.

Wyniki przeprowadzonych badań empirycznych mogą stanowić cenne wskazówkidla producentów przemysłu spożywczego, zainteresowanych wprowadzeniem chrupek kukurydzianych o bogatych cechach sensorycznych. Jednocześnie konieczne wydajesię przeprowadzenie dalszych analiz w zakresie oceny innych parametrów charakteryzujących jakość produktów ekstrudowanych m.in. współczynnika WAI, WSI, współczynnika ekspansji oraz trwałości przechowalniczej produktów w oparciu o ocenę właściwości sorpcyjnych produktu. Konieczne wydaje się również przeprowadzenie dalszych analiz z udziałem większej liczby osób badanych celem zebrania

większej ilości danych pozwalających na opracowanie miarodajnej analizy statystycznej, w tym korelacji.

Literatura

1. Arribas, C., Cabellos, B., Cuadrado, C., Guillamón, E., Martin-Pedrosa, M. (2019). Bioactive compounds, antioxidant activity, and sensory analysis of rice--based extruded snacks-like fortified with bean and carob fruit flours. *Foods*, *8*, 381. https://doi.org/10.3390/foods8090381
2. Bamidele, O.P., Emmambux, M.N. (2021). Encapsulation of bioactive compounds by "extrusion" technologies. A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, *61*, 3100-3118. https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1793724
3. Boylu, M., Hitka, G., Kenesei, G. (2024). Sausage Quality during Storage under the Partial Substitution of Meat with Fermented Oyster Mushrooms. *Foods*, *13*, 2115. https://doi.org/10.3390/foods13132115
4. Florczak, J., Chudy, J., Barasińska, M., Karwowski, B. (2014). Wybrane składniki odżywcze grzybów dziko rosnących uszaka bzowego (*Hirneola auricula judae*), boczniaka ostrygowatego (*Pleurotus ostreatus*) i zimówki aksamitnotrzonowej (*Flammulina velutipes*). *Bromatologia i Chemia Toksykologiczna*, *XLVII*, 4, 876-882.
5. Golak-Siwulska, I., Kałużewicz, A., Spizewski, T., Siwulski, M., Sobieralski, K. (2018). Związki bioaktywne i właściwości lecznicze boczniaków (*Pleurotus spp*.). *Folia Horticulturae*, *30*, 191-201. https://doi.org/10.2478/fhort-2018-0012
6. Gondek, E., Jakubczyk, E., Wieczorek, B. (2013). Właściwości fizyczne bezglutenowego pieczywa chrupkiego. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, Wydział Nauk o Żywności SGGW w Warszawie*, *574*, 29-38.
7. Grasso, S. (2020) Extruded snacks from industrial by-products: A review. *Trends Food Science Technology*, *99*, 284-294. https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.03.012
8. Gunde-Cimerman, N., Cimerman, A. (1995). Pleurotus Fruiting Bodies Contain the Inhibitor of 3-Hydroxy-3-Methylglutaryl-Coenzyme A Reductase – Lovastatin. *Experimental Mycology*, *1*, 19. https://doi.org/10.1006/emyc.1995.1001
9. Jin, Z., Hou Q., Niu T. (2020). Effect of cultivating Pleurotus ostreatus on substrates supplemented with herb residues on yield characteristics, substrates degradation, and fruiting bodies' properties. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *100*, 4901-4910. https://doi.org/10.1002/jsfa.10551
10. Kajić, N., Babić, J., Jozinović, A., Lončarić, Z., Puljić, L., Banožić, M., Kovač, M., Šoronja-Simović, D., Nikolić, I., Petrović, J. (2024). The Chemical and Rheological Properties of Corn Extrudates Enriched with Zn- and Se-Fortified Wheat Flour. *Processes*, *12*, 1945. https://doi.org/10.3390/pr12091945
11. Makowska, A., Cais-Sokolińska, D., Waśkiewicz, A., Tokarczyk, G., Paschke, H. (2016). Quality and nutritional properties of corn snacks enriched with nanofiltered whey powder. *Czech Journal of Food Sciences*, *34*, 154-159. https://doi.org/10.17221/313/2015-CJFS
12. Mościcki, L. (1987). Wpływ procesu ekstruzji na zmiany właściwości fizycznych surowców roślinnych. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, 321.

13. PN-A-88036 „Chrupki - Wymagania” (Dostęp: 14.02.2024).
14. PN-ISO-8586:1996, Analiza sensoryczna. Ogólne wytyczne wyboru, szkolenia i monitorowania oceniających (Dostęp: 21.02.2024).
15. Raman, J., Jang, K.Y., Oh, Y.L., Oh, M., Im, J.H., Lakshmanan, H., Sabaratnam, V. (2020). Cultivation and nutritional value of prominent Pleurotus spp. *Mycobiology*, *49*, 1-14. https://doi.org/10.1080/12298093.2020.1835142
16. Ruszkowska, M. (2018). *Jakość ekstrudatów kukurydzianych wzbogaconych spiruliną i chlorellą.* Gdynia: Wydawnictwo UMG, 45-49.
17. Ruszkowska, M., Tańska, M., Miedzianka, J., Kowalczewski, P.Ł. (2024). Field Cricket (*Gryllus bimaculatus*) and Spirulina (*Arthrospira platensis*) Powders as Environmentally Friendly Protein Enrichment Ingredients in Corn Snacks. *Foods*, *13*, 2390. https://doi.org/10.3390/foods13152390
18. Ruszkowska, M., Tańska, M., Kowalczewski, P.Ł. (2022). Extruded Corn Snacks with Cricket Powder: Impact on Physical Parameters and Consumer Acceptance. Sustainability. *14*, 16578. https://doi.org/10.3390/su142416578
19. Rytel, E., Tajner-Czopek, A., Pęksa, A., Kit,a A., Miedzianka, J. (2012). Wpływ rodzaju dodatku i temperatury ekstruzji na zawartość akrylamidu w chrupkach kukurydzianych. *Bromatologia i Chemia Toksykologiczna*, *XLV*, 3, 315-319.
20. Sahoo, M.R., Kuna, A., Devi, M.P., Sowmya, M., Dasgupta, M. (2022). Fortification of ready–to–eat extruded snacks with tree bean powder: Nutritional, antioxidant, essential amino acids, and sensory properties. *Journal of Food Science and Technology*, *59*, 2351-2360. https://doi.org/10.1007/s13197-021-05251-w
21. Sardar, H., Anjum, M.A., Hussain, S., Ali, S., Shaheen, M.R., Ahsan, M., Ejaz, S., Ahmad, K.S., Naz, S., Shafique, M. (2022). Deciphering the role of moringa leaf powder as a supplement in the cotton waste substrate for the growth and nutrition of king oyster mushroom. *Scientia Horticulturae*, *293*, 110694. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110694
22. Sharma, A., Sharma, A., Tripathi, A. (2021). Biological activities of Pleurotus spp. Polysaccharides. A review. *Journal of Food Biochemistry*, *45*,13748. https://doi.org/10.1111/jfbc.13748
23. Surówka, K. (2002). Tekstura żywności i metod jej badania. *Przemysł Spożywczy*, *56*(10), 12-17.
24. Szymandera-Buszka, K., Zielińska-Dawidziak, M., Makowska, A., Majcher, M., Jędrusek-Golińska, A., Kaczmarek, A., Niedzielski, P. (2021). Quality assessment of corn snacks enriched with soybean ferritin among young healthy people and patient with Crohn’s disease: the effect of extrusion conditions. *The International Journal of Food Science and Technology*, *56*, 6463–6473. https://doi.org/10.1111/ijfs.15328
25. Tańska, M., Konopka, I., Ruszkowska, M. (2017). Sensory, physico-chemical and water sorption properties of corn extrudates enriched with spirulina. *Plant Foods for Human Nutrition*, *72*, 250-257. https://doi.org/10.1007/s11130-017-0628-z
26. Torres-Martínez, B.d.M., Vargas-Sánchez, R.D., Torrescano-Urrutia, G.R., Esqueda, M., Rodríguez-Carpena, J.G., Fernández-López, J., Perez-Alvarez, J.A., Sánchez-Escalante, A. (2022). PleurotusGenus as a Potential Ingredient for Meat Products. *Foods*, *11*, 779. https://doi.org/10.3390/foods11060779

27. Wan Mahari, W.A., Peng, W., Nam, W.L., Yang, H., Lee, X.Y., Lee, Y.K., Liew, R.K., Ma, N.L., Mohammad, A., Sonne, C. (2020). A review on valorization of oyster mushroom and waste generated in the mushroom cultivation industry. *Journal of Hazardous Materials*, *400*, 123156. https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2020.123156
28. Wang, Q., Zhao, M., Wang, Y., Xie, Z., Zhao, S., You, S., Chen, Q., Zhang, W., Qin, Y., Zhang, G. (2024). Microbial Inoculation during the Short-Term Composting Process Enhances the Nutritional and Functional Properties of Oyster Mushrooms (*Pleurotus ostreatus*). *Life*, *14*, 201. https://doi.org/10.3390/life14020201
29. Wiater, A., Paduch, R., Prochniak, K., Pleszczynska, M., Siwulski, M., Bialas, W., Szczodrak, J. (2015). Ocena aktywności biologicznej karboksymetylowanych pochodnych alfa-(1→3)-glukanów wyizolowanych z owocników uprawnych gatunków boczniaka (*pleurotus*). *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, *98*(1), 193-206.
30. Wójtowicz, A. (2018). Ekstruzja – wybrane aspekty techniczne i technologiczne. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, 595*,131-144. https://doi.org/10.22630/ZPPNR.2018.595.42