(19) URZĄD PATENTOWY RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ

(10) **PL 247225 B1**

(12) # Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **440925**
(22) Data zgłoszenia: **2022.04.13**
(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2023.10.16 BUP 42/2023**
(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2025.06.02 WUP 22/2025**

(51) MKP:

A23L 11/50	*(2021.01)*
A23L 11/00	*(2025.01)*
A23L 33/105	*(2016.01)*
A23L 5/10	*(2016.01)*
A23L 33/125	*(2016.01)*
A23B 2/92	*(2025.01)*

(73) Uprawniony z patentu:
UNIWERSYTET PRZYRODNICZY W POZNANIU, Poznań, PL

(72) Twórca(-y) wynalazku:
MAŁGORZATA GUMIENNA, Poznań, PL
MAŁGORZATA LASIK-KURDYŚ, Jelonek, PL
BARBARA GÓRNA, Opalenica, PL

(74) Pełnomocnik:
rzecz. pat. Bartłomiej Fijałkowski, Łódź, PL

(54) Tytuł:
Sposób wytwarzania liofilizowanych produktów typu wafel na bazie roślin strączkowych

PL 247225 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku są liofilizowane produkty otrzymane z nasion roślin strączkowych zawierające funkcjonalne składniki żywnościowe.

Rośliny strączkowe są bogatym źródłem składników odżywczych, takich jak białko, niskoglikemiczne węglowodany i minerały (Bielefeld i wsp., 2020; Calles i wsp., 2019; Didinger i Thompson, 2021). Ich zalecane spożycie, które powinno wynosić około 50 g/osobę/dzień (0–100 g/osobę/dzień), nie jest osiągane w większości krajów. Szacuje się, że jest to ok. 21 g/dzień na całym świecie (Rawal & Navarro, 2019), ok. 4 g/os./dzień w Australii (Bielefeld i in., 2020), natomiast dane o spożyciu roślin strączkowych w Polsce wskazują, że wynosi ona 0,9 kg/rok/osobę, co stanowi ok. 4 g/os. 2,5 g/os./dzień (Szczebyło i in., 2018).

Jednakże w obliczu narastających problemów nadmiernego obciążania środowiska przez produkcję rolną, zwłaszcza zwierzęcą oraz nierozwiązanego od lat problemu niedożywienia, zarówno pod względem ilościowym, jak i jakościowym, coraz większy nacisk kładzie się na spożycie roślin strączkowych. Zgodnie z założeniami tzw. diety planetarnej, która ma poprawić stan zdrowia, w tym zmniejszyć ryzyko choroby wieńcowej (Bechthold i in., 2019) oraz kontrolę wagi (Kim i in., 2016), korzyści środowiskowe, a także bezpieczeństwo żywnościowe, Organizacja Narodów Zjednoczonych ds. Wyżywienia i Rolnictwa (FAO) i inni autorzy postulują, że do 2050 r. światowe spożycie owoców, warzyw, orzechów i roślin strączkowych będzie musiało się podwoić, przy jednoczesnym zmniejszeniu spożycia czerwonego mięsa i cukru o ponad 50% (Bahl, 2015; Calles i in., 2019; Rawal i Navarro, 2019; Willett i in., 2019).

Nasiona roślin strączkowych jako jedne z najbogatszych źródeł białka wśród wszystkich roślin uprawnych, w których poziom białka dochodzi 2 5 do 20–42%, a jego wartość biologiczna jest większa od białka pochodzącego ze zbóż. Rośliny strączkowe, a zboża różnią się składem aminokwasowym. Białko pochodzące z roślin strączkowych ma znacznie więcej lizyny i treoniny ale mniej aminokwasów siarkowych i tryptofanu. Białko roślin strączkowych można podzielić na dwie główne frakcje: albuminy, które stanowią 10–25% białka ogólnego oraz globuliny stanowiące 60–90% białka ogólnego, które są rozpuszczalne w roztworach soli obojętnych. Tworzą połączenia kompleksowe z węglowodanami, kwasami nukleinowymi i lipidami. Podnoszą one wartość pokarmową nasion.

Związki mineralne natomiast stanowią 3,5–6,5%. Należą do nich głównie potas, fosfor, wapń, magnez. Spośród mikroelementów można wyróżnić: molibden, żelazo, mangan, miedź oraz cynk. Dodatkowo nasiona roślin strączkowych są źródłem witamin z grupy B oraz witaminy E (Kapusta 2012).

Rośliny strączkowe uważa się też za bogate źródło błonnika pokarmowego oraz za surowiec o niskim indeksie glikemicznym, mającym zdolność do redukcji stężenia cukru we krwi. Badania wyraźnie wskazują na istotne znaczenie nasion roślin strączkowych w diecie osób chorych na cukrzycę. Wykazano że spożywanie nasion roślin strączkowych w ilości 65 g dziennie zmniejszyło o 49% ryzyko wystąpienia tej choroby [Villegas, 2008]. Intensywny rozwój badań epidemiologicznych, jak też analiza przyczyn rozwoju chorób metabolicznych, wskazują na istnienie ścisłego związku pomiędzy jakością żywności, żywieniem a zdrowiem człowieka. Dietoprofilaktyka i leczenie dietą jest coraz bardziej popularna i wydaje się być szansą na poprawę warunków życia i obniżenie zachorowalności na wiele chorób cywilizacyjnych, gdyż sposób żywienia stanowi jeden z podstawowych warunków utrzymania stanu zdrowia i bezpośrednio rzutuje na ogólną kondycję organizmu.

Składniki bioaktywne to szeroka gama związków polifenolowych do których należą m.in.: glikozydy, kwercetyna, kempferol, myricetina, kwasy fenolowe, izoflawonoidy, katechiny, antocyjanidyny, fitoaleksyny i taniny. Związki te koncentrują się przede wszystkim w okrywach nasiennych, a nasiona odmian kwitnących kolorowo zawierają ich zdecydowanie więcej. Wykazują bardzo wysoką aktywność a poza tym należą do związków będących inhibitorami amylaz.

Uważa się, że rośliny bogate w fenolowe przeciwutleniacze to tzw. „fito chemikalia" które mogą wykazywać podobne oddziaływanie w układzie „in vitro" jak leki hipoglikemizujące [Lunceford i Gugliucci, 2005]. Nasiona roślin strączkowych (soja, fasola, groch, soczewica, ciecierzyca, bób, łubin) należą do surowców bardzo bogatych w białko, błonnik oraz związki bioaktywne a pomimo to stanowią niewielki udział w codziennej diecie. Związane jest to głównie z koniecznością obróbki takiego surowca (nie nadają się do spożycia na surowo). Wynika z tego ogromna potrzeba technologii przetworzenia tych surowców w taki sposób by zachować jak najwięcej składników odżywczych i bioaktywnych a jednocześnie nie wymagać od konsumenta zbyt długiej obróbki.

Dowodami na biodostępność polifenoli są przeprowadzone badania osocza po spożyciu pokarmów zawierających polifenole, które wykazały wzrost aktywności antyoksydacyjnej w badanym materiale. Przeprowadzono również analizę moczu pod kątem stężenia polifenoli, która wykazała że znaczna część tych związków nie występuje w moczu, co oznacza, że związki te w znacznym stopniu zostają wchłonięte do organizmu, metabolizowane przez mikroflorę lub tkanki organizmu (Scalbert, Williamson 2000). Polifenole, tak jak inne składniki wprowadzone do organizmu, ulegają szeregowi przemian metabolicznych, które mają wpływ na ich biodostępność. Większość polifenoli w żywności jest obecna w postaci estrów, polimerów lub glikozydów. Przed wchłonięciem muszą być poddane hydrolizie enzymatycznej (D'Archivio i inni 2007). Na biodostępność w znacznym stopniu wpływają więc mikroorganizmy jelitowe, które mają zdolność do metabolizowania związków fenolowych przy użyciu wytwarzanych enzymów – β-glukozydazy, β-glukuronidazy i hydrogenazy (Mężyńska i Brzóska 2016).

Przypuszcza się, że tylko 5% polifenoli jest wchłaniane w dwunastnicy, a pozostałe 95%w jelicie grubym właśnie dzięki aktywności mikroflory jelitowej (Przeor i inni 2016). Spośród polifenoli najwyższą biodostępnością charakteryzują izoflawony, które są najbardziej podatne na działanie mikroorganizmów jelitowych (Mojzer i inni 2016).

Szczególne dużo uwagi poświęca się ziarnu zbóż i jego przetworom, które są znacznie tańsze od innych artykułów żywnościowych, a dane dotyczące spożycia żywności wykazują, że nadal stanowią one ważną grupę produktów z żywieniowego punktu widzenia. Dlatego też w wielu ośrodkach badawczych nastąpiła koncentracja badań mających na celu poszukiwanie surowców pełniących funkcję przeciwutleniaczy i wzbogacanie żywności w te substancje, gdyż niedobory tych składników są uznawane za jedną z przyczyn zachorowań na choroby cywilizacyjne, zwłaszcza nowotwory i choroby układu krążenia. Dodatek tych substancji wpływa jednak na zmianę wyglądu, barwy, objętości, tekstury otrzymanych produktów. Dlatego ważne jest opracowanie technologii produkcji w tym również określenie takiej ilości substancji, która nie wpłynie na niepożądane zmiany jakości a tym samym obniżenie akceptacji konsumentów.

Zastosowanie fermentacji oprócz modyfikacji smaku i zapachu, podniesienia strawności składników odżywczych nasion roślin strączkowych, może powodować również generowanie funkcjonalnych komponentów, takich jak: witaminy, przeciwutleniacze i inne składniki. Sam proces fermentacji z udziałem Lactobacillus plantarum może również zmniejszać toksyczność żywności i wprowadzić aspekt żywności probiotycznej.

Bakteriom tym przypisuje się wiele właściwości które m.in. przywracają naturalną równowagę biologiczną na powierzchni błon śluzowych oraz korzystnie wpływają na metabolizm i odporność organizmu ludzkiego. Aktywność biochemiczna tych szczepów wywiera znaczny wpływ na poprawę wartości odżywczych i dietetycznych fermentowanych produktów. Dotychczasowe badania wykazały, że procesy fermentacji wpływają pozytywnie na zawartość przeciwutleniaczy w roślinach strączkowych.

Przebiegają one w umiarkowanych temperaturach i przy ograniczonym dostępie tlenu, co powoduje ze proces utleniania lipidów jest istotnie zredukowany. Dzięki hydrolitycznemu działaniu enzymów głównie beta-galaktozydazy biorącej udział w procesie „aktywacji" związków fenolowych, często nieaktywnych w surowcu wyjściowym, następuję podwyższenie aktywności przeciwutleniaczy. Dotyczy to głównie związków występujących w formie estrów kwasów fenolowych i glikozydów. Po rozkładzie tych związków dochodzi do uwolnienia formy kwasowej lub aglikonu, któremu przypisuje się największe bioaktywne właściwości przeciwutleniające [Sakakibara i inni, 2003; Miszkiewicz, 2005]. Zwiększeniu aktywności antyoksydacyjnej sprzyja także, obecny w czasie fermentacji, enzymatyczny rozkład białek zawartych w nasionach roślin strączkowych. Uwolnione do środowiska aminokwasy wykazują synergistyczne działanie z przeciwutleniaczami i stanowią dodatkową ochronę produktu.

Metoda obróbki na drodze fermentacji postrzegana jest jako mniej drastyczna i umożliwiająca zachowanie, przynajmniej częściowo, właściwości funkcjonalnych nasion [Bieżanowska-Kopeć 2006, Gumienna 2007, Szymandera-Buszka i inni, 2021].

Z chińskiego patentu nr CN101946878 znana jest błyskawiczna potrawa złożona ze zbóż, soi, ziemniaków, dodatków smakowych, zawierająca w swoim składzie 1% bobu. Z amerykańskiego patentu nr US7462371 znane są przekąski o niskiej zawartości tłuszczu z udziałem mąki sojowej.

W amerykańskim patencie nr US4124727 ujawniono przekąski z dużą zawartością białka sporządzone z nasion roślin strączkowych, rozdrobnionych nasion roślin oleistych i mąki zbóż.

Sposób wytwarzania liofilizowanych wafli roślinnych na bazie fasoli kolorowej polega na tym, że nasiona fasoli lub bobu moczy się w wodzie od 20 do 40 minut korzystnie przez 30 minut następnie

w tej samej wodzie gotuje się je przez 25 do 40 minut korzystnie 30 minut, po ostudzeniu nasiona i aquafabę, tj. płynną pozostałość po ugotowaniu nasion, rozdrabnia się przez 45–105 s, tak aby powstała struktura o wielkości cząstek od 0,5 do 0,8 mm. Tak uzyskaną masę poddaje się fermentacji bakteryjnej z użyciem probiotycznych bakterii fermentacji mlekowej Lactobacillus plantarum, korzystnie szczepu LP – Lactobacillus plantarum i jego starterowej kultury bakteryjnej. Po fermentacji formuje się wafle, korzystnie w kształcie koła, o grubości od 1 do 2 cm i wadze między 60–75 g, korzystnie o grubości 1,5 cm i wadze 70 g. Korzystnie kiedy uformowane wafle mają średnicę 9–10 cm. Tak przygotowane wafle poddaje się procesowi liofilizacji przez 2 doby. Po zakończeniu procesu otrzymane wafle pakuje się w opakowania, korzystnie jednostkowe.

Przy czym proces fermentacji nasion fasoli lub bobu prowadzi się tak, że do aquafaby dodaje się bakterie fermentacji mlekowej Lactobacillus plantarum w ilości (10^6–10^8 j.t.k./100 g) korzystnie (10^8 j.t.k./100 g) a następnie masę fasoli lub bobu podaje się procesowi fermentacji, który prowadzi się w temperaturze 36–38°C przez 20 h +/- 2 h, do momentu uzyskania pH ciasta 4,5–4,8. Uzyskany półprodukt dla uzyskania struktury miesza się z 3% (w/w) dodatkiem inuliny oraz korzystnie z dodatkami smakowymi: od 1,5 do 2,5% (w/w) majeranku, korzystnie 2% (w/w) majeranku, od 10do20% (w/w) ugotowanego przez 30 minut startego buraka czerwonego, korzystnie 15% (w/w), od 25 do 35% (w/w) startej surowej marchwi, korzystnie 30% (w/w). Następnie, po uformowaniu wafli, poddaje się je liofilizacji, ze wstępnym procesem mrożenia w temperaturze - 80°C od 20 do 30 godz., korzystnie przez 24 godz., następnie liofilizację właściwą prowadzi się w temperaturze - 40°C i ciśnieniu 0,12 mbara od 18 do 20 godz., korzystnie przez 19 godz., proces dosuszania prowadzi się od 3 do 5 godz., korzystnie przez 4 godz. przy ciśnieniu 0,1 mbara w temperaturze - 42°C.

Tak przygotowane wafle będą zawierają od 66,5% (w/w) do 94,5% (w/w) nasion fasoli lub bobu od 15 do 30% (w/w) dodatków smakowych – burak czerwony, marchew oraz niezależnie od zastosowanego wariantu 3% (w/w) inuliny oraz 0,5% (w/w) soli.

Wafle mogą być przez konsumentom spożywane bezpośrednio po liofilizacji jako produkty przekąskowe. Spożywanie ich pozwala na wzbogacenie diety w funkcjonalne dodatki zawarte w fasoli lub bobie.

Przedmiot wynalazku przedstawiono w przykładach wykonania, w jakich wskazano wybrane, nie wyczerpujące warunków określonych w istocie wynalazku warianty realizacji sposobu.

Przykład I

Sposób wytwarzania liofilizowanych wafli polega na tym, że nasiona bobu moczy się w wodzie 30 minut, a następnie gotuje się w wodzie, w której wcześniej je moczono kolejne 30 minut. Następnie rozdrabnia się nasiona łącznie z pozostałą aquafabą do uzyskania niehomogenicznej masy i poddaje się je fermentacji bakteryjnej z użyciem bakterii Lactobacillus plantarum. Do tak przygotowanej masy dodaje się w ilości 0,5% (w/w) soli 3% (w/w) inuliny oraz 2% (w/w) majeranku. Po wymieszaniu masy formuje się wafle o grubości 1,5 cm i wadze 70 g oraz średnicy 9–10 cm, które poddaje się procesowi liofilizacji przez 2 doby. Gotowe wafle pakuje się w opakowania jednostkowe, zgrzewane.

Przy czym proces fermentacji nasion bobu prowadzi się tak, że do aquafaby dodaje się bakterie fermentacji mlekowej Lactobacillus plantarum w ilości (10^8 j.t.k.), a następnie fermentuje w temperaturze 37°C przez 20 h, do momentu uzyskania pH masy 4,8.

Wafle roślinne liofilizowane według wynalazku zawierają 94,5% (w/w) nasion bobu, 3% (w/w) inuliny, 2% majeranku oraz 0,5% (w/w) soli. Przy czym przez procesem fermentacji nasiona są gotowane przez 30 minut. Przed procesem liofilizacji są poddane procesowi fermentacji z użyciem bakterii fermentacji mlekowej Lactobacillus plantarum w ilości 10^8 j.t.k./100 g, dodane do aquafaby i wymieszane z rozdrobnionymi nasionami. Otrzymana masa liofilizowana jest w liofilizatorze przez 2 doby przy ciśnieniu 0,12 mbara w temperaturze od -80 do - 42°C. Gotowe wafle pakuje się w opakowania jednostkowe, zgrzewalne.

Przykład II

Sposób wytwarzania liofilizowanych wafli polega na tym, że nasiona fasoli moczy się w wodzie 30 minut, a następnie gotuje się w wodzie, w której wcześniej je moczono kolejne 30 minut. Następnie rozdrabnia się nasiona łącznie z pozostałą aquafabą do uzyskania niehomogenicznej masy i poddaje się je fermentacji bakteryjnej z użyciem bakterii Lactobacillus plantarum. Do tak przygotowanej masy dodaje się w ilości 0,5% (w/w) soli 3% (w/w) inuliny oraz 30% (w/w) gotowanego przez 30 minut buraka czerwonego, obranego, przetartego na uniwersalnej tarce na drobne wiórki. Po wymieszaniu masy formuje się wafle o grubości 1,5 cm i wadze 70 g oraz średnicy 9–10 cm, które poddaje się procesowi liofilizacji przez 2 doby. Gotowe wafle pakuje się w opakowania jednostkowe, zgrzewane.

Przy czym proces fermentacji nasion fasoli prowadzi się tak, że do aquafaby dodaje się bakterie fermentacji mlekowej Lactobacillus plantarum w ilości (10^8 j.t.k.), a następnie fermentuje w temperaturze 37°C przez 20 h, do momentu uzyskania pH masy 4,8 lub 4,5.

Wafle roślinne liofilizowane według wynalazku zawierają 66,5% (w/w) nasion fasoli, 3% (w/w) inuliny, 30% (w/w) buraka czerwonego oraz 0,5% (w/w) soli. Przy czym przez procesem fermentacji nasiona są gotowane przez 30 minut. Przed procesem liofilizacji są poddane procesowi fermentacji z użyciem bakterii fermentacji mlekowej Lactobacillus plantarum w ilości 10^8 j.t.k./100 g, dodane do 10 aquafaby i wymieszane z rozdrobnionymi nasionami. Otrzymana masa liofilizowana jest w liofilizatorze przez 2 doby przy ciśnieniu 0,12 mbara w temperaturze od -80 do -42°C. Gotowe wafle pakuje się w opakowania jednostkowe, zgrzewalne.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób wytwarzania liofilizowanych wafli roślinnych na bazie fasoli kolorowej lub bobu **znamienny tym**, że nasiona fasoli lub bobu moczy się w wodzie od 20 do 40 minut, korzystnie przez 30 minut następnie w tej samej wodzie gotuje się je od 25 do 40 minut, korzystnie przez 30 minut, po czym po ostudzeniu nasiona i aquafabę, tj. płynną pozostałość po ugotowaniu nasion, rozdrabnia się przez 45–105 s, na niehomogeniczną masę, jaką poddaje się fermentacji bakteryjnej z użyciem probiotycznych bakterii fermentacji mlekowej Lactobacillus plantarum, korzystnie szczepu LP – Lactobacillus plantarum i jego starterowej kultury bakteryjnej, po fermentacji formuje się wafle, korzystnie w kształcie koła, o grubości od 1–2 cm, wadze od 60 do 75 g korzystnie o grubości 1,5 cm i wadze 70 g, korzystnie o średnicy 9–10 cm, wafle poddaje się procesowi liofilizacji przez 24 godziny, a po zakończeniu procesu otrzymane wafle pakuje się w opakowania, korzystnie jednostkowe, proces fermentacji nasion fasoli lub bobu prowadzi się tak, że do aquafaby dodaje się bakterie fermentacji mlekowej Lactobacillus plantarum w ilości (10^6 – 10^8 j.t.k./100 g) korzystnie (10^8 j.t.k./100 g) a następnie masę fasoli lub bobu podaje się procesowi fermentacji, który prowadzi się w temperaturze 36–38°C przez 20 h +/- 2 h, do momentu uzyskania pH ciasta 4,5–4,8, a uzyskany półprodukt dla uzyskania struktury miesza się z 3% (w/w) dodatkiem inuliny, a po formowaniu wafli, poddaje się je liofilizacji, w temperaturze - 40°C i ciśnieniu 0,12 mbara od 18 do 20 godz., korzystnie przez 19 godz., proces dosuszania prowadzi się od 3 do 5 godz., korzystnie przez 4 godz. przy ciśnieniu 0,1 mbara w temperaturze - 42°C, przy czym proces liofilizacji poprzedza się wstępnym procesem mrożenia w temperaturze - 80°C przez 24 godz., następnie liofilizację właściwą prowadzi się przez kolejne 23 h.
2. Sposób według zastrz. 1 **znamienny tym**, że do przefermentowanej masy, przed jej formowaniem w wafle dodaje się dodatki smakowe w postaci od 1,5 do 2% (w/w) majeranku, korzystnie 2% (w/w), od 10 do 20% (w/w) ugotowanego przez 30 minut startego buraka czerwonego, korzystnie 15% (w/w), od 25 do 35% (w/w) startej surowej marchewki, korzystnie 30% (w/w).