

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **238504**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **429068**

(22) Data zgłoszenia: **26.02.2019**

(51) Int.Cl.

A23L 7/117 (2016.01)

A23L 7/13 (2016.01)

A23L 33/10 (2016.01)

A23P 30/20 (2016.01)

A23P 30/38 (2016.01)

(54) **Kompozycja składnikowa bioaktywnego pelletu do produkcji smażonych przekąsek
i sposób wytwarzania bioaktywnego pelletu**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

07.09.2020 BUP 19/20

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

30.08.2021 WUP 22/21

(73) Uprawniony z patentu:

**JEDNOŚĆ SPÓŁKA Z OGRANICZONĄ
ODPOWIEDZIALNOŚCIĄ, Wschowa, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

**WŁODZIMIERZ GRAJEK, Poznań, PL
BARBARA GROMEK, Przyczyna Dolna, PL
TOMASZ PRZYBYLSKI, Leszno, PL**

(74) Pełnomocnik:

rzec. pat. Marcin Walkowiak

PL 238504 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest kompozycja składnikowa bioaktywnego pelletu, półproduktu do produkcji smażonych przekąsek, wzbogacająca typowe składniki stosowane w jego produkcji o dodatkowe składniki prozdrowotne pełniące funkcje prebiotyczne, przeciwutleniające, przeciwnowotworowe i chroniące przed chorobami układu sercowo-naczyniowego oraz ograniczające jełczenie tłuszczów. Przedmiotem wynalazku jest także optymalny sposób wytwarzania bioaktywnego pelletu w oparciu o kompozycję.

Według wynalazku wymienione cechy prozdrowotne produktu osiągnięto przez odpowiednią modyfikację typowego wsadu surowcowego, stosowanego do produkcji pelletów z zastosowaniem, dodatkowych składników funkcjonalnych, działających na fizjologię człowieka.

Pellet o składzie według wynalazku pozwala na uzyskanie przekąsek o wyższej wartości odżywczej i wyższej trwałości. Proces technologiczny wytwarzania pelletu został poszerzony o etap przygotowania dodatków roślinnych obejmujących procesy hydrolizy enzymatycznej i fermentacji oraz nowatorski proces suszenia pelletu w warunkach zmienno-temperaturowych.

Pellet jest przeznaczony do produkcji ekstrudowanych, smażonych przekąsek wytwarzanych na bazie surowców skrobiowych, głównie skrobi ziemniaczanej lub zbożowej.

W ostatnich dekadach obserwuje się rosnący popyt na produkty gotowe do spożycia (ready-to-eat), względnie wymagające prostego i szybkiego przygotowania kulinarnego. Jedną z takich grup środków spożywczych są smażone przekąski znane też jako chipsy, prażynki, chrupki czy snacki. Produkowane są one z surowców bogatych w skrobię i przerabianych metodą ekstruzji w warunkach umożliwiających przejście skrobi natywnej w skrobię skleikowaną. Dzięki temu mogą być trawione w przewodzie pokarmowym człowieka. Jest to powszechnie stosowana metoda obróbki hydrotermicznej stosowana do surowców spożywczych zawierających skrobię, łącząca w sobie mieszanie, gotowanie, ugniatanie, działanie sił ścinających i formowanie kształtu ciasta przekąskowego.

Mieszaniny składników przeznaczonych do produkcji pelletu zawierają zwykle skrobię, wodę, sól, cukier, olej roślinny oraz dodatki smakowe i zapachowe. Technologia produkcji pelletu obejmuje wymieszanie składników, nawilżenie ich wodą do wilgotności 25–40%, poddanie mieszaniny ogrzaniu w ekstruderze do temperatury kleikowania skrobi, zwykle 80–120°C, a następnie skleikowana masa jest formowana w głowicy ekstrudera we wstęgę, z której wyrzyna się kształtki pelletu. Wycięte kształtki są suszone owiewowo, chłodzone i pakowane. Opis takiej technologii jest znany m.in. z rozwiązania EP0287158 A3 i EP287158 A3 oraz w publikacji naukowej (*Niżniowska A, Mościcki L.: Produkcja pelletów. Przegląd Zbożowo-Młynarski 2004, 1, 36–37*).

Pellet jest wykorzystywany do produkcji gotowych przekąsek w wytwórniach tych produktów. Odbywa się to zwykle przez wprowadzenie pelletu do rozgrzanego tłuszczu, zwykle do rozgrzanego oleju roślinnego. W czasie smażenia pellet ulega gwałtownemu ekspandowaniu, zwiększając kilkakrotnie swoją objętość, uzyskując przy tym puszystą strukturę i chrupiącą teksturę.

Zróznicowanie asortymentowe i jakościowe pelletów wynika z różnic w składzie surowcowym, stosowanych dodatków i warunków ekstruzji. Podstawowymi składnikami do produkcji pelletów są skrobie i mączki ziemniaczane, zbożowe lub ich mieszaniny. W opisie patentowym EP 0287158A3 65-90% wsadu surowcowego stanowią mączki kukurydziana i pszenna, uzupełnione wodą, olejem, solami alkalicznymi oraz wypełniacz celulozowy, pektynowy, hemicelulozowy i ligninowy.

Niektórzy wytwórcy przekąsek wzbogacają podstawowy wsad w skrobie lub mączki innych roślin. Obok powszechnie stosowanych mączek ziemniaczanych, kukurydzianych i pszennych można wymieść mąkę ryżową, prosa, tapioki, owsianą, gryczaną, amarantową, jęczmienną i bananową.

Dodatki wprowadzane do pelletu są dobierane głównie pod kątem efektów sensorycznych, przede wszystkim formowania smaku, zapachu i koloru produktu.

Należy zaznaczyć, że znaczna część dodatków smakowo-zapachowych jest wprowadzana w tzw. posypce, w czasie wytwarzania gotowych przekąsek z półproduktów-pelletów. Mają one istotny wpływ na ich końcowe właściwości sensoryczne. Do najczęściej stosowanych dodatków należy sól kuchenna, cukier, pieprz, kakao, słód, cynamon, cebula, czosnek, imbir, drożdże, oleje roślinne i zwierzęce, witaminy, monoglicerydy, esencje aromatów zapachowych, gumy roślinne i podobne.

Podstawowym zabiegiem technologicznym, kształtującym wartość odżywczą pelletu i jego właściwości fizyko-chemiczne jest proces ekstruzji. Zabieg ten ma charakter hydrotermiczny i polega na ogrzaniu nawilżonej masy surowcowej (wsadu) do temperatury kleikowania skrobi. Jest to podstawowy warunek, aby natywna skrobia, zawarta w surowcach wyjściowych, stała się podatna na trawie-

nie w przewodzie pokarmowym człowieka. Istotą procesu kleikowania jest pękanie wiązań wodorowych w kryształach skrobi w obecności wody w podwyższonej temperaturze, zwykle zbliżonej do temperatury gotowania, i hydratacja polimerów skrobiowych. W wyniku tych przemian skrobia natywna nierozpuszczalna w zimnej wodzie przechodzi w formę rozpuszczalną i tworzy koloidalny, lepki kleik.

Z punktu budowy chemicznej skrobia składa się z dwóch frakcji: amylozy i amylopektyny (Tester RF, Karkalas J, Qi X *Starch-composition, fine structure and architecture. Journal of Cereal Science*, 2004, 39(2), 151–165). Pierwsza z nich, amyloza, ma liniową budowę łańcuchową, skręconą w formę spiralną, i składa się z cząsteczek glukozy powiązanych wiązaniami alfa-1,4-D-glikozydowymi. Amylopektyna składa się również z cząsteczek glukozy, ale jest polimerem rozgałęzionym, w którym liniowe łańcuchy polimeru są rozgałęzione bocznie przez wiązania alfa-1,6-D-glikozydowe. Cząsteczki amylopektyny są bardzo duże, wielokrotnie większe od cząsteczek amylozy. Proporcje ilościowe między wymienionymi frakcjami polimerowymi zależą od botanicznego pochodzenia skrobi, odmiany danej rośliny i warunków jej uprawy. Bogatymi w amylozę są skrobie ziemniaczana, kukurydziana, żytnia i pszenna, natomiast skrobie woskowe, ryżowa, jęczmienna i słodkich ziemniaków zawierają duże ilości amylopektyny. Skleikowana skrobia jest łatwo strawna i dostarcza organizmowi duże ilości glukozy. Duża zawartość skrobi skleikowanej, obok tłuszczu wprowadzonych do przekąsek podczas smażenia, dostarcza organizmowi dużych ilości tzw. pustej energii i decyduje o ich wysokim indeksie glikemicznym.

Z punktu żywieniowego stanowi to poważną wadę przekąsek i ogranicza ich spożycie, przyczyniając się jednocześnie do otyłości konsumentów, szczególnie dzieci. Drugą istotną wadą smażonych przekąsek jest duża zawartość tłuszczu, a szczególnie toksyczne produkty jego utleniania. Zdecydowana większość gotowych przekąsek nie jest pakowana w ochronnej atmosferze modyfikowanej (MAP) i podlega procesowi jęczenia. Pogarsza to zdecydowanie jakość pelletu i gotowych przekąsek oraz wywiera negatywny wpływ na długość ich przechowywania (shelf live). Ekstrudowane i smażone przekąski stanowią wysokokaloryczną żywność niskiej jakości, bez większych wartości odżywczych, a ich jedynym walorem jest atrakcyjny smak.

Sytuacja ta spowodowała zaangażowanie się wielu ośrodków naukowych i firm przemysłowych w badania i opracowanie nowych technologii wytwarzania przekąsek o obniżonej kaloryczności. Najczęściej stosowanym rozwiązaniem jest wprowadzanie dużych ilości niestrawnego błonnika w miejsce mączek skrobiowych. Pojęcie błonnika pokarmowego jest dosyć szerokie i obejmuje węglowodany polimerowe niepodlegające trawieniu w jelicie cienkim i przechodzące do jelita grubego, gdzie część z nich może być wykorzystywana przez mikrobiotę jelitową. Głównymi składnikami błonnika pokarmowego jest celuloza, hemicelulozy, pektyna i skrobia oporna na trawienie. Błonnik występuje we wszystkich surowcach roślinnych, choć w różnych ilościach. Duże ilości błonnika znajdują się w chlebie żytnim razowym, pieczywie z pełnego ziarna, płatkach zbożowych, suszonych owocach i warzywach korzeniowych. Bogatym źródłem błonnika są otręby zbożowe oraz wyłoki owocowe i warzywne stanowiące odpad przemysłu owocowo-warzywnego. Dzienna dawka błonnika pokarmowego zalecana przez dietetyków wynosi 20–40 g/d (Bienkiewicz M i in.: *Błonnik pokarmowy i jego znaczenie w profilaktyce zdrowotnej. Probl. Hig. Epidemiol.*, 2015, 96(1), 57–63). Błonnik pokarmowy pełni w organizmie człowieka wiele ważnych funkcji. Do najważniejszych należy ograniczenie wchłaniania tłuszczu, obniżanie poziomu cholesterolu, wiązanie toksyn i metali ciężkich, ochrona przed nowotworami, szczególnie przewodu pokarmowego i wiele innych. Wójtowicz i in. jako źródło błonnika wprowadzanego do snacków użyli otrąb pszennych, jęczmiennych, owsianych oraz inulinę (Wójtowicz A. i in.: *The effect of fiber addition on the extrusion-cooking stability and quality of enriched corn snacks. TEKA Commission Motor. Energ. Agric.*, 2014, 14(3), 141–146). Dane literaturowe wskazują, że dodatek błonnika ogranicza absorpcję tłuszczu, obniżając tym samym kaloryczność przekąsek (Pęksa A. i in.: *Wybrane właściwości smażonych chrupek ziemniaczanych z różnym dodatkiem błonnika Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2004, 3(40), 106–113).

W opisie patentowym US 8163324 proponowana jest zamiana części mąki skrobiowej skleikowaną skrobią typu III o wysokiej temperaturze topnienia ze szczytowym punktem endotermicznym powyżej 140°C, oporną na działanie enzymów trawiennych lub innym wypełniaczem skrobiowym. Dodatek takiego błonnika mógłby sięgać aż do 90% ekstrudowanej masy i być formowany w głowicy ekstrudera w temperaturze ok. 100°C przy ciśnieniu 150 psig. Celem dodatku była redukcja kaloryczności przekąski. Podobne rozwiązanie dotyczące skrobi odpornej typu III przedstawia opis patentowy US2012276268(A1), również w odniesieniu do redukcji kaloryczności produktu. Do produkcji przeką-

sek zastosowano także błonnik ziemniaczany (US2003017253 A1) jako czynnik teksturotwórczy oraz otręby jęczmienne (WO2010124922 A1).

Innym rozwiązaniem w ograniczaniu kaloryczności przekąsek jest zastąpienie powierzchniowe natłuszczenia przekąsek przez otoczkę skrobiową pozwalającą na związanie posypki solnej na powierzchni produktu (Monteiro ARG i in.: *Eliminating the use of fat in the production of extruded snacks by applying starch coating*. *Chem. Engn. Transactions*, 2016, 49, 625–630).

Od lat prowadzone są także intensywne badania mające na celu polepszenie wartości odżywczej przekąsek. W przekąskach drugiej generacji, produkowanych w szybkoobrotowych ekstruderach, wprowadza się szereg dodatków podnoszących ich wartość żywieniową przez dodatek wartościowych żywieniowo składników, których udział w przekąskach może dochodzić do 20–30% ich masy. Jedną z takich propozycji jest wzbogacenie przekąsek w białka mleka (Yadav U.: *Process development for a composite extruded snack supplemented with milk proteins*. *PhD Thesis, National Dairy Reserch Institute, Karnal, India, 2015*). W celu wzbogacenia przekąsek w wartościowe składniki wprowadzono do składu surowcowego kazeinę podpuszczkową oraz mąkę ryżową, podnosząc w produkcie zawartość białka do ponad 20%. Do wzbogacenia przekąsek wykorzystano także mleko krowie, izolaty białka sojowego, mango i szpinak dodając je do mączki ryżowej, kukurydzianej i odtłuszczonej mączki sojowej (Mangaraj S. i in.: *Development of extruded functional snack foods from plants and dairy ingredients employing response surface methodology*. *J. Dairy Veterin. Sci.*, 2018, 7(4): JDVS.MS.ID.555717), a także dodając do mąki kukurydzianej soję i szpinak (Al-Subhi F.M.M.: *Using extrusion to prepare snacks food high nutrition value fortified with soybean and spinach for children*. *Middle East J. Appl. Sci.* 2014, 4(\$), 959–966).

Przekąski wzbogacano także w białka jaj i ser (Kocherla i in.: *Development and evaluation of RTE (ready to eat) extruded snack using egg albumin powder and cheese powder*. *Agric. Eng. Int: CIGR J.*, 2012, 14(4) 179–187 oraz UA103876(C2)). Do składu surowcowego przeznaczonego do produkcji ekstrudowanych przekąsek dodawane są także warzywa, wzbogacające te produkty w wartościowe składniki odżywcze, jak białka, witaminy, prozdrowotne węglowodany i sole mineralne. W literaturze naukowej i patentowej można znaleźć informacje o wprowadzeniu do ekstrudowanego ciasta mączki dyniowej (Nor NMD: *Development of expanded snack foods containing pumpkin flour and corn grits using extrusion technology*. *PhD. Thesis, Massey University, Palmerston North, New Zeland, 2013*), mączki batatów taro, bengalskiego czarnego gram i yam (*Discorea spp*) (Reddy M.K. i in.: *Development of extruded Ready-To-Eat (RTE) snacks using corn, black gram, roots and tuber flour blends*. *J. Food Sci. Technol.* 2014, 51(9), 1929–1937), mączki z kalafiora (Stojceska V. i in.: *Cauliflower by-products as a new source of dietary fibre, antioxidants and proteins in cereal based ready-to-eat expanded snakes*. *J. Food Engin.* 2008, 87, 554–563), mączki kiełkowanych nasion soi (Maetens W.: *Physicochemical properties and nutritional attributes of an innovative snack chip developed from UV and IR treated germinated dried soy-bean seeds*. *Master Degree, Gent University, Faculty of Bioscience Engineering, 2017*), marchew, brokuły, seler, paprykę, pomidory (US 8,277,865 B2), orzechy (US8,119,181 B2), siemię lniane (Bombo Trivisan AJ, Gomes Areas JA: *Development of crn and flaxseed snacks with high-fibre content using response surface methodology (RSM)*. *Int. J. Food Sci Nutr.*, 2012, 63(3), 362–367). Do często stosowanych dodatków funkcjonalnych w przekąskach należą wyłoki jabłkowe. Są one ważnym źródłem wielu aktywnych związków chemicznych, szczególnie pektyn, polifenoli, witamin i antyoksydantów (Reis SF i in.: *Apple pomace as a potential ingredient for the development of new functional foods*. *International Conference on Food Safety, Quality and Nutrition, Manchester, UK, 61–66, 11–13 April 2012*).

Jako ważne źródło cennego błonnika pokarmowego oraz wartościowych substancji stosowanych w produkcji przekąsek wymieniane są wyłoki owoców jagodowych (Rohm H. i in.: *Adding value to fruit processing waste: innovative ways to incorporate fibers from berry pomace in backed and extruded cereal-based foods – a SUSFOODproject*. *Foods* 2015, 4, 690-697). Wyłoki owocowe zawierają bioaktywne składniki, które są zalecane i szeroko stosowane w profilaktyce chronicznych chorób cywilizacyjnych, w tym dietozależnych. Ich ogromnym walorem jest kompleksowość działania wynikająca ze złożonego, zróżnicowanego i komplementarnego składu chemicznego. Dzięki temu widoczny jest synergistyczny efekt zdrowotny dodatku wyłoków owocowych. Przykładem wykorzystania wyłoków jabłkowych jest rozwiązanie, w którym do produkcji ekstrudowanych przekąsek zastosowano mieszaninę mąki kukurydzianej i wyłoki jabłkowe (Nissar J. i in.: *Development of functional extruded snacke using corn and apple blends*. *Pharma Innov. J.* 2017, 6(11), 544–555). Autorzy tego rozwiązania opisali optymalne warunki procesu ekstruzji. Analizowano również wpływ

nawilżania ciasta z dodatkiem wyłoków jabłkowych na teksturę ekstrudatu i jego strawność (Karkle EL i in.: *Matrix transformation in fiber-added extruded products: impact of different hydration regimens on texture, microstructure and digestibility*. *J. Food Eng.*, 2012, 108, 171–182). Prowadzono także badania nad jakością ekstrudatów uzyskanych z mąki kukurydzianej i wyłoków dzikiej róży i jabłek. Stwierdzono, że dodatek wyłoków zwiększył zawartość polifenoli i podniósł aktywność przeciwutleniającą produktu. Obserwowano niewielkie pogorszenie się wskaźników jakościowych produktu, jednak produkt został dobrze oceniony przez panelistów (Drożdż W. i in.: *Effect of apple and rosehip pomaces on colour, total phenolic and antioxidant activity of corn extruded snacks*. *Pol. J Chem Technol.* 2014, 16(3), 7–11). W opisie CN108523113(A) przedstawiono ciekawą kompozycję przekąski pozwalającej na regulację poziomu lipidów we krwi, z bardzo dużym udziałem wyłoków z morwy. Udział wyłoków w produkcji sięgał aż 60%.

W opisie patentowym CN106901157(A) przedstawiono produkt, w skład którego weszło 25–35% wyłoków malinowych, 5–15% wyłoków jagodowych, 15–25% wyłoków jeżynowych, 25–35% wyłoków z czarnej porzeczki oraz 20–30% mąki z sorgo, 10–20% mąki jęczmiennej górskiej i 30–40% mąki kukurydzianej. Wynalazek ujawnia sposób wytwarzania mączki zbożowej zawierającej wyłoki z owoców jagodowych. Mączka taka jest następnie ekstrudowana. Również literatura naukowa zawiera liczne opisy, które dotyczą wykorzystania wyłoków owocowych i warzywnych do produkcji przekąsek. Yagci i Gogus opisali wyniki badań nad właściwościami przekąski uzyskanej z ziarna ryżu w połączeniu z twardą mąką durum, częściowo odtłuszczonym orzechem laskowym i odpadami owocowymi (Yagci S., Gogus F.: *Development of extruded snack from food by-products: a response surface analysis*. *J. Food Proc Eng.* 2009, 32, 565–586).

Do wyrobu przekąsek wykorzystano także wyłoki pomidorowe (Karthika Devi B. i in.: *Utilization of by-product from tomato processing industry for the development of new product*. *J. Food Process Technol.* 2016, 7(8), 1000608), wyłoki brzoskwińowe (Kothakota A. i in.: *Development and characterization of extruded product of pineapple waste pulp, red gram powder and broken rice flour*. *Int. J. Eng Res Technol.*, 2013, 2(9)), winogronowe (Lomillo JG, Gonzales-SanJose ML: *Applications of wine pomace in the food industry: approaches and functions*. *Compreh. Rev Food Sci Food Safe.* 2016, 0, 1–20), żurawiny (White BL i in.: *Polyphenolic composition and antioxidant capacity of extruded cranberry pomace*. *J Agric Food Chem* 2010, 58(7), 4037–4042). Opisane kompozycje wykorzystywały wyłoki będące odpadami przemysłu przetwórstwa spożywczego.

Innym przykładem wzbogacenia żywieniowego i smakowego przekąski jest dodatek miodu (Nissar J. i in.: *Development of honey incorporated snacks using extrusion technology*. *J. Pharmacog. Phytochem.* 2017, 6(6), 818-825). W pracy badawczej realizowanej w Uniwersytecie w Kentucky (USA) do produkcji snacków metodą ekstruzji wykorzystano dodatek wywarów gorzelnicznych i młota browarniczego, jako źródła białka, aminokwasów oraz błonnika żywieniowego. Dodatek ten wprowadzano do mąki prosa (Woomer J.: *Creating healthy snack from millet and spent grains using extrusion technology*. *Research proposal*. *College of Agricultural and Biosystems Engineering at the University of Kentucky, Lexington, Kentucky*, 2016).

Wśród dodatków można także spotkać surowce mięsne. Przykładem takiego rozwiązania jest dodatek mechanicznie separowanego mięsa wołowego do mączki ziemniaczanej (Shaw D.A. i in.: *Properties of an extruded, expanded snack food containing mechanically separated beef (MSB) and potato flour*. *J. Food Qual.*, 1994, 17, 143–157).

Do dodatków funkcjonalnych w przekąskach należy także zaliczyć substancje działające na mikrobiotę jelitową. Substancje takie nazywa się prebiotykami i ich podstawową funkcją jest stymulacja rozmnażania się probiotycznych szczepów bakterii z rodzaju *Bifidobacterium* i *Lactobacillus*. Jest to grupa bakterii jelitowych zwalczająca drobnoustroje patogenne, aktywująca układ odpornościowy człowieka, ułatwiająca trawienie niektórych składników pokarmowych i regulująca prawidłowe funkcjonowanie układu pokarmowego. Należą do nich substancje zawierające oligosacharydy oraz trudno strawne polimery roślinne. Przykładem takiego rozwiązania, znanego z opisu US6149965, jest dodatek β -2 fruktofuranozy do przekąsek produkowanych na bazie mączek zbożowych. Cukier ten może być podany w formie fruktooligosacharydów, inuliny lub cykorii. Z opisu MX2014001227(A) znane jest także rozwiązanie wskazujące na prebiotyczne działanie dodatku mączki amarantowej, stymulującej bifidobakterie i pałeczki mlekowe mikrobioty jelitowej. Do prebiotyków zalicza się także skrobię oporną na trawienie enzymatyczne (Fuentes-Zaragoza E. i in.: *Resistant starch as prebiotic: a review*. *Starch/Staerke* 2011, 63, 406-415).

Wśród aktywnych składników przekąsek stosowane są także dodatki przeciwutleniaczy. Są one dodawane do bazy surowcowej przekąsek jako czyste składniki lub jako roślinne dodatki bogate w takie substancje. W rozwiązaniu opisanym w GB2559436(A) zaproponowano wzbogacenie przekąsek w materiał roślinny zawierający polifenole i glukozytolany. W opisie patentowym KR20180098091(A) jako przeciwutleniacze zostały zastosowane jabłka, kaki, słodka dynia i słodkie ziemniaki. Dodatki te wykazywały także działanie przeciwnowotworowe i anty cholesterolowe. Ujawniono także wyniki badań nad wzbogacaniem ekstrudatów kukurydzianych w sproszkowane pomidory i witaminę C (Obradovic i in.: *Physico-chemical properties of corn extrudates enriched with tomato powder and ascorbic acid. Chem. Biochem. Eng Q.*, 2015, 29(3), 325–342).

W ostatniej dekadzie pojawiła się trzecia generacja przekąsek odznaczająca się tym, że nie są ekspandowane w trakcie ekstruzji, lecz przez ogrzanie powietrzem, smażenie w głębokim tłuszczu lub przez ogrzewanie mikrofalowe. Ekstruzja odbywa się przy wyższym nawilżeniu mączek i niższej temperaturze a masa jest formowana niskociśnieniowo, aby zapobiec ekspandowaniu produktu, a następnie suszona do wyżej wilgotności końcowej (ok. 10%) w celu uzyskania szklistej tekstury (Mishra V. i in.: *Extruded snack food* – <https://www.slideshare.net/vinitaPuranik/extruded-snack-food>).

Podobnie jak przekąski II generacji również w przypadku przekąsek III generacji stosuje się podobne dodatki wzbogacające produkty w białko, błonnik, mikroelementy oraz inne odżywcze i funkcjonalne składniki (Panak Balentic J. i in.: *Production of third-generation snacks. Croat. J. Food Sci. Technol.* 2018, 10(1), 98–105).

Wymienione sposoby poprawiania wartości odżywczej przekąsek były ograniczone do jednostronnych działań, w wyniku których uzyskiwano zwykle wzbogacenie składu chemicznego przekąsek w jeden z głównych składników odżywczych, najczęściej błonnik lub białko.

Celem prowadzonych prac badawczo-rozwojowych było wytypowanie składników kompozycji pelletu mogących wpłynąć nie tylko na właściwości prozdrowotne finalnego produktu ale także również na poprawę jego trwałości jako półproduktu.

Nieoczekiwanie okazało się, że poprzez odpowiedni dobór kompozycji dodawanych składników do przeznaczonego do ekstrudowania ciasta uzyskano znacznie polepszenie cech funkcjonalnych przekąsek oraz zwiększenie trwałości pelletu. Łączne wprowadzenie wytypowanych aktywnych dodatków do składu surowcowego ekstrudowanego pelletu pozwoliło dodatkowo na skumulowane, kompleksowe i synergistyczne działanie funkcjonalne całej kompozycji, przekraczające efekty uzyskiwane przy dodawaniu pojedynczych składników.

Kompozycja składnikowa bioaktywnego pelletu do produkcji przekąsek, obejmująca, obok typowych składników stosowanych w jego produkcji, dodatkowe składniki prozdrowotne, pełniące funkcje prebiotyczne, przeciwutleniające, przeciwnowotworowe i chroniące przed chorobami układu sercowo-naczyniowego oraz ograniczające jełczenie tłuszczów.

Pod pojęciem typowych składników stosowanych do wyrobu pelletu przeznaczonych do produkcji przekąsek rozumie się skrobię ziemniaczaną, mąkę kukurydzianą, mąkę pszenną, tłuszcz, sól, cukier oraz dodatki smakowo-zapachowe i wodę. Surowce te są głównie źródłem składników energetycznych ze względu na dużą zawartość skrobi i tłuszczu, tym bardziej, że w trakcie ekstruzji następuje przejście skrobi natywnej w skrobię łatwo trawioną przez enzymy układu pokarmowego.

Kompozycja pelletu według wynalazku jest istotnie wzbogacona w prebiotyczne sacharydy. Zalicza się do nich skrobię oporną zawartą w modyfikowanych skrobiach ziemniaczanych i mąkach zbożowych, fruktany zawarte w korzeniu mniszka lekarskiego i pora, aktywne sacharydy zawarte w kiełkach zbożowych oraz oligosacharydy zawarte w modyfikowanej enzymatycznie i mikrobiologicznie pulpie owocowej. Na podkreślenie zasługuje fakt, że jest to dodatek zróżnicowanego kompleksu prebiotycznych oligosacharydów i polisacharydów.

Jednym z aktywnych składników dodawanych do pelletu jest według wynalazku skrobia oporna typu III i IV. Wprowadzana jest ona do pelletu jako substytut części lub całości skrobi natywnej wprowadzanej ze składnikami z podstawowego wsadu surowcowego. Tego typu skrobie uzyskuje się na drodze retrogradacji skleikowanej skrobi oraz poprzez modyfikacje skrobi na drodze chemicznej, między innymi przez wiązanie łańcuchów amylozy mostkami tworzonymi przez kwasy organiczne. Utworzone kompleksy utrudniają przyłączenie się enzymów amylolitycznych do substratu, co jest warunkiem koniecznym do zapoczątkowania reakcji hydrolizy. Skrobia RS nie jest trawiona ani w żołądku, ani w jelicie cienkim i przechodzi niestrawiona do jelita grubego. Zjawisko to jest bardzo korzystne z punktu żywieniowego, gdyż w jelicie grubym niestrawiona skrobia staje się pożywką dla mikroorganizmów i stymuluje wzrost populacji korzystnych bakterii jelitowych z rodzaju *Bifidobacterium* i *Lactobacillus*.

W rozwiązaniu według wynalazku jako dodatek prebiotyczny stosowany jest także mniszek lekarski. Korzeń tej rośliny zawiera do 40% inuliny i fruktooligosacharydów (*Murray MT i in. Encyclopedia of Healing Foods. Simon and Schuster, 2005*). Liście tej rośliny są także dobrym źródłem tych sacharydów, choć zawierają probiotyczne związków ilości ok. 20–24%. Inulina jest polisacharydem z grupy fruktooligosacharydów (fruktanów). Zbudowana jest z cząsteczek beta-(2-2)-d-fruktozy połączonych wiązaniami beta-(2,1)-glikozydowymi oraz cząsteczki alfa(1-2)-d-glukozy połączonej wiązaniem beta-(1,2)-glikozydowym (*Abed S.M. i in.: Inulin as probiotics and its applications in food industry and human health; a review. Int. J. Agric. Innov. Res. 2016, 5(1), 88–97*). Substancja ta wchodzi w skład błonnika rozpuszczalnego w wodzie, co ułatwia jej metabolizowanie przez bakterie jelitowe należące do grupy bakterii probiotycznych. W wyniku rozkładu przez enzymy wytwarzane przez te bakterie dochodzi do przemian biochemicznych, w których powstają ditlenek węgla i krótkołańcuchowe kwasy tłuszczowe. Te ostatnie są przyswajane w jelicie i metabolizowane w organizmie człowieka. Jednocześnie w jelicie grubym zwiększa się liczebność populacji bakterii z rodzaju *Lactobacillus* i *Bifidobacterium*. Bakterie te zakwaszają treść jelita, hamując rozwój bakterii chorobotwórczych, syntetyzują witaminy z grupy B i witaminę K, obniżają poziom cholesterolu i triglicerydów we krwi, ułatwiają wchłanianie mikroelementów, usuwają laktozę, stymulują układ odpornościowy i zmniejszają alergię. Obecność tych bakterii uznaje się za bardzo korzystną dla zdrowia człowieka, stąd ich nazwa – bakterie probiotyczne. Do pokrycia dziennego zapotrzebowania na fruktany zalecana jest dawka 5–15 g.

W produkcji przekąsek znane są co prawda przykłady dodatku czystej inuliny oraz cykorii zawierającej ten cukier np. WO2017057484(A1), KR101415143 (B1), jednakże nie stosowano dotąd dodatku mniszka lekarskiego do ekstrudowanych przekąsek smażonych w oleju. Również por należy do roślin bogatych we fruktany, a ich zawartość w tej roślinie dochodzi do 10–12%.

W opisywanym wynalazku źródłem substancji prebiotycznych są także kielki roślinne, w tym kielki pszenne.

Dane literaturowe wskazują, że skiełkowane ziarna pszenne stymulują rozmnażanie bakterii *Lactobacillus acidophilus* (*Sharma M. i in.: Development of sprouted wheat based probiotic beverages. J. Food Sci. Technol., 2014, 51(12), 3926–3933*). Dodatek skiełkowanych ziaren wzbogaca także pellet w kwas foliowy, zapobiegający cewie nerwowej płodu (*Cieślak E., Kościej A.: Kwas foliowy – występowanie i znaczenie. Probl. Hig. Epidemiol. 2012, 93(1), 1–7*).

Według danych literaturowych proces kiełkowania ziarna pszenicy zwiększa ponad pięciokrotnie zawartość kwasu foliowego (*Pagand J i in.: The magic and challenges of sprouted grains. Cereal Foods World 2017, 62(2), 221–225*), substancji niezmiernie ważnej w diecie ciężarnych kobiet. Kiełkowanie zwiększa także zawartość wielu bioaktywnych substancji w stosunku do nieskiełkowanych ziarniaków zbóż. W literaturze patentowej i naukowej brak jest informacji na temat wykorzystania skiełkowanych ziaren pszenicy i innych zbóż do produkcji pelletu przeznaczonego do wytwarzania ekstrudowanych przekąsek ekspandowanych w trakcie smażenia pelletu w rozgrzanym oleju. W niektórych znanych rozwiązaniach opisano wykorzystanie skiełkowanych ziaren, ale nie dotyczyły one ekstrudowanych przekąsek produkowanych z surowców ziemniaczanych, zbożowych i warzywnych (*KR20160076194(A), KR20070057543(A), CN105146605(A)*).

Według wynalazku pulę prebiotycznych składników powiększają dodatkowo wyłtoki owocowe. Omawiane rozwiązanie przewiduje użycie wyłtoków poddanych wstępnie hydrolizie ścian komórkowych przez enzymy celulolityczne i hemicelulolityczne, dzięki czemu powstają dodatkowe cukry prebiotyczne, szczególnie oligosacharydy zawierające w swojej strukturze ksylozę, arabinozę i galaktozę.

Kompozycja pelletu, opracowana według wynalazku, pozwala na znaczne zwiększenie jego potencjału przeciwutleniającego. Osiągnięto to przez wprowadzenie do pelletu kompleksu składników obejmujących kwercetynę, alfa-tokoferol, olej z kielków pszennych, kielki zbożowe, sproszkowane łuski cebuli lub ich ekstrakty, w tym skiełkowane nasiona lub kielki nasion moczonych w roztworach soli selenu i cynku oraz obrobione enzymatycznie i mikrobiologicznie wyłtoki owoców niebieskich i czerwonych. Rozwiązanie to charakteryzuje się swoją kompleksowością i synergią działania.

Na wzrost potencjału antyoksydacyjnego pelletu, według wynalazku, złożył się dodatek substancji chemicznych o różnej budowie chemicznej i różnych właściwościach fizyko-chemicznych, co ułatwia ich zachowanie w czasie obróbki technologicznej przy produkcji pelletu i gotowych przekąsek. Istotnym elementem wynalazku jest wprowadzenie do składu kompozycji pelletu termostabilnych antyoksydantów – kwercetyny lub alfa-tokoferolu (*Kiewlicz J, Szymusiak H.: Thermal properties of selected commercial antioxidants. Current Trends in Commodity Science: New trends in food quality, packing and consumer behavior. Eds. K. Juś, J. Jasnowska-Malecka, O. Bihczak. Poznan Univ. Econo-*

mics Business, Fac. Commod Sci., 2015, Poznan; Santos NA. i in.: Commercial antioxidants and thermal stability evaluations. Fuel 2012, 97, 638–643). Oba te związki chemiczne należą do nielicznych naturalnych antyoksydantów odpornych na działanie wysokiej temperatury. Jest to ważna i świadomie dobrana cecha, gdyż produkcja pelletu i przekąsek wiąże się kilkoma wysokotemperaturowymi zabiegami przy ich wytwarzaniu – ekstruzją, suszeniem i smażeniem (*Ruiz-Gutierrez M.G. i in.: The extrusion cooking process for the development of functional foods. Extrusion of metals, polymers and food products. Ch. 5. pp. 83–99, Ed.: Sayyad Zahid Qamar, IntechOpen, DOI: 10.5772/intechopen. 68 741. <https://www.intechopen.com/books/extrusion-of-metals-polymers-and-food-products-the-extrusion-cooking-process-for-the-development-of-functional-foods>, 2017*).

W takich warunkach, gdy temperatura obrabianej masy dochodzi do 180°C, większość antyoksydantów roślinnych ulega rozkładowi i traci swoją aktywność. Należy jednak podkreślić, że korzystne jest rozdzielne stosowanie dodatku tokoferolu i kwercetyny, gdyż w obecności tokoferolu kwercetyna uzyskuje właściwości prooksydacyjne. Badania nad zachowaniem zawartości procyanidyn w wyłókach winogronowych wykazały szybkie niszczenie tego typu antyoksydantów w czasie ich ekstruzji (*Khanal RC i in.: Procyanidin content of grape seed and pomace, and total anthocyanin content of grape pomace as affected by extrusion processing. Health Nutr Food 2009, 74(6), 174–182*). Tymczasem rozkład termiczny alfa-tokoferolu zaczyna się w temperaturze 199°C (Santos i in. 2012)

W rozwiązaniu proponowanym według wynalazku wymienione przeciwutleniacze wprowadzono w formie czystych związków chemicznych lub w formie składników roślinnych zawierających wymienione antyoksydanty. Kwercetyna jest roślinnym flawonoidem i należy do klasy flawonoli. Występuje ona w wielu roślinach, a jej najbogatszym źródłem są łuski cebuli, szczególnie żółtej i czerwonej, czarna i zielona herbata, lubczyk, kapary, cebula, owoce czarnego bzu, lubczyk, szczaw, cykorja, liście kolendry, cykorja i koper (*Kobylińska A, Janas KM.: Prozdrowotna rola kwercetyny obecnej w diecie człowieka. Postępy Hig Med. Dośw. 2015, 69, 51–62*). Jednym z najlepszych źródeł kwercetyny są łuski okrywające cebulę. Stanowią one odpad produkcyjny i nie są wykorzystywane w produkcji żywności. Odznaczają się bardzo wysoką zawartością kwercetyny, szczególnie łuski cebuli czerwonej. W 1 kg łusek zawartość kwercetyny sięga 25–65 g/kg s.m.

Jednym z ważnych źródeł substancji przeciwutleniających, w kompozycji pelletu według wynalazku, są wyłoki owoców i warzyw niebieskich i czerwonych. Do grupy tej zaliczają się wyłoki jeżyn, jagód, aronii, czarnej porzeczki, owoców czarnego bzu, czarnej salsefii, czarnych kabaczków, czarnej marchwi, wiśni, żurawin, malin lub truskawek.

W stanie techniki znane są rozwiązania, w których do pelletu dodaje się wyłoki owocowe i warzywne, stanowiące odpad przemysłu owocowo-warzywnego po produkcji soków oraz odpad przy produkcji cydru i win owocowych. Pulpa taka jest zwykle suszona i rozdrabniana do formy sproszkowanej. W rozwiązaniu CN106901157(A) w mieszaninie z mąką sorgo, jęczmienia i kukurydzy zastosowano dodatek 25–35% wyłoków malin, 5–15% wyłoków jagód, 15–25% wyłoków jeżyn i 25–35% wyłoków czarnej porzeczki. Powstała masa była ekstrudowana i stosowana jako produkt prozdrowotny. W koreańskim patencie KR101175050(B1) przedstawiono kompozycję przekąski składającej się z wyłoków warzywnych i owocowych uzyskanych po produkcji soków, w której znalazły się kawałki jabłek, gruszek, winogron, truskawek, kiwi, mandarynek oraz wyłoki pomidorów, czosnku, szpinaku, zielonego pieprzu, koreańskiego pora oraz innych owoców i warzyw. Mieszanina kawałków owoców i wyłoków warzywnych była mieszana z trahalozą, suszona próżniowo do wilgotności 30% i pokrywana czekoladą. W opisie KR20130005862(A) przedstawiono produkt spożywczy typu przekąskowego zawierający odpady śliwek. W rozwiązaniu MX2017001823(A) ujawniono proces wytwarzania ekstrudowanej przekąski ekspandowanej w procesie smażenia, w skład której wchodziła mąka kukurydziana i amarantowa, wyłoki dyni i przyprawy. Produkt był beztłuszczowy i mógł być spożywany samodzielnie albo jako dodatek do innych potraw.

Wśród opisów literaturowych można znaleźć przykłady wykorzystania wyłoków brzoskwini do produkcji ekstrudowanego produktu, wzbogaconego w ten sposób w błonnik pokarmowy (*Selani MM i in.: Characterisation and potential application of pineapple pomace in a extruded product for fibre enhancement. Food Chem 2014, 162, 23–30*), ekstrudowanego produktu typu chakli, ekstrudatu smażonego w głębokim tłuszczu i zawierającego mąki grochu włoskiego, kukurydzy i zielonego gram, do którego dodano wyłoki brzoskwiniowe jako składnik funkcjonalny (*Shinde P, Dabhade S: Development of extruded snack by using multigrain with pineapple pomace powder. Int J Agric Eng 2018, 11, 328–334*), oraz ekstrudowanego produktu zawierającego odpadowe wyłoki brzoskwiniowe, mączkę czerwonego gram i mąki ryżowej (*Kathakota A. i in.: Development and characterization*

of extruded product of pineapple waste pulp, red gram powder and broken rice flour. *Int J Eng Res Technol* 2013, 3(9), 1152–1167).

Do produkcji ekstrudowanych produktów zbożowych, wytwarzanych na bazie mąki kukurydzianej i ryżowej stosowano także wyłoki pomidorowe, obejmujące skórki i nasiona (Karthika DB i in. *Utilization of by-product from tomato processing industry for the development of new product. J Food Process Technol.* 2016, 7.8 DOI 10.4172/2157-7110.1000608). Produkt był przeznaczony dla ludzi cierpiących na celiakię, alergie i nietolerancję glutenu. Optymalny dodatek skórek pomidorowych i nasion wynosił odpowiednio 25% i 5%. Przykładem wykorzystania wyłoków marchwi owych może być produkcja bułeczek pszennych z dodatkiem takiego odpadu (Kumar K, Kumar N.; *Development of vitamin and dietary fibre enriched carrot pomace and wheat flour based buns. J. Pure Appl Sci Technol* 2012, 2(1), 107–115). W literaturze naukowej jest także opisany przykład wykorzystania wyłoków winogronowych do produkcji ekstrudowanych przekąsek kukurydzianych (Bibi S. i in.: *Stability and functionality of grape pomace used as a nutritive additive during extrusion proces. J Food Process Technol* 2017, 8, 680 doi 10.4172/2157-7110.1000680). Autorzy wskazują, że dodatek wyłoków podniósł wartość odżywczą produktu i pozwolił na zwiększenie jego potencjału przeciwutleniającego.

Znaczna część wartościowych, bioaktywnych składników wyłoków jest jednak niedostępna, gdyż znajduje się zamknięta w komórkach roślinnych ukrytych w głębi matrycy organicznej wyłoków.

Tymczasem zastosowanie obróbki wyłoków enzymami rozkładającymi ściany komórek roślinnych, głównie kompleksem enzymów celulolitycznych i hemicelulolitycznych, jak przewidziano w wynalazku, uwalnia znaczną część aktywnych związków chemicznych i czyni ją biodostępną.

Według wynalazku proponuje się dodatkowo proces fermentacji wyłoków po obróbce enzymatycznej lub w jej trakcie w celu zamiany cukrów prostych w etanol, który jest doskonałym rozpuszczalnikiem dużej części aktywnych substancji. W ten sposób zwiększa się ilość przeciwutleniaczy wydobytych z matrycy roślinnej. Tak przetworzone wyłoki są suszone, rozdrobnione i zastosowane jako źródło bioaktywnych substancji w pellete. W wyłokach owoców niebieskich i czerwonych występują takie przeciwutleniacze, jak kwasy fenolowe, flawonoidy, stilbeny i taniny. Do najważniejszych flawonoli należą kwercetyna i kempferol, spośród antocyjanów w największej ilości występują glikozydy cyjanidyny. Ponadto wyłoki te zawierają duże ilości witaminy C. Występowanie poszczególnych przeciwutleniaczy i ich zachowanie w warunkach procesu technologicznego, a także ich znaczenie prozdrowotne opisuje literatura naukowa (Czapski J., Górecka D.: *Żywność prozdrowotna – składniki i technologia. Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu, Poznań, 2014; Grajek W.: Przeciwutleniacze w żywności. Aspekty zdrowotne, technologiczne, molekularne i analityczne. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, 2007, Warszawa).*

Potencjał antyoksydacyjny pelletu, według kompozycji wynalazku, zwiększa także dodatek mniszka lekarskiego. Wśród składników prozdrowotnych i leczniczych wchodzących w skład mniszka lekarskiego wymienia się także związki fenolowe i flawonoidy o działaniu przeciwutleniającym. Roślina ta zawiera także terpeny i kumaryny. Wywary z tej rośliny wspomagają leczenie cukrzycy, wykazują właściwości przeczyszczające i przeciwzapalne (Lis B., Grabek-Lejko D. *Mniszek lekarski (Taraxacum officinale) – potencjalne właściwości prozdrowotne. Nauka Przyroda Technologie* 2016, 10(3), 37 DOI 10.17306/J.NPT.2016.3.37).

Kolejnym dodatkiem według wynalazku, zwiększającym potencjał przeciwutleniający pelletu, jest dodatek selenu w formie organicznej, zawarty w skielkowanym nasionach lub samych kielkach uzyskanych znanym sposobem przez moczenie i skielkowanie nasion pszenicy w roztworach zawierających selenity (Na_2SeO_3) lub seleniany sodu (Na_2SeO_4) (Lazo-Valez MA i in.: *Optimization of wheat sprouting for production ofelenium enriched kernels Rusing response surface methodology and desirability function. LWT-Food Scie Technol* 2016, 65, 1080-1086; Lintschinger J. i in.: *Selenium-enriched sprouts. A raw material for fortified cereal-based diets. J Agric Food Chem* 2000, 48(11) 5362–8; Lyons G I in.: *High-selenium wheat: biofortification for better health. Nutr Res Rev* 2003, 16(1), 45–60). W trakcie kielkowania jony selenu z selenianów i selenitów są pobierane przez nasiona i przekształcanie w selenoproteiny o niezwykle wysokiej aktywności biologicznej. Jest to duża grupa białek, charakterystyczna tym, że w ich skład wchodzi selenocysteina.

Według wynalazku do ciasta, z którego produkuje się pellet, jest dodawane skielkowane ziarno lub kielki wzbogacone w selen w formie wysuszonej i sproszkowanej. Analogicznym rozwiązaniem jest dodatek kielków wzbogacony w cynk. Pierwiastek ten także wpływa korzystnie na organizm człowieka (Gapys i in.: *Rola cynku w procesach fizjologicznych i patologicznych. Diag Lab.* 2014, 50(1), 45–52).

Jednym z praktycznych celów wynalazku jest zwiększenie trwałości pelletu i przekąsek smażonych w tłuszczu. Cel ten, według wynalazku, osiągnięto przez zwiększenie potencjału antyoksydacyjnego pelletu przez zastosowane dodatki funkcjonalne, a szczególnie przez dodatek alfa-tokoferolu, kiełków pszennych lub oleju z kiełków pszennych, modyfikowanych enzymatycznie wyłoków owocowo-warzywnych i selenu lub skiełkowanego ziarna lub kiełków wzbogaconych w selen. Według wynalazku wymienione źródła przeciwutleniaczy zapobiegających utlenianiu tłuszczu mogą być wprowadzone do pelletu w komplecie lub zamiennie, jednakże ich działanie będzie najskuteczniejsze w zestawach wieloskładnikowych, kompleksowych.

Do najaktywniejszych a zarazem termostabilnych antyoksydantów chroniących tłuszcz przed utlenieniem należą tokoferole, a szczególnie alfa-tokoferol (Laguette M. i in.: Evaluation of the ability of antioxidants to counteract lipid oxidation: existing methods, New trends and challenges. *Progress Lipid Res* 2007, 46, 244–282; McClements DJ, Decker EA: Lipid oxidation in oil-in-water emulsions: impact of molecular environment on chemical reaction in heterogeneous food systems. *J Food Sci* 2000, 65(8), 1270–1282). Substancja ta jest uznana za najsilniejszy wygaszacz rodników singletowych tlenu i ma zdolność przerywania łańcucha procesów oksydacyjnych. Jego dodatek w formie czystej, względnie w postaci oleju z kiełków pszennych oraz selenu lub kiełków selenowych zapobiega utlenianiu tłuszczu wprowadzonych do pelletu i gotowych przekąsek, przedłużając w ten sposób jego trwałość. Optymalną dawką chroniącą czyste oleje przed utlenianiem jest 100 ppm alfa-tokoferolu, natomiast w emulsjach wodno-olejowych dawka tokoferolu musi być zwiększona do 250–500 ppm (Huang S-W i in.: Antioxidant activity of .alpha.- and .gamma.-tocopherols in bulk oil and in oil-in-water emulsions. *J Agric Food Chem* 1994, 42(10), 2108–2114).

W kielkach pszennych zawartość witaminy E sięga 110 mg/100 g s.m. (Yang i in. *Studies on germination conditions and antioxidant contents of wheat grain. Int J Food Sci Nutr* 2001, 52, 319–30). Dobrym źródłem tokoferoli i tokotrienoli są kielki gryki i rzodkiewki, które zawierają odpowiednio 32,1 mg/100 g s.m. i 70 mg/100 g s.m. witaminy E (Lewicki P.: Kielki nasion jako źródło cennych składników odżywczych. *Żywność Nauka Technologia Jakość* 2010, 6(73), 18–33). Szczególnie bogatym źródłem alfa-tokoferolu jest olej z kiełków pszenicy. Zawiera on w 1 kg aż 1,5 g tego tokoferolu. Ponadto zawiera on także 1 g gamma-tokoferolu (Sionek B.: Oleje tłoczone na zimno. *Roczn PZH*, 1997, 48(3), 283–294). Z kolei zawartość selenu we wzbogaconych kielkach wynosi 0,03–0,5 mg/kg (Barclay MNI, MacPherson A.: Selenium content of wheat for bread making in Scotland and the relationship between glutathione peroxidase (EC 1.11.1.9) levels in whole blond and bread consumption. *Br J Nutr* 1992, 8(1) 261–270).

W rozwiązaniu według wynalazku zalecana dawka α -tokoferolu wynosiła od 50–200 ppm, w zależności od ilości dodatków roślinnych. Z uwagi na nierozpuszczalność tokoferoli i tokotrienoli w wodzie, powinny być one rozpuszczane bądź w tłuszczach, bądź w rozpuszczalnych organicznych, na przykład w etanolu lub acetonie.

Według wynalazku, zastosowane dodatki funkcjonalne, wprowadzane do wsadu surowcowego pelletu, wykazują działanie przeciwnowotworowe i chronią przed chorobami układu sercowo-naczyniowego.

Według wynalazku, użycie do produkcji pelletu takich składników, jak kwercetyna, łuski cebuli, zmodyfikowane enzymatycznie wyłoki owocowe i warzywne, korzeń mniszka lekarskiego, organiczne formy selenu w postaci skiełkowanego ziarna lub kiełków wzbogaconych w ten pierwiastek, pozwala na nadanie temu produktowi właściwości ochronnych w stosunku do chorób nowotworowych (Zhang Y-J i in.: Antioxidant phytochemicals for the prevention and treatment of chronic diseases. *Molecules* 2015, 20(12), 21138–21156; Iqbal J i in.: Plant-derived anticancer agents: a green anticancer approach. *Asian Pacific J Tropic Biomed*. 2017, 7(12) 1129–1150). Do przeciwnowotworowych składników spożywczych zalicza się przede wszystkim owoce jagodowe (Santos Bonfim de Castro D.: Anticancer properties of bioactive compounds of berry fruits – a review. *Br J Med. Med. Res* 2015, 6(8), 771-794; Neto CC: Cranberry and blueberry: evidence for protective effects against cancer and vascular diseases. *Molec Res* 2007, 51(6), 652–664; Baby B. i in.: Antioxidant and anticancer properties of berries. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 2017, 13, 1–17). W literaturze naukowej są liczne dowody na przeciwnowotworowe działanie flawonoidów. Mechanizm ich działania polega na wychwytywaniu rodników tlenowych i tym samym zapobieganiu uszkodzeniom DNA i białek, obniżeniu aktywności substancji mutagennych i kancerogennych oraz indukowania apoptozy, przez co zmniejsza ryzyko zachorowania. Spożywanie kwercetyny zmniejsza częstotliwość występowania białaczki, raka prostaty, płuc i piersi oraz progresję komórek nowotworowych (Rauf A i in.: Anticancer potential of quercetin: a comprehensive review.

Phytother Res 2018, 32(11), 2109-2130; Hashemzaei M. i in.: *Anticancer and apoptosis-inducing effects of quercetin in vitro and in vivo. Oncology Rep.* 2017, 38, 819–828). Wiadomo także, że wyciągi wodne z korzeni i liści mniszka hamują rozwój raka prostaty, raka piersi i białaczkę. Również selen w jego formach mineralnych i organicznych wykazuje silne działanie przeciwnowotworowe. Podanie selenu redukuje ryzyko wystąpienia nowotworów wątroby, prostaty, jelita grubego i płuc (Reyman MP.: *Selenium in cancer prevention: a review of the evidence and mechanism of action. Proceed Nutr Soc.*, 2005, 64, 527–542). Mechanizm antynowotworowego działania selenu nie jest w pełni poznany, jednak sugeruje się, że składa się na niego ochrona przeciwutleniająca, detoksykacja, zwiększenie aktywności układu odpornościowego, modulacja cyklu komórkowego oraz hamowanie inwazji komórek rakowych i angiogeneza guzów (Zeng H, Combs Jr GF.: *Selenium as an anticancer nutrient: roles in cell proliferation and tumor cell invasion. J Nutr Biochem* 2008, 19, 1–7). Związki selenu chronią także przed rakiem prostaty, o czym świadczą wyniki siedmioletnich badań klinicznych (Nicastro HL, Dunn BK.: *Selenium and prostate cancer prevention: insights from the selenium and vitamin E cancer prevention trials (SELECT). Nutrients* 2013, 5, 1122–1148). Selen jest także ważnym suplementem diety hamującym rozwój raka piersi (Chen Y-C. i in.: *Dietary selenium supplementation modifies breast tumor growth and metastasis. Int J Cancer*, 2013, 133, 2054–2064). Selenocysteina jest od lat stosowana w terapii przeciwnowotworowej (Tinggi U: *Selenium: its role as antioxidant in human health. Environ Health Prev Med.* 2008, 13, 102–108). Tak otrzymane kielki są bogatym źródłem tego pierwiastka.

Selen i jego związki chemiczne są także znane z aktywności hamującej rozwój chorób układu sercowo-naczyniowego. Międzynarodowa grupa badaczy wskazała na ważną rolę selenu w zapobieganiu chorobom naczyniowym, w tym selenu występującemu w związkach organicznych (Benstoem C. i in.: *Selenium and its supplementation in cardiovascular disease – what do we know? Nutrients* 2015, 7, 3094–3110). Również owoce niebieskie i czerwone znane są z działania zapobiegającego chorobom układu krążenia dzięki zawartości flawonoli, antocyjanów i procyjanidyn oraz polifenoli, co potwierdzają badania epidemiologiczne i kliniczne (Chong MFF i in.: *Fruit polyphenols and CVD risk: a review of human intervention studies. Br J Nutr* 2010, 104, S3, S28–S39; Cutler BR i in.: *Mechanistic insights into the vascular effects of blueberries: evidence from recent studies. Molec Nutr Food Res.* 2017, 61(6), 1600271).

W rozwiązaniu według wynalazku dodatki wprowadzone do pelletu odgrywają kompleksowe wielokierunkowe oddziaływanie prozdrowotne, poprawiając wartość odżywczą tego produktu.

Pozytywny efekt przyniosły także zmiany technologiczne w procesie produkcji pelletu wynikające z przewidzianych dodatków roślinnych, szczególnie wyłoków i surowców zawierających substancje prebiotyczne.

Tradycyjna technologia produkcji pelletu obejmuje wymieszanie składników, nawilżenie ich wodą do wilgotności 25–40%, poddanie mieszaniny ogrzaniu w ekstruderze do temperatury kleikowania skrobi, zwykle 80–120°C, a następnie skleikowana masa jest formowana w głowicy ekstrudera we wstęgę, z której wyrzyna się kształtki pelletu. Wycięte kształtki są suszone owiewowo ogrzaniem powietrzem, chłodzone do temperatury pokojowej i pakowane. Opis takiej technologii jest znany m.in. z rozwiązania EP0287158 A3 i EP287158 A3 oraz w publikacji naukowej (Niżniowska A, Mościcki L.: *Produkcja pelletów. Przegląd Zbożowo-Młynarski* 2004, 1, 36–37). Gotowy pellet jest wykorzystywany do produkcji przekąsek w wytwórniach tych produktów. Odbywa się to przez wprowadzenie pelletu do rozgrzanego tłuszczu, zwykle do rozgrzanego oleju roślinnego. W czasie smażenia pellet ulega gwałtownemu ekspandowaniu, zwiększając kilkukrotnie swoją objętość, uzyskując przy tym puszystą strukturę i chrupiącą teksturę.

W środkach spożywczych czynnikiem determinującym ich właściwości prozdrowotne jest zawartość i biodostępność aktywnych substancji zawartych w dodatku funkcjonalnym. Pod pojęciem właściwości prozdrowotnych żywności rozumie się w tym przypadku czynny wpływ danej substancji na fizjologię człowieka, polegający na zapobieganiu rozwojowi, co najmniej jednej, z chorób cywilizacyjnych i wywieraniu korzystnego wpływu na zdrowie człowieka (Miano T.F. *Functional food – a review. Eur. Academic Res.* 2016, 4(6), 5695–5702). Jak opisano wcześniej, do wytwarzania pelletu sposobem według wynalazku przewidziano funkcjonalne dodatki roślinne zawierające bioaktywne substancje, jak wyłoki owocowe, korzenie i liście mniszka lekarskiego, por, łuski cebuli i skiełkowane ziarna. W surowcach tych bioaktywne substancje znajdują się we wnętrzu komórek roślinnych i z tego powodu ich dostępność dla organizmu człowieka jest ograniczona. Według znanych dotąd rozwiązań dodawanie do pelletu funkcjonalnych dodatków polega na ich bezpośrednim wprowadzaniu do ekstrudowanej

mieszaniny, najczęściej w formie sproszkowanej. Ich uwalnianie odbywa się na drodze ekstrakcji wodnej z tkanki roślinnej w podwyższonej temperaturze. Ponieważ większość struktur komórkowych pozostaje nienaruszona, uwalnianie antyoksydantów i oligosacharydów jest ograniczone, a dodatkowo wiele przeciwutleniaczy jest słabo rozpuszczalnych w wodzie.

W rozwiązaniu według wynalazku funkcjonalne dodatki roślinne poddane są specjalnej obróbce enzymatycznej mającej na celu rozluźnienie struktury ścian komórkowych i zwiększenie ich przepuszczalności. Osiągnięte to zostało przez poddanie materiału roślinnego działaniu enzymów z grupy celulaz i hemicelulaz. Wymienione enzymy są dostępne komercyjnie w formie preparatów enzymatycznych o różnej aktywności katalitycznej i różnym stopniu oczyszczenia. W wyniku procesu hydrolizy następuje rozluźnienie struktur komórkowych i uwolnienie z komórek bioaktywnych substancji, takich jak przeciwutleniacze, prebiotyczne sacharydy, witaminy, cenne białka i substancje mineralne, wzbogacające skład chemiczny pelletu i podnoszące jego wartość odżywczą oraz oczekiwane działanie prozdrowotne. Rozkład polimerów, z których są zbudowane ściany komórkowe, a szczególnie depolimeryzacja celulozy, prowadzi jednak do zwiększenia zawartości cukrów prostych. Są one produktami końcowymi hydrolizy enzymatycznej celulozy i hemiceluloz. Duża ilość cukrów prostych jest jednak niekorzystna, gdyż są one substratami wchodzącymi w reakcję z aminokwasami, w wyniku których powstaje szkodliwy akryloamid. Substancja ta jest uważana za rakotwórczą i odpowiedzialną za powstawanie choroby Alzheimera. Występuje ona w dużych ilościach w przekąskach (*Jankowska Helbin Potocki A. Akryloamid jako substancja obca w żywności. Probl. Hig. Epidemiol. 2009,90(2), 171–174*).

Usuwanie uwolnionych mono- i disacharydów, według wynalazku, może odbywać się jednocześnie z procesem fermentacji etanolowej. W tym celu do pulpy wyłoków wymieszanych z wodą wprowadza się obok enzymów także drożdże z rodzaju *Saccharomyces*. W trakcie fermentacji dochodzi do konwersji cukrów fermentujących do etanolu. Jednoczesne prowadzenie hydrolizy enzymatycznej i fermentacji etanolowej należy uznać za korzystne, gdyż skraca się czas trwania obu procesów, stwarza lepsze warunki do rozwoju drożdży i uzyskuje dłuższy czas kontaktu antyoksydantów z etanolem, co zwiększa ich rozpuszczalność i biodostępność. Etanol jest uważany za bardzo dobry rozpuszczalnik dla wielu substancji niepolarnych, w tym wielu przeciwutleniaczy.

Obróbka „mokra” enzymatyczno-mikrobiologiczna daje jeszcze jedną nieoczekiwaną korzyść, a mianowicie ułatwia lepszą sterylizację ekstrudowanej masy. Wynika to z faktu, że w czasie inkubacji w ciepłej wodzie zarodniki drobnoustrojów pęcznieją i kiełkują, przechodząc w formy wegetatywne, łatwe do zniszczenia w trakcie procesu ekstruzji. Wszystkie roślinne dodatki funkcjonalne charakteryzują się dużym skażeniem mikrobiologicznym, w tym formami przetrwalnikowymi bakterii i grzybów. Wynika to z tego, że w procesie suszenia materiału roślinnego giną tylko wegetatywne formy drobnoustrojów, natomiast formy przetrwalnikowe przechodzą do suszu. Według norm dopuszczalna zawartość pleśni i drożdży w smażonych przetworach ziemniaczanych i chrupkach zbożowych wynosi $10^3/g$ (*Rozporządzenie Ministra Zdrowia, Dz. U. z dnia 5 lutego 2001 r., Nr 9, poz. 72*). Należy jednak zaznaczyć, że normy ustalano dla produktów typowych, do których nie wprowadzano dodatków silnie skażonych drobnoustrojami, jak wysuszone wyłoki roślinne, suszone korzenie roślin i liście, czy zewnętrzne pokrywy roślinne, jak łuska cebuli. Bezpośrednie wprowadzenie ich w stanie suchym do ekstrudowanej masy utrudnia zachowanie niezbędnych standardów higienicznych, a więc nie gwarantuje bezpieczeństwa mikrobiologicznego konsumentów, co w przypadku produkcji żywności należy uznać za sprawę fundamentalną. Znane dotąd rozwiązania dotyczące produkcji pelletu do wytwarzania przekąsek w ogóle nie uwzględniają tego aspektu.

Zmiana technologii zakłada wprowadzenie do linii produkcyjnej nowych urządzeń. Tradycyjne technologie opierają się na stosowaniu surowców w formie suchej. Wprowadzenie strumieni „mokrych” wymusza szereg zmian aparaturowych w dotychczas stosowanych liniach aparaturowych. Przede wszystkim jest konieczny zastosowanie termostатовanego mieszalnika-reaktora do prowadzenia procesu hydrolizy enzymatycznej surowca o konsystencji pulpy. Urządzenie to powinno być połączone z młynkiem do rozdrabniania surowców roślinnych do formy sproszkowanej. Będzie on wykorzystywany do rozdrabniania suchych wyłoków owocowych, łuski cebuli, suszu mniszka lekarskiego i skielkowanego ziarna.

Zmianie będzie musiał ulec także system mieszania i dozowania składników do ekstrudera. Mieszalnik powinien być dostosowany do mieszania mokrej pulpy roślinnej po hydrolizie/fermentacji z pozostałymi surowcami sypkimi (skrobie, mąki ziemniaczane). Jednocześnie powinien on zapewniać możliwość spryskiwania mieszanej masy wodą, aby osiągnąć wymagany poziom wilgotności ciasta pelletowego. Zmiany będzie wymagał system wprowadzanie ciasta pelletowego do ekstrudera. Wy-

mienione urządzenia są zablokowane z ekstruderem, zatem konieczny będzie zakup całego nowego agregatu ekstrudera. Wprowadzenie materiałów roślinnych o charakterze funkcjonalnym pociągnie za sobą konieczność zabezpieczenia wstęgi ciasta pelletowego wychodzącego z ekstrudera przed jej zerwaniem wskutek zmian reologicznych. Można to osiągnąć przez wyposażenie linii aparaturowej między ekstruderem a wycinarką pelletu w rolki podtrzymujące taśmę ciasta pelletowego.

Kolejna zmiana będzie dotyczyła rozbudowania suszarni o element kondycjonera niskotemperaturowego. Urządzenie to będzie musiało być odpowiednio zablokowane z suszarnią. Wskazane zmiany dotyczą w praktyce całej linii aparaturowej.

Opracowana technologia według wynalazku jest pierwszym rozwiązaniem pozwalającym na jednoczesne wydobycie z materiału roślinnego większej ilości bioaktywnych substancji, usunięcie substancji generujących powstawanie akryloamidu oraz radykalne obniżenie zagrożenia mikrobiologicznego. Ilość surowca przerabianego według opisanego wyżej sposobu jest jednak ograniczona ilością dostępnej wody technologicznej.

W sposobie według wynalazku, dzięki lepszemu wydobyciu substancji bioaktywnych z materiału roślinnego możliwe jest zmniejszenie ilości dodatków funkcjonalnych przeznaczonych do ekstruzji, co ma korzystny wpływ na zachowanie typowych właściwości Reologicznych i sensorycznych przekąsek produkowanych z tak wytworzonego pelletu.

Dane literaturowe wskazują, że duża ilość dodatków funkcjonalnych zawierających tkankę roślinną pogarsza właściwości reologiczne peletów, a przede wszystkim zwiększa ich łamliwość i kruchość oraz ogranicza ekspandowanie pelletu w czasie ich smażeniu w olejach (*Wojtowicz A. i in. Chemical characteristics and physical properties of functional snack enriched with powdered tomato. Pol. J. Food Nutr Sci. 2018, 68(3), 251–261*). Zmniejszenie dodatku składników funkcjonalnych przy zachowaniu odpowiedniej ilości substancji bioaktywnych, ułatwia utrzymanie odpowiedniej tekstury i smaku peletów ziemniaczanych i zbożowych. Można więc stwierdzić, sposób wytwarzania peletów według wynalazku umożliwia zmniejszenie niezbędnej ilości dodatków funkcjonalnych, szczególnie wyłóków owocowych, przy zagwarantowaniu w peliecie odpowiednio dużej zawartości substancji bioaktywnych, decydujących o właściwościach prozdrowotnych przekąsek.

W sposobie według wynalazku przeprowadzono dodatkowo nowe rozwiązanie dotyczące technologii suszenia pelletu, zwiększające w nim zawartość skrobi odpornej na trawienie. Według znanych rozwiązań pellet suszony jest owiewowo powietrzem o temperaturze 60°C – 110°C, najczęściej w suszarniach taśmowych. W rozwiązaniu według wynalazku suszenie odbywa się w dwóch strefach suszenia – w strefie zimnej oraz w strefie gorącej. W trakcie zmian temperatury dochodzi do przyspieszenia procesów retrogradacji skrobi i zwiększenia zawartości skrobi odpornej na trawienie typu III. Proces ten różni się od procesów znanych z innych rozwiązań tym, że w trakcie owiewowego oziębiania pelletu dochodzi do retrogradacji i jednoczesnego usuwania wody uwolnionej w procesie retrogradacji skrobi. Takich warunków nie stwarzają znane rozwiązania, w których schładzanie lub wymrażanie ciasta pelletowego odbywa się w całej jego masie, w praktyce bez zmian wilgotności masy. Dzięki nowemu rozwiązaniu schładzanie połączone z jednoczesnym suszeniem peletów zwiększa szybkość przechodzenia skrobi w formę oporną na trawienie enzymatyczne w przewodzie pokarmowym człowieka.

W rozwiązaniu według wynalazku dobranie kompozycji składnikowej oraz sposób wytwarzania pelletu polegający na specjalnych zabiegach przygotowania dodatków funkcjonalnych przed ekstruzją oraz zmienno-temperaturowym suszeniu pelletu pozwala na uzyskanie pożądaných właściwości prozdrowotnych produkowanych z niego przekąsek i zachowanie ich właściwych cech reologicznych.

Poddając te dodatki roślinne procesowi wstępnej hydrolizy enzymatycznej z udziałem enzymów celulolitycznych, hemicelulolitycznych i pektynolitycznych w celu uwolnienia bioaktywnych składników roślinnych (przeciwutleniaczy i prebiotycznych oligosacharydów) lub procesowi fermentacji etanolowej w celu redukcji zawartości cukrów prostych i zwiększenia rozpuszczalności przeciwutleniaczy w roztworach wodno-etanolowych osiągnięto następujące korzystne skutki:

- zmniejszenie masy dodawanych składników funkcjonalnych przy jednoczesnym zachowaniu równorzędnej koncentracji substancji bioaktywnych, co pozwoliło na utrzymanie tradycyjnych cech sensorycznych pelletu i gotowych przekąsek;
- uwolnienie z dodatków roślinnych większych ilości bioaktywnych substancji;
- usunięcie cukrów prostych generujących powstawanie szkodliwego akryloamidu;
- uzyskano także poprawę stanu mikrobiologicznego przekąsek przez skuteczną eliminację drobnoustrojów przetrwalnikujących oraz zmniejszono zawartość akryloamidu w gotowym wyrobie.

Istotą wynalazku jest kompozycja składnikowa bioaktywnego pelletu przeznaczonego do produkcji smażonych przekąsek na bazie surowców skrobiowych, w procesie ekspandowania.

Kompozycja ta zawiera :

- preparaty skrobi odpornej w ilości 5–30% masy wsadu surowcowego;
- skrobie ziemniaczane, mączki zbożowe lub warzywne o zwiększonej zawartości skrobi odpornej w ilości 5–60% masy wsadu surowcowego;
- mniszek lekarski w ilości 0,5–10% masy wsadu, korzystnie 1–6% masy wsadu lub ekstrakt uzyskany z takiej ilości mniszka lekarskiego;
- sproszkowany por w ilości 1–15% wsadu surowcowego, korzystnie 3–8% wsadu, lub ekstrakt uzyskany z takiej ilości pora;
- obrobione enzymatycznie wyłoki owoców w formie suchej, sproszkowanej, w ilości 1–30% masy wsadu, korzystnie 5–15% wsadu;
- kwercetynę w formie glikozydowej w ilości 0,005–0,05% masy wsadu albo kwercetynę rozpuszczoną w etanolu w ilości co najmniej 1 ml etanolu na 1 mg kwercetyny;
- sproszkowane łuski cebuli w ilości 0,05–2% masy wsadu korzystnie 0,3–1% wsadu, lub ekstrakt etanolowy lub wodno-etanolowy łusek uzyskany z co najmniej takiej samej ilości łusek, korzystnie po usunięciu etanolu przed wprowadzeniem ekstraktu do ekstrudera; (pod względem sensorycznym wyciągi wodne łusek cebuli żółtej, powstające w czasie ekstruzji-gotowania, są bezwonne lub mają ledwo wyczuwalny zapach cebulowy i pomarańczową barwę, a w przypadku wykorzystania sproszkowanych łusek tej cebuli do produkcji przekąsek właściwości te mogą być uznane za korzystne);
- alfa-tokoferol rozpuszczony w oleju i podawany razem z olejem, względnie rozpuszczony w 70% etanolu tokoferol w ilości 0,003–0,015% masy wsadu;
- kielki pszenne, korzystnie sproszkowane w ilości 1-6% masy wsadu, korzystnie 3–4% wsadu lub olej z kielków pszennych w ilości 0,5-3% masy wsadu, korzystnie 1,5–2% wsadu;
- skielkowane nasiona lub kielki wzbogacone w selen lub cynk w ilości 0,1–5% masy wsadu korzystnie 0,1–0,5% wsadu lub cynk w ilości 0,05–2% masy wsadu.

Przy czym istotnym jest aby składniki zawierające kwercetynę nie były łączone ze składnikami zawierającymi alfa-tokoferol.

Wyjątkowo korzystanie kompozycja bioaktywnego pelletu zawiera jako preparat skrobi odpornej na trawienie skrobię typu 3 lub 4. Sugerowanym jest aby skrobie lub mączki o zwiększonej zawartości skrobi odpornej miały udział we wsadzie surowcowym przeznaczonym do produkcji pelletu w ilości takiej samej w miejsce analogicznych składników o niezwiększanej zawartości skrobi odpornej.

W składzie kompozycji mniszek lekarski może mieć formę korzenia mniszka lekarskiego, część nadziemnej tej rośliny lub całej rośliny, korzystnie w formie wysuszonej i sproszkowanej lub w formie ekstraktu wodnego lub wodno-alkoholowego.

Korzystnie także skielkowane nasiona lub kielki wzbogacone w selen mogą stanowić wysuszone, skielkowane nasiona lub suche kielki moczone i skielkowane w roztworze selenianu lub selenitu sodowego. W przypadku natomiast skielkowanych nasion lub kielków wzbogaconych w cynk wysuszone skielkowane nasiona lub suche kielki nasion moczonych i skielkowanych w roztworze soli cynku, korzystnie siarczanu cynku.

Korzystnym jest gdy obrobione enzymatycznie wyłoki owoców stanowią wyłoki jeżyny, aronii, czarnej porzeczki, owoców czarnego bzu, jabłek, morwy, wiśni, czereśni, żurawiny, malin i truskawek, stosowanych pojedynczo lub w dowolnej mieszaninie, tak pod względem i ilościowym, jak i rodzaju owocu. Preferowanym sposobem obróbki enzymatycznej wyłoków owoców jest poddanie ich hydrolizie enzymatycznej za pomocą enzymów celulolitycznych i hemicelulolitycznych, a wyjątkowo korzystnie dodatkowo fermentacji etanolowej.

W takim przypadku jednak korzystnym jest, gdy wyłoki pozbawione są etanolu przed ich wprowadzeniem do ekstrudera.

Istotą wynalazku jest także sposób wytwarzania bioaktywnego pelletu przeznaczonego do produkcji smażonych przekąsek na bazie surowców skrobiowych, ekspandowanego w procesie smażenia w tłuszczach, w którym przygotowuje i łączy się składniki poprzez mieszanie, następnie nawilża się je wodą, następnie ogrzewa mieszaninę w ekstruderze do temperatury kleikowania skrobi, po czym formowana jest w głowicy ekstrudera we wstęgę, z której wyrzyna się kształtki pelletu, które suszone są owiewo ogrzany powietrzem i następnie chłodzone do temperatury pokojowej.

Sposób charakteryzuje się tym, że przed wprowadzeniem do kompozycji materiał roślinny poddaje się procesowi hydrolizy enzymatycznej lub fermentacji, a po procesie ekstruzji stosowane jest suszenie zmiennejtemperaturowe, łączące suszenie w niskich temperaturach z suszeniem w wysokich temperaturach. Wprowadzenie tych etapów do cyklu produkcyjnego łącznie pozwoliło na zwiększenie dostępności bioaktywnych substancji chemicznych, zwiększenie zawartości skrobi odpornej na trawienie, zmniejszenie zawartości akryloamidu w przekąskach i obniżenie skażenia mikroorganizmami przetrwalnikującymi.

Korzystnie roślinne dodatki są hydrolizowane enzymami celulolitycznymi, hemicelulolitycznymi i pektynolitycznymi, korzystanie enzymami celulolitycznymi i hemicelulolitycznymi w postaci preparatów enzymatycznych wykazujących jednocześnie aktywność katalityczną do depolimeryzacji celulozy, hemiceluloz i pektyn albo cieczy pofermentacyjnych po hodowli mikroorganizmów wytwarzających enzymy celulolityczne, hemicelulolityczne lub pektynolityczne.

Wariantowo dopuszcza się, że procesowi hydrolizy poddawany jest materiał roślinny po jego uprzednim rozdrobnieniu. Nadto fermentacji etanolowej może być poddany hydrolizat enzymatyczny materiału roślinnego bądź też fermentację etanolową można przeprowadzić jednocześnie z procesem hydrolizy enzymatycznej.

Korzystnym jest także kiedy fermentację etanolową przeprowadza się z wykorzystaniem drobnoustrojów klasy GRAS, korzystnie drożdży z rodzaju *Saccharomyces*.

Wyjątkowo korzystnie pellety wycięte z ekstrudowanej masy poddaje się suszeniu zmiennejtemperaturowemu przebiegającemu cyklicznie, naprzemiennie, przy użyciu powietrza zimnego w zakresie temperatury od -20°C do +10°C i powietrza gorącego w zakresie temperatury od 70°C do 100°C.

Kompozycję składnikową bioaktywnego pelletu przeznaczonego do produkcji przekąsek na bazie surowców skrobiowych w procesie ekspandowania przedstawiono na poniższych przykładach.

P r z y k ł a d 1

W celu określenia efektów uzyskanych w wyniku wprowadzenia modyfikacji składu surowcowego pelletu przeprowadzono dwa eksperymenty: pierwszy, w którym zastosowano typowy skład surowcowy, nazywany dalej wsadem kontrolnym, oraz drugi, w którym do mieszaniny surowcowej wprowadzono dodatki funkcjonalne, zwany dalej wsadem funkcjonalnym. Dodatki funkcjonalne wprowadzono w miejsce części niektórych składników wsadu kontrolnego.

Przy wsadzie kontrolnym do mieszalnika ślimakowego poziomego wprowadzono:

- 62,2% skrobi ziemniaczanej;
- 25% odwodnionych ziemniaków w formie granulatu lub płatków;
- 10% skrobi preżelatynizowanej;
- 2,8% soli.

Przy wsadzie funkcjonalnym do mieszalnika wprowadzono:

- 45,9% skrobi ziemniaczanej;
- 25% odwodnionych ziemniaków w formie granulatu lub płatków;
- 10% skrobi preżelatynizowanej;
- 2,8% soli;
- 10% oczyszczonego preparatu skrobi odpornej;
- 4% wyłoków z jeżyn, czarnej porzeczki, malin i aronii, poddanych obróbce enzymatyczno-fermentacyjnej;
- 1% sproszkowanego mniszka lekarskiego;
- 0,3% mączki ze skiełkowanych ziaren pszenicy;
- 1% sproszkowanych suchych łusek cebuli białej.

Odważone porcje suchych wyłoków owocowych, suchych korzeni mniszka lekarskiego oraz łusek cebuli poddano rozdrobnieniu w młynku młotkowym i całość wymieszano. W termostатовanym, zamykanym mieszalniku, podgrzano wodę do temperatury 55°C i powoli wprowadzono do niej, przy ciągłym mieszaniu wody, sypanie składniki funkcjonalne. Stosunek masy wody do masy składników funkcjonalnych wynosił ok. 4:1. Następnie do mieszalnika dodano preparat enzymatyczny Cellulase CE-2000 oraz komórki drożdżowe w ilości zapewniającej 10⁵ jtk na gram obrabianej masy. Całość wymieszano, przedmuchano azotem w celu usunięcia tlenu i pozostawiono do maceracji przez 36 godzin w temperaturze 35°C. Pod koniec procesu fermentacji do fermentujących wyłoków wprowadzono sproszkowane łuski cebuli i całość dobrze wymieszano. Tak obrobiona masa wyłoków została użyta do procesu ekstruzji.

Do mieszalnika współpracującego z ekstruderem wprowadzono wszystkie składniki przeznaczone do procesu ekstruzji i dobrze wymieszano, regulując jednocześnie wilgotność końcową ciasta pelletowego na poziomie 33–35%. Równolegle prowadzono proces ekstruzji wsadu kontrolnego, bez dodatków funkcjonalnych.

Proces obróbki hydrotermicznej ciast prowadzono w ekstruderze w temperaturze 70°C, przy obrotach ślimaka 3500 rpm. W trakcie ekstrudowania masa ciast została wymieszana, ugnieciona, stopniowo ogrzana i uplastyczniona do formy jednorodnego żelu. W temperaturze ekstrudowania nastąpiło w cieście skleikowanie skrobi, hydratacja polimerów roślinnych, rozpuszczenie składników w wodzie, rozluźnienie struktury matrycy organicznej i zniszczenie wegetatywnych form drobnoustrojów. Gorące ciasto zostało następnie wytłoczone przez głowicę ekstrudera i uformowane w szeroką wstęgę. Po opuszczeniu ekstrudera wstęga ciasta była chłodzona za pomocą nawiewu zimnego powietrza do temperatury 21°C i przekazana do formera, gdzie ze wstęgi wycięto kształtki pelletu.

Wycięte pellety następnie suszone przez 90–120 min w temperaturze 70°C do wilgotności końcowej ok. 10,5% w/w. Gotowa masa pelletu była kondycjonowana, ważona i pakowana w opakowania zbiorcze. W ten sposób wyprodukowano pellet kontrolny i pellet funkcjonalny, co umożliwiło przeprowadzenie badań porównawczych, określających wpływ dodatków funkcjonalnych na jakość pelletu i gotowych przekąsek.

Analizę aktywności prebiotycznej pelletu przeprowadzono za pomocą testu mikrobiologicznego. Wyprodukowane pellety były rozdrabniane do formy drobnego pudru i wprowadzone do pożywki MRS w ilości 2% w/v. Następnie pożywka była sterylizowana przez 15 min w temp. 121°C i zaszczipiana kulturą bakterii *Bifidobacterium* sp. w ilości 5×10^5 jtk/ml. Hodowlę bakterii prowadzono przez 3 doby w kolbach Erlenmeyera o obj. 500 ml w warunkach beztlenowych w temp. 35°C na wytrząsarce przy 100 obr/min. Po tym czasie 1 ml pożywki wysiewano na płytkę Petriego z pożywką MRS z dodatkiem 0,5 g/l L-cysteiny zestaloną agarom i po 3 dniowej inkubacji w warunkach beztlenowych liczone kolonie. Na tej podstawie obliczano końcową gęstość populacji komórkowej w pożywkach zawierających produkt funkcjonalny wyprodukowany według wynalazku i produkt bez dodatków funkcjonalnych (próba kontrolna).

Potencjał antyoksydacyjny przekąsek wyprodukowanych bez dodatków funkcjonalnych (próba kontrolna) i z dodatkami funkcjonalnymi określano w stosunku do rodnika ABTS. Zawartość skrobi odpornej w próbkach pelletu i w gotowych przekąskach oznaczano wg metody Megazyme K-RIN TDF z użyciem kitu Resistant starch assay kit (rapid).

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że wprowadzenie dodatków funkcjonalnych zwiększyło zawartość skrobi odpornej w wysmażonych przekąskach z 4,9% do 8,7%, czyli prawie dwukrotnie. Jednocześnie stwierdzono, że w trakcie wysmażania pelletów zawartość skrobi odpornej nie malała. Populacja bakterii *Bifidobacterium* sp. hodowanych w podłożu MRS z dodatkiem pelletów prozdrowotnych zwiększyła się z 2×10^7 jtk/ml w pellecie kontrolnym do $5,2 \times 10^8$ jtk/ml w pellecie prozdrowotnym, czyli ponad 10-krotnie. Dodatek składników funkcjonalnych zwiększył także potencjał przeciwutleniający przekąsek wysmażonych z badanych pelletów z 0,939 μ M Trolox/g do 8,423 μ M Trolox/g, co oznacza prawie 9-krotny wzrost potencjału antyoksydacyjnego pelletu prozdrowotnego zawierającego dodatki funkcjonalne.

P r z y k ł a d 2

W ramach badań wykonano dwa rodzaje pelletu, kontrolny i funkcjonalny, stosując schemat eksperymentu przedstawiony w przykładzie 1.

Przy wsadzie kontrolnym do produkcji pelletu użyto:

- 45% mąki pszennej;
- 47,5% skrobi ziemniaczanej;
- 5% suszu ziemniaczanego w formie granulatu lub płatków;
- 2% soli;
- 0,5% węgla sodu.

Skład surowcowy wsadu funkcjonalnego przedstawiał się następująco:

- 28,5% mąki pszennej;
- 27,5% skrobi ziemniaczanej;
- 5% suszu ziemniaczanego w formie granulatu lub płatków;
- 2% soli;
- 0,5% węgla sodu;

- 20% skrobi ziemniaczanej zawierającej 15% skrobi odpornej typu IV;
- 0,5% ekstraktu wodnego uzyskanego z mniszka lekarskiego;
- 3% sproszkowanego pora;
- 7,5% wysuszonych, sproszkowanych wyłtoków owoców czarnego bzu, jabłek, morwy, czarnej marchwi, żurawiny i wiśni, poddanych uprzedniej obróbce enzymatyczno-fermentacyjnej;
- 5% mączki z kiełków pszenicy wzbogacone w selen i cynk;
- 0,5% oleju z kiełków pszennych;
- 0,003% alfa-tokoferolu rozpuszczonego w oleju rzepakowym.

Pierwszy etap produkcji pelletu prozdrowotnego objął przygotowanie wyłtoków owocowych metodą enzymatyczno-mikrobiologiczną (fermentacyjną). Do obróbki enzymatycznej odważono porcję wyłtoków i je rozdrobniono. Następnie sproszkowane wyłtoki wprowadzono powoli do termostatowanego, mieszalnika, w którym znajdowała się woda o temperaturze 35°C, przy ciągłym, intensywnym mieszanii roztworu. Proporcja między wodą a sproszkowanymi składnikami funkcjonalnymi wynosiła jak 2,4:1. W zbiorniku tym przeprowadzono proces jednoczesnej hydrolizy i fermentacji wprowadzając do mieszalnika przy ciągłym mieszanii wody sproszkowane wyłtoki, preparat enzymatyczny Novozymes Cellic i komórki drożdży gorzelnicznych w ilości 6 x 10⁵ jtk/g. Proces prowadzono przez 48 godzin w temperaturze 35°C. Pod pierwszej dobie procesu fermentacji etanolowej do przerabianej masy dodano sproszkowany por oraz skiełkowane ziarna wzbogacone w Se i Zn.

Ziarna wzbogacone w selen i cynk przygotowano samodzielnie przez spryskiwanie ziaren roztworem Na₂SeO₃ o stężeniu 10 mg/L oraz siarczanu cynku o stężeniu 20 mg/L. Proces kiełkowania prowadzono w temperaturze 25°C przez 7 dni przy dobrej wentylacji warstwy kiełkujących nasion. Po zakończeniu procesu kiełkowania ziarna były podsuszane ciepłym powietrzem, rozdrabniane i przeznaczone do wymieszania z pofermentacyjną masą wyłtoków.

Tak przygotowaną porcję roślinnych dodatków funkcjonalnych, oraz pozostałych składników składających się na wsad pelletu funkcjonalnego wymieszano i wprowadzono do ekstrudera. Wilgotność mieszaniny była ustalana na ok. 35% i przeprowadzano proces ekstruzji w temperaturze 110°C przy obrotach ślimaka 2850 rpm.

Następnie po uformowaniu wstęgi wycinano z niej kształtki pelletu, które były przekazywane transporterem taśmowym do suszarni taśmowej, gdzie najpierw były schładzane powietrzem o temperaturze 2°C przez 4 godziny, a następnie suszone przez 90–150 min w temperaturze 75°C do wilgotności końcowej ok. 10,5% w/w. Schładzanie powietrza przeprowadzano przez iniekcję do powietrza rozpylonego ciekłego azotu.

Analizę aktywności prebiotycznej pelletu i gotowych przekąsek, potencjału antyoksydacyjnego pelletu i zawartości skrobi odpornej przeprowadzono w sposób opisany w przykładzie 1. Dodatkowo wyprodukowano pellet funkcjonalny w wariacie bez obróbki enzymatyczno-mikrobiologicznej i w wariacie z obróbką enzymatyczno-mikrobiologiczną w celu oznaczenia wpływu obróbki na zawartość pleśni i drożdży w gotowym produkcie. Miano pleśni i drożdży wykonano wykorzystując pożywkę agarową DG18 z di chloranem, chloramfenikolem i 18% dodatkiem glicerolu. Stwierdzono, że w produkcji bez obróbki w 1 gramie gotowego produktu stwierdzono obecność 6 x 10⁴ jtk, natomiast przy zastosowaniu obróbki miano pleśni i drożdży poniżej 102 jtk/g.

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że wprowadzenie dodatków funkcjonalnych zwiększyło populację szczepu bakterii probiotycznych *Bifidobacterium* sp. z 1,2 x 10⁷ jtk/ml do 7 x 10⁸ jtk/ml, czyli 15-krotnie. Zawartość skrobi odpornej wynosiła z 4,5% do i wzrosła 18,6%, a więc obserwowano wzrost czterokrotny w stosunku do pelletu bez dodatków funkcjonalnych. Dodatek składników funkcjonalnych zwiększył także potencjał przeciwutleniający wysmażonych chrupek z 0,57 μM Trolox/g do 6,58 μM Trolox/g, ponad 11-krotnie.

P r z y k ł a d 3

Stosując schemat badań przyjęty w przykładzie 1 wyprodukowano pellet kontrolny i pellet funkcjonalny. Do produkcji pelletu kontrolnego użyto:

- 72,5% skrobi ziemniaczanej;
- 20% suszu ziemniaczanego w formie granulatu lub płatków;
- 5% skrobi preżelatynizowanej;
- 2,5% soli.

Do produkcji pelletu funkcjonalnego użyto:

- 51% skrobi ziemniaczanej;
- 20% suszu ziemniaczanego w formie granulatu lub płatków;;
- 5% skrobi preżelatynizowana;
- 2,5% soli;
- 5% mączki kukurydzianej o zwiększonej zawartości skrobi odpornej;
- 10% obrobionych enzymatycznie wyłoków truskawek, jagód, jeżyn, żurawiny i czarnego bzu;
- 2,8% sproszkowanego pora i 12 kg sproszkowanych liści mniszka lekarskiego;
- 5% mączki ze skielkowanych nasion pszenicy wzbogaconej w selen;
- 2% sproszkowanych kielków pszenicy;
- 0,005% alfa-tokoferolu rozpuszczonego w niewielkiej ilości etanolu.

Wyłoki owocowe były rozdrabniane, ważone i dzielone na dwie porcje. Jedna z porcji była poddawana obróbce enzymatycznej, druga była wprowadzana bezpośrednio do ciasta pelletowego. Wyłoki przeznaczone do obróbki enzymatycznej wsypywano wąskim strumieniem do wody ogrzanej do temperatury 55°C, przy ciągłym mieszaniu wody. Proporcja między wodą a sproszkowanymi dodatkami funkcjonalnymi wynosiła 4:1. Do wody dodawano preparat enzymatyczny Pectinase PL firmy EDC Następnie prowadzono reakcję hydrolizy przez 12 godzin, po czym obniżano temperaturę mieszaniny do 34°C i wprowadzano kulturę drożdży w ilości zapewniającej stężenie komórek na poziomie 8×10^5 jtk/g wyłoków. Wspólną hydrolizę i fermentację prowadzono przez kolejnych 40 godzin w warunkach beztlenowych, przy okresowym mieszaniu powstałej pulpy. Po zakończeniu fermentacji wyłoki były gotowe do procesu ekstruzji.

Składniki wsadu kontrolnego i wsadu funkcjonalnego mieszano w mieszalniku ślimakowym i wprowadzano do ekstrudera. Wilgotność mieszaniny była ustalana na ok. 32%. Proces ekstruzji przebiegał w temp. 85°C. Dalsza obróbka została wykonana w sposób opisany w przykładzie 1.

Analizę aktywności prebiotycznej pelletu i gotowych przekąsek, potencjału antyoksydacyjnego pelletu i zawartości skrobi odpornej przeprowadzono w sposób opisany w przykładzie 1.

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że wprowadzenie dodatków funkcjonalnych zwiększyło populację komórek bakterii probiotycznych z $4,2 \times 10^7$ jtk/ml do 9×10^7 jtk/ml, czyli dwukrotnie. Zawartość skrobi odpornej wzrosła z 5,2% do 6,8%. Dodatek składników funkcjonalnych zwiększył także potencjał przeciwutleniający gotowych wysmażonych przekąsek z 0,97 μ M Trolox/g do 5,53 μ M Trolox/g.

P r z y k ł a d 4

Stosując schemat badań przyjęty w przykładzie 1 wyprodukowano pellet kontrolny i pellet funkcjonalny. Do produkcji pelletu kontrolnego użyto:

- 51,2% skrobi ziemniaczanej;
- 36% mąki pszennej;
- 10% mąki kukurydzianej;
- 1% węgla sodowego;
- 1,8% soli.

Do produkcji pelletu funkcjonalnego użyto:

- 41,9% skrobi ziemniaczanej;
- 11% mąki pszennej;
- 10% mąki kukurydzianej;
- 1% węgla sodowego;
- 1,8% soli;
- 25% mączki pszennej o zwiększonej zawartości skrobi odpornej;
- 6,5% suszu obrobionych enzymatycznie wyłoków czereśni, wiśni, jeżyn, żurawiny i czarnego bzu;
- 1,8% ekstraktu ze sproszkowanego pora;
- 1% mączki ze skielkowanych nasion pszenicy wzbogaconej w selen (produkt komercyjny);
- 0,02% kwercetyny rozpuszczonej w etanolu.

Wyłoki owocowe były rozdrabniane, ważone i poddawane obróbce enzymatycznej. Wyłoki wsypywano wąskim strumieniem do wody ogrzanej do temperatury 32°C, przy ciągłym mieszaniu wody. Proporcja między wodą a sproszkowanymi składnikami funkcjonalnymi wynosiła jak 3:1.

Do wody dodawano preparat enzymatyczny posiadający aktywność celulolityczną i hemicelulolityczną oraz inoculum drożdży *Saccharomyces cerevisiae*. Całość mieszano i prowadzono jednoczesną hydrolizę i fermentację etanolową przez 48 godzin. Po zakończeniu fermentacji wytloki były gotowe do procesu ekstruzji.

Składniki wsadu kontrolnego i wsadu funkcjonalnego mieszano w mieszalniku i wprowadzono do ekstrudera. Wilgotność mieszaniny była ustalana na ok. 37%. Proces ekstruzji przebiegał w temp. 85°C. Dalsza obróbka została wykonana w sposób opisany w przykładzie 1. Pellet wyprodukowano w wariacie kontrolnym i w wariacie funkcjonalnym. W ten sposób umożliwiono przeprowadzenie badań porównawczych, określających wpływ dodatków funkcjonalnych na jakość pelletu.

Analizę aktywności prebiotycznej pelletu, potencjał antyoksydacyjny pelletu i zawartości skrobi odpornej wykonano według metod opisanych w przykładzie 1.

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że wprowadzenie dodatków funkcjonalnych zwiększyło populację komórek bakterii probiotycznych z 5×10^7 jtk/ml do $8,2 \times 10^8$ jtk/ml. Zawartość skrobi odpornej wzrosła z 5,0% do 16,1%. Dodatek składników funkcjonalnych zwiększył także dziewięciokrotnie potencjał przeciwutleniający gotowych wysmażonych przekąsek.

Zastrzeżenia patentowe

1. Kompozycja składnikowa bioaktywnego pelletu przeznaczonego do produkcji smażonych przekąsek na bazie surowców skrobiowych, **znamienna tym**, że zawiera preparaty skrobi odpornej w ilości 5–30% masy wsadu surowcowego, skrobie ziemniaczane, mączki zbożowe lub warzywne o zwiększonej zawartości skrobi odpornej w ilości 5–60% masy wsadu surowcowego, mniszek lekarski w ilości 0,5–10% masy wsadu, korzystnie 1–6% masy wsadu lub ekstrakt uzyskany z takiej ilości mniszka lekarskiego, sproszkowany por w ilości 1–15% masy wsadu, korzystnie 3–8% wsadu, lub ekstrakt uzyskany z takiej ilości pora, obrobione enzymatycznie wytloki owoców w formie suchej, sproszkowanej, w ilości 1–30% masy wsadu, korzystnie 5–15% wsadu, kwercetynę w formie glikozydowej w ilości 0,005–0,05% masy wsadu albo kwercetynę rozpuszczoną w etanolu w ilości co najmniej 1 ml etanolu na 1 mg kwercetyny, sproszkowane łuski cebuli w ilości 0,05–2% korzystnie 0,3–1% masy wsadu, lub ekstrakt etanolowy lub wodno-etanolowy łusek uzyskany z co najmniej takiej samej ilości łusek, korzystnie po usunięciu etanolu, alfa-tokoferol rozpuszczony w oleju i podawany razem z olejem, względnie rozpuszczony w 70% etanolu tokoferol w ilości 0,003–0,015% masy wsadu, kielki pszenne, korzystnie sproszkowane w ilości 1–6% masy wsadu, korzystnie 3–4% wsadu lub olej z kielków pszennych w ilości 0,5–3% masy wsadu, korzystnie 1,5–2% wsadu, skiełkowane nasiona lub kielki wzbogacone w selen lub cynk w ilości 0,1–5% masy wsadu korzystnie 0,–0,5% wsadu lub cynk w ilości 0,05–2% masy wsadu, przy czym istotnym jest aby składniki zawierające kwercetynę nie były łączone ze składnikami zawierającymi alfa-tokoferol.
2. Kompozycja według zastrz. 1, **znamienna tym**, że preparaty skrobi odpornej na trawienie zawierają skrobię typu 3 lub skrobię typu 4.
3. Kompozycja według zastrz. 1 albo 2, **znamienna tym**, że mniszek lekarski ma formę korzenia mniszka lekarskiego, część nadziemnej tej rośliny lub całej rośliny, korzystnie w formie wysuszonej i sproszkowanej lub w formie ekstraktu wodnego lub wodno-alkoholowego.
4. Kompozycja według zastrz. 1, 2, albo 3, **znamienna tym**, że skiełkowane nasiona lub kielki wzbogacone w selen stanowią wysuszone skiełkowane nasiona lub suche kielki moczone i skiełkowane w roztworze selenianu lub selenitu sodowego.
5. Kompozycja według zastrz. 1, 2, 3 albo 4, **znamienna tym**, że skiełkowane nasiona lub kielki wzbogacone w cynk stanowią wysuszone skiełkowane nasiona lub suche kielki nasion moczonych i skiełkowanych w roztworze soli cynku, korzystnie siarczanu cynku.
6. Kompozycja według zastrz. 1, 2, 3, 4 albo 5, **znamienna tym**, że obrobione enzymatycznie wytloki owoców w formie suchej stanowią wytloki jeżyn, aronii, czarnej porzeczki, owoców czarnego bzu, jabłek, morwy, wiśni, czereśni, żurawiny, malin lub truskawek.
7. Kompozycja według zastrz. 6, **znamienna tym**, że obrobione enzymatycznie wytloki owoców stanowią wytloki poddane hydrolizie enzymatycznej za pomocą enzymów celulolitycznych i hemicelulolitycznych.

8. Kompozycja według zastrz. 7, **znamienna tym**, że obrobione enzymatycznie wyłoki owoców stanowią wyłoki poddane hydrolizie enzymatycznej za pomocą enzymów celulolitycznych i hemicelulolitycznych oraz dodatkowo fermentacji etanolowej, przy czym korzystnie wyłoki pozbawione są etanolu.
9. Sposób wytwarzania bioaktywnego pelletu przeznaczonego do produkcji smażonych przekąsek na bazie surowców skrobiowych, ekspandowanego w procesie smażenia w tłuszczach w którym przygotowuje i łączy się składniki poprzez mieszanie, następnie nawilża się je wodą, następnie ogrzewa mieszaninę w ekstruderze do temperatury kiełkowania skrobi, po czym formowana jest w głowicy ekstrudera we wstęgę, z której wyrzyna się kształtki pelletu, które suszone są owiewowo ogrzonym powietrzem i następnie chłodzone do temperatury pokojowej, **znamienny tym**, że przed połączeniem składników materiał rośliny poddaje się procesowi hydrolizy enzymatycznej lub fermentacji, a po procesie ekstruzji stosowane jest suszenie zmiennotemperaturowe, łączące suszenie w niskich temperaturach z suszeniem w wysokich temperaturach.
10. Sposób według zastrz. 9, **znamienny tym**, że materiał roślinny jest hydrolizowane enzymami celulolitycznymi, hemicelulolitycznymi i pektynolitycznymi, korzystanie enzymami celulolitycznymi i hemicelulolitycznymi w postaci preparatów enzymatycznych wykazujących jednocześnie aktywność katalityczną do depolimeryzacji celulozy, hemiceluloz i pektyn albo cieczy pofermentacyjnych po hodowli mikroorganizmów wytwarzających enzymy celulolityczne, hemicelulolityczne lub pektynolityczne.
11. Sposób według zastrz. 9 albo 10, **znamienny tym**, że procesowi hydrolizy poddawany jest materiał roślinny po jego uprzednim rozdrobnieniu.
12. Sposób według zastrz. 9, 10 albo 11, **znamienny tym**, że fermentacji etanolowej poddaje się hydrolizat enzymatyczny materiału roślinnego bądź też przeprowadza się fermentację etanolową jednocześnie z procesem hydrolizy enzymatycznej.
13. Sposób według zastrz. 10 albo 12, **znamienny tym**, że fermentację etanolową przeprowadza się z wykorzystaniem drobnoustrojów klasy GRAS, korzystnie drożdży z rodzaju *Saccharomyces*.
14. Sposób według zastrz. 10, **znamienny tym**, że pellety wycięte z ekstrudowanej masy poddaje się suszeniu zmiennotemperaturowemu przebiegającemu cyklicznie, naprzemiennie, przy użyciu powietrza zimnego w zakresie temperatury od -20°C do +10°C i powietrza gorącego w zakresie temperatury od 70°C do 120°C.