



(21) Numer zgłoszenia: **427222**

(22) Data zgłoszenia: **28.09.2018**

(51) Int.Cl.

A23L 5/20 (2016.01)

A23L 7/152 (2016.01)

A01C 1/00 (2006.01)

A23J 1/12 (2006.01)

(54) **Sposób obniżania zawartości glutenu w paście ze skielkowanej pszenicy
poprzez optymalizację procesu kiełkowania**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

06.04.2020 BUP 08/20

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

18.10.2021 WUP 29/21

(73) Uprawniony z patentu:

**CENTRUM BADAWCZO-ROZWOJOWE
GLOKOR SPÓŁKA Z OGRANICZONĄ
ODPOWIEDZIALNOŚCIĄ, Gliwice, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

**JAN JUSZCZYŃSKI, Gliwice, PL
ZBIGNIEW SROKA, Gliwice, PL
EWELINA KURASZ, Katowice, PL
VADIM BELYAVSKIY, Katowice, PL
TOMASZ KRASZEWSKI, Gliwice, PL**

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Adam Pawłowski

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób obniżania zawartości glutenu w paście ze skiełkowanej pszenicy poprzez optymalizację procesu kiełkowania.

Gluten jest mieszaniną białek roślinnych, gluteniny i gliadyny, występującą w ziarnach pszenicy. Gluten jest czynnikiem alergennym, od 10 do 25% osób z alergią pokarmową ma objawy uczulenia na to białko. Niekorzystne działanie glutenu na organizm człowieka może przybierać formę celiakii, przejściowej nietolerancji glutenu, alergii lub nadwrażliwości na gluten. Ze względu na coraz większe spożycie glutenu w codziennej diecie coraz więcej osób wykazuje mniejszą lub większą nietolerancję tego białka. Liczba tych osób lawinowo wzrasta.

Coraz większa świadomość w zakresie nietolerancji pokarmowych i chorób wymagających specjalnej diety sprawia, że poszukiwane są rozwiązania wspomagające leczenie i zapewniające dobre samopoczucie osobom zmagającym się z tego typu problemami. Rozwiązaniem tych problemów jest eliminacja źródeł glutenu z diety, jednak głęboko zakorzenione nawyki żywieniowe oraz wszechobecność glutenu (wysokoglutenny chleb, bułki, makarony, ciasta, dodatki do żywności) utrudniają stosowanie diety eliminacyjnej. Stosowane zamienniki pszenicy, czyli ziarna naturalnie bezglutenowe i ich mieszanki, nie dają produktów o tradycyjnym smaku i konsystencji.

Z opisu zgłoszenia patentowego PL416617 znane są produkty spożywcze bezglutenowe, zwłaszcza pierogi oraz produkty bezglutenowe blanszowane.

Z opisu patentu PL403873 znany jest sposób wytwarzania płaskiego produktu bezglutenowego, zwłaszcza precla, z mieszanki mąk bezglutenowych na bazie ryżu, kukurydzy i tapioki.

Z opisu zgłoszenia patentowego PL417385 znany jest makaron bezglutenowy o podwyższonej wartości żywieniowej i zdrowotnej. Makaron ten zawiera mieszaninę mąk bezglutenowych.

Pieczywo i produkty z takich mieszanek nie mają tradycyjnego smaku, chrupiącej skórki, puszystego miąższu czy elastyczności. Aby nadać im odpowiednio sprężystość i kleistość, stosuje się dodatki takie jak guma ksantanowa, guma guar, guma karobowa czy hydroksypropylometyloceluloza, które mogą mieć negatywny wpływ na zdrowie człowieka.

Znane jest pieczywo pszenne bezglutenowe oraz pieczywo pszenne o obniżonej zawartości glutenu, które powstaje z mąki i produktów pszennych pozbawionych glutenu. Do produkcji takiego pieczywa powszechnie stosowana jest skrobia pszenna. Skrobia pszenna otrzymywana jest z pszenicy, produkowana w procesie wielostopniowego mielenia, separowania i wymywania, a następnie odwodnienia, suszenia i mielenia. Stosowane w procesie produkcji substancje nie są całkowicie wymywane i pozostają w skrobi.

Z opisu patentu PL200413 znany jest znacznie ułatwiony sposób rozdzielania pszenicznego glutenu i pszenicznej skrobi. Zastosowanie urządzenia hydrocyklonowego pozwala na zmniejszenie zużycia wody, co ma znaczenie w rozwiązywaniu problemu ścieków i oszczędzaniu energii.

Z opisu patentu PL413766 znany jest sposób wytwarzania wyrobów piekarskich. Sposób charakteryzuje się tym, że od 4 do 20% wag. mąki pszennej albo mieszanki mąki pszennej i żytniej zastępuje się owsianym preparatem błonnikowym zawierającym od 39 do 48% wag. błonnika pokarmowego.

Z opisu patentu PL405573 znane jest ciasto na pieczywo mieszane oraz sposób wytwarzania pieczywa mieszanego. Efekty uzyskano przez opracowanie receptury ciasta zawierającej rozdrobniony głóg dwuszyjkowy, curry, inulinę, drożdże chromowe i rozdrobnione proso oraz nową technologię wytwarzania pieczywa na bazie tego ciasta.

Z opisu zgłoszenia patentowego US2018220660 znana jest metoda i receptura produktów bezglutenowych, polegająca na mieszaniu razem mąki bezglutenowej, modyfikowanej skrobi, białka, środków spulchniających, oleju i wody.

Z opisu zgłoszenia patentowego PL414351 znane są amoniowe ciecze jonowe zawierające kation [2-(akryloiloksy)etylo]trimetyloamoniowy oraz anion organiczny, sposób ich otrzymywania oraz zastosowanie jako rozpuszczalniki glutenu dla przemysłu spożywczego.

Z opisów wzoru użytkowego PL117897 i PL65500 znane jest urządzenie do wymywania glutenu, zwłaszcza z mąki.

Z opisu zgłoszenia patentowego MX2017015315 znane są ziarna o zredukowanej zawartości glutenu oraz ich kompozycje. Stosowany jest gatunek genetycznie zmodyfikowanej pszenicy.

Ograniczeniem tych metod jest stosowanie dodatków, które pozostają w produkcji oraz mają negatywny wpływ na zdrowie człowieka. Pszenica stosowana do wytwarzania tych produktów jest modyfikowana genetycznie, co ma nieznaną jeszcze wpływ na zdrowie człowieka i środowisko.

Alergia na gluten lub celiakia dotyka tylko nielicznej grupy osób. Większość osób odczuwających dyskomfort po spożyciu pszenicy cierpi na nietolerancję pszenicy. Nasilenie objawów jest uzależnione od spożytej dawki glutenu. Dopuszczalna porcja glutenu jest kwestią indywidualną, dlatego obniżenie zawartości lub zmiana struktury tych białek łagodzi dokuczliwe objawy nietolerancji lub je eliminuje.

Znane są naturalne metody obniżania zawartości glutenu i jego pochodnych. Jednym z takich sposobów jest kiełkowanie ziarna pszenicy, stosowane w słodownictwie.

Ocenia się, że w czasie procesu kiełkowania rozkładowi ulega połowa białek, w tym glutenu, zawartych w ziarnach pszenicy. Substancje białkowe ulegają przekształceniu z nierozpuszczalnych, wysokocząsteczkowych związków do niskocząsteczkowych, rozpuszczalnych produktów rozkładu. Cechy odmianowe ziarna znacznie wpływają na stopień przemian związków białkowych.

Rozpad w bielmie i liścieniach białek na rozpuszczalne substancje o niskiej masie cząsteczkowej zachodzi w czasie kiełkowania z udziałem wilgoci i pod działaniem enzymów. Eksperymenty wykazały, że proteazy w skiełkowanej pszenicy zdolne są do degradacji glutenu. Hydroliza glutenu rozpoczęła się po trzech dniach kiełkowania ziaren pszenicy, a najniższe stężenie białek osiągnięto w siódmym dniu kiełkowania w temperaturze 20°C, przy pH 5,5. Enzymy proteolityczne hydrolizują gluten, tworząc gliadyny i gluteniny. Enzymy w kiełkującej pszenicy zmniejszają również alergenicność gliadyny z pszenicy. Rozkład białek w trakcie kiełkowania zależy od temperatury. Optymalne temperatury rozkładu gluteniny i gliadyny są różne: dla gliadyn jest to 20°C, a dla glutenin 25°C. Rozkład białek zależy też od czasu, procesy biochemiczne przebiegają w określonej kolejności i przy określonym pH. Wskazaniem byłoby zatem zoptymalizowanie procesu kiełkowania poprzez maksymalną aktywację proteaz, aby w jak największym stopniu przetworzyć gluten i gliadyny w polipeptydy i aminokwasy.

Z opisu zgłoszenia patentowego KR20160108065 znana jest metoda uprawy trawy pszenicznej. Trawa pszeniczna jest zbierana po pięciu dniach uprawy i przetwarzana na proszek. Tak wytworzony proszek z trawy pszenicznej jest bezglutenowym zamiennikiem mąki. Ograniczeniem metody jest konieczność suszenia trawy pszenicznej, co powoduje straty składników odżywczych. Dodatkowo parametry metody są optymalne dla wzrostu trawy pszenicznej, ziarno kiełkuje w temperaturze od 26 do 38°C i pH od 6,8 do 7,1, które nie są optymalne dla rozpadu glutenu.

Z opisu zgłoszenia patentowego CN105961499 znany jest chleb bezglutenowy ze skiełkowanym brązowym ryżem jako surowcem i metoda jego otrzymywania. Chleb przygotowuje się ze skiełkowanego brązowego ryżu, który naturalnie jest produktem bezglutenowym, jego smak jest inny niż tradycyjnego pieczywa pszennego.

Z opisu zgłoszenia patentowego PL367841 znany jest sposób wytwarzania frakcji bogatych w gliadynę i gluteninę z glutenu w środowisku wodnym i w obecności kwasu. Ograniczeniem sposobu jest konieczność dyspersji glutenu w wodzie w trakcie procesu, co powoduje energochłonność sposobu.

Z opisu zgłoszenia patentowego AU2013202225 znane są metoda i kompozycja do ekstrakcji i modyfikacji skrobi. W metodzie tej anolit jest aktywnym składnikiem zawieszony do ekstrakcji produktu skrobiowego, nie pełni roli środka odkażającego.

Wskazaniem byłoby zatem usprawnienie sposobu wytwarzania, celem uzyskania optymalnego produktu i optymalnego procesu jego wytwarzania.

Optymalny produkt charakteryzowałby się obniżoną zawartością glutenu, glutenin i gliadyn, jak największym stopniem zmiany struktury białek do krótko cząsteczkowych peptydów i aminokwasów, maksymalną zawartością aminokwasów, maksymalną aktywnością enzymów, określonym zakresem wartości parametru jakości mikrobiologicznej, pH w zakresie od 5,5 do 6.

Optymalny sposób wytwarzania charakteryzowałby się maksymalnym przetworzeniem białek, w tym glutenu, w aminokwasy w procesie kiełkowania, przy maksimum stosowanych dodatków pochodzenia naturalnego i minimum odpadów.

Jednocześnie sposób wytwarzania powinien zostać zoptymalizowany pod kątem uzyskania maksymalnej stabilności procesu oraz ściśle określonego czasu trwania.

Przedmiotem wynalazku jest sposób obniżania zawartości glutenu w paście ze skiełkowanej pszenicy przez zoptymalizację procesu kiełkowania.

W sposobie według wynalazku ziarno myje się, poddaje się procesowi kiełkowania i mieli na pastę. W sposobie tym ziarno myje się środkami wytwarzanymi in-situ, które są środkiem dezynfekującym będącym anolitem wytwarzanym in situ w procesie elektrolizy, moczy się umyte ziarno przez 12 h w roztworze naturalnego probiotyku zawierającego 0,3% NaCl, od 1% do 1,8% kwasu mlekowego oraz żywe kultury bakterii mlekowych w ilości 10^7 JTK. Następnie ziarno kiełkuje się w 24-godzinnych cyklach, w których kolejno:

- w pierwszym cyklu kiełkowania namoczone ziarno kiełkuje w temperaturze 25°C przez 24 h;
- ziarno przepłukuje się roztworem naturalnego probiotyku, zawierającym 0,3% NaCl, od 1% do 1,8% kwasu mlekowego oraz żywe kultury bakterii mlekowych w ilości 10^7 JTK, o temperaturze od 8°C do 14°C , do obniżenia temperatury kiełkującego ziarna do 12°C ;
- w drugim, 24-godzinnym cyklu kiełkowania temperatura kiełkującego ziarna wzrasta stopniowo od 12°C do 20°C ;
- ziarno przepłukuje się roztworem naturalnego probiotyku, zawierającym 0,15% NaCl, od 0,5% do 0,9% kwasu mlekowego oraz żywe kultury bakterii mlekowych w ilości 10^7 JTK, o temperaturze od 8°C do 14°C , do obniżenia temperatury kiełkującego ziarna do 10°C ;
- w trzecim, 24-godzinnym cyklu kiełkowania temperatura kiełkującego ziarna wzrasta stopniowo od 10°C do 20°C ;
- ziarno przepłukuje się roztworem naturalnego probiotyku, zawierającym 0,15% NaCl, od 0,5% do 0,9% kwasu mlekowego oraz żywe kultury bakterii mlekowych w ilości 10^7 JTK, o temperaturze od 8°C do 14°C , do obniżenia temperatury kiełkującego ziarna do 8°C ;
- w czwartym, 24 godzinnym cyklu kiełkowania temperatura kiełkującego ziarna wzrasta stopniowo od 8°C do 20°C .

Następnie ziarno mieli się.

Korzystnie, pastę wytwarza się z ziarna pszenicy klasy C, o zawartości glutenu poniżej 20% i zawartości białka poniżej 9,5% suchej masy.

Przedmiot wynalazku został przedstawiony w przykładzie wykonania za pomocą rysunku, na którym Fig. 1 przedstawia szczegółowo sposób obniżania zawartości glutenu w paście ze skiełkowanej pszenicy przez optymalizację procesu kiełkowania według wynalazku.

Na etapie (11) ziarno pszenicy klasy C, o zawartości glutenu poniżej 20% i zawartości białka poniżej 9,5% suchej masy myje się, po czym dozuje się do zbiornika, w którym pszenicę czyści się. Następnie z ziarna usuwa się zanieczyszczenia oraz uszkodzone lub zepsute ziarenka. Do mycia ziarna stosuje się środki dezynfekujący wytwarzane in-situ.

Na etapie namaczania (12) umyte ziarno moczy się przez 12 h w roztworze naturalnego probiotyku, zawierającym 0,3% NaCl, od 1% do 1,8% kwasu mlekowego oraz żywe kultury bakterii mlekowych w ilości 10^7 JTK. Zawartość kwasu mlekowego obniża pH roztworu, który wnika do ziarna. Obniżenie pH bielma skrobiowego przyspiesza procesy zachodzące podczas kiełkowania, w tym aktywację proteaz. Proteazy są enzymami katalizującymi rozkład białek, w tym glutenu, na peptydy i aminokwasy. Gluten zawarty w ziarnie pod wpływem proteaz ulega rozkładowi na glutelininy i gliadyny. Obecność NaCl oraz żywych kultur bakterii mlekowych zapewnia środowisko selektywne, które nie dopuszcza do zakażenia ziarna mikroorganizmami patogennymi.

Etap kiełkowania (13) w cyklach kiełkowanie-płukanie jest podzielony na 4 cykle trwające 24 h każdy.

W pierwszym cyklu, namoczona pszenica kiełkuje w temperaturze 25°C przez 24 h. Kiełkująca pszenica jest przewietrzana, wytwarzany ditlenek węgla jest usuwany. Pszenicy w zbiorniku nie miesza się, dzięki czemu temperatura wewnątrz kiełkującej pszenicy jest wyższa. Wyższa temperatura przyspiesza procesy biochemiczne zachodzące w ziarnie. Po upływie 24 h ziarno przepłukuje się roztworem naturalnego probiotyku o temperaturze od 8°C do 14°C , zawierającym 0,3% NaCl, od 1% do 1,8% kwasu mlekowego oraz żywe kultury bakterii mlekowych w ilości 10^7 JTK. Składniki roztworu pełnią tę samą rolę co na etapie namaczania (12). Płukanie prowadzi się do obniżenia temperatury kiełkującej pszenicy do 12°C . Obniżenie temperatury kiełkującej pszenicy do 12°C ma na celu spowolnienie procesów biochemicznych prowadzących do wzrostu kiełków. Spowolnienie wzrostu kiełków pozwala wydłużyć czas kiełkowania, dzięki czemu rozkład białek na aminokwasy następuje w większym stopniu.

W drugim cyklu pszenica kiełkuje przez 24 h. Temperatura stopniowo wzrasta od 12°C do 20°C. Powolny wzrost temperatury kiełkującej pszenicy hamuje wzrost kielków i wydłuża czas kiełkowania. Po upływie 24 h ziarno przepłukuje się roztworem naturalnego probiotyku o temperaturze od 8°C do 14°C, zawierającym 0,15% NaCl, od 0,5% do 0,9% kwasu mlekowego oraz żywe kultury bakterii mlekowych w ilości 10^7 JTK. Składniki roztworu pełnią tę samą rolę co na etapie namaczania (12). Hydroliza glutenu prowadzona przez proteazy rozpoczyna się po dwóch dniach kiełkowania ziaren pszenicy. Zakwaszanie bielma nie musi być tak intensywne po uaktywnieniu proteaz, więc stężenie kwasu mlekowego zostaje zmniejszone o połowę po drugim cyklu kiełkowanie/płukanie. Kiełkującą pszenicę przepłukuje się wyłącznie opisanym roztworem, stężenie NaCl wzrasta na powierzchni kiełkującego ziarna po każdym cyklu kiełkowanie/płukanie. Płukanie prowadzi się do obniżenia temperatury kiełkującej pszenicy do 10°C. Na tym etapie kiełkowania rozpoczyna się intensywny rozkład białek zawartych w pszenicy. Optymalna temperatura hydrolizy glutenu wynosi 20°C. Spowolnienie wzrostu kielków pozwala wydłużyć czas kiełkowania, dzięki czemu hydroliza glutenu następuje w większym stopniu.

W trzecim cyklu pszenica kiełkuje przez 24 h. Temperatura stopniowo wzrasta od 10°C do 20°C. Powolny wzrost temperatury kiełkującej pszenicy hamuje wzrost kielków i wydłuża czas kiełkowania. Po upływie 24 h ziarno przepłukuje się roztworem naturalnego probiotyku o temperaturze od 8°C do 14°C, zawierającym 0,15% NaCl, od 0,5% do 0,9% kwasu mlekowego oraz żywe kultury bakterii mlekowych w ilości 10^7 JTK. Składniki roztworu pełnią tę samą rolę co na etapie namaczania (12). Na tym etapie kiełkowania przebiega rozkład gliadyn i glutenin zawartych w glutenie. Optymalna temperatura rozkładu gliadyn wynosi 20°C. Optymalna temperatura rozkładu glutenin wynosi 25°C, ale podwyższenie temperatury kiełkującego ziarna do 25°C spowodowałoby niepożądany, intensywny wzrost kielków, co skraca czas kiełkowania. Krótszy czas kiełkowania zmniejsza stopień hydrolizy glutenu oraz rozkładu gliadyn, co nie jest korzystne. Płukanie prowadzi się do obniżenia temperatury kiełkującej pszenicy do 8°C.

W czwartym cyklu pszenica kiełkuje przez 24h. Temperatura stopniowo wzrasta od 8°C do 20°C. Stopniowy wzrost temperatury zapewnia optymalne warunki do hydrolizy glutenu oraz rozkładu gliadyn i glutenin, oraz uzyskać kielki nie większe niż 5 mm.

Po upływie 24 h rozpoczyna się etap mielenia (14). Skiełkowaną pszenicę razem z dodatkami mieli się na pastę, zgodnie z recepturą gotowego produktu, za pomocą systemu mielenia typu 3 x Enterprise lub Full Unger.

Wszystkie inne procesy obniżania zawartości glutenu w paście ze skiełkowanej pszenicy przez optymalizację procesu kiełkowania według sposobu przedstawionego na Fig. 1 mogą być wykonywane z wykorzystaniem urządzeń znanych ze stanu techniki.

Uzyskana sposobem według wynalazku pasta o obniżonej zawartości glutenu może być stosowana jako składnik wykorzystywany w przemyśle spożywczym, przykładowo do wyrobu wysoko odżywczego, pełnoziarnistego pieczywa o obniżonej zawartości glutenu.

Rozwiązanie według wynalazku umożliwia uzyskanie co najmniej części z następujących korzyści technicznych.

Rozwiązanie pozwala na naturalne obniżenie zawartości glutenu w produktach pszennych, dzięki temu, że proces kiełkowania pszenicy został zoptymalizowany pod kątem najwyższego stopnia rozkładu glutenu zawartego w pszenicy.

Ponadto, rozwiązanie pozwala na wyprodukowanie wysoko odżywczego pieczywa pszenego o obniżonej zawartości glutenu, które może być stosowane przez osoby z nietolerancją pszenicy. Pieczywo takie nie powoduje dokuczliwych objawów nietolerancji lub je eliminuje.

Rozwiązanie pozwala na zmniejszenie zawartości niepożądanych zanieczyszczeń, bakterii i pleśni dzięki temu, że stosuje się mycie i dezynfekowanie ziarna środkami odkażającymi wytwarzanymi in-situ, które są nietrwałe i ulegają szybkiemu rozkładowi do związków neutralnych (H_2O , Na_2CO_3), a ponadto środki wytwarzane in-situ nie oddziałują na organizmy wielokomórkowe i nie pozostają w końcowym produkcie.

Ponadto, rozwiązanie pozwala na zmniejszenie ryzyka zakażenia mikroorganizmami patogennymi dzięki temu, że wytwarza się selektywne środowisko, zawierające NaCl, kwas mlekowy i bakterie kwasu mlekowego.

Rozwiązanie według wynalazku pozwala na zwiększenie efektywności ekonomicznej produkcji pasty dzięki możliwości korzystania z ziarna pszenicy o niższej wartości technologicznej, klasy K lub C (zamiast klas E, A i B).

P r z y k ł a d wykonania wynalazku

Wykonano produkt 1. Przygotowano pastę ze skielkowanej pszenicy sposobem według wynalazku Fig. 1.

Do wytworzenia pasty użyto:

- anolit – ciecz anodowa, wytworzona w procesie elektrolizy wodnego roztworu wodorowęglanu sodu o stężeniu 1%, ORP 700 mV
- system mielenia 3 x Enterprise – trzy połączone szeregowo maszyny do mielenia; maszyny zawierają jeden nóż i jedno sitko, w maszynie 1 zamontowano sitko o rozmiarze oczek 5 mm, w maszynie 2 zamontowano sitko o rozmiarze oczek 4 mm, a w maszynie 3 zamontowano sitko o rozmiarze oczek 3 mm.
- zbiornik z tworzywa o objętości 2 L z pokrywką wykonaną z siatki.

Pastę wytworzono następująco:

Na etapie (11) 0,7 kg ziaren pszenicy klasy C, o zawartości glutenu poniżej 20% i zawartości białka poniżej 9,5% suchej masy umyto, a następnie dozowano do zbiornika, w którym pszenicę poddano czyszczeniu. Z pszenicy usunięto zanieczyszczenia oraz uszkodzone lub zepsute ziarenka. Do mycia pszenicy zastosowano środki odkażające wytworzone in-situ (anolit i katolit).

Na etapie namaczania (12) umytą pszenicę moczoło przez 12 h w 1 kg w roztworze naturalnego probiotyku, zawierającym 0,3% NaCl, 1,8% kwasu mlekowego oraz żywe kultury bakterii mlekowych w ilości 10^7 JTK. Roztwór usunięto.

Etap kiełkowania (13) w cyklach kiełkowanie/płukanie podzielono na 4 cykle trwające po 24 h każdy.

W pierwszym cyklu namoczona pszenica kiełkowała w temperaturze 25°C przez 24 h. Kiełkującą pszenicę przewietrzano, wytwarzany ditlenek węgla usuwano. Pszenicy w zbiorniku nie mieszano, dzięki czemu temperatura wewnątrz kiełkującej pszenicy wynosiła od 25 do 27°C. Po upływie 24 h pszenicę przepłukano roztworem naturalnego probiotyku o temperaturze 8°C, zawierającym 0,3% NaCl, 1,8% kwasu mlekowego oraz żywe kultury bakterii mlekowych w ilości 10^7 JTK. Płukanie prowadzono do momentu obniżenia temperatury kiełkującej pszenicy do 12°C. Zaobserwowano kiełki mniejsze niż 0,5 mm.

W drugim cyklu pszenica kiełkowała przez 24 h. Temperatura stopniowo wzrastała od 12°C do 20°C. Po upływie 24 h pszenicę przepłukano roztworem naturalnego probiotyku o temperaturze 8°C, zawierającym 0,15% NaCl, 0,9% kwasu mlekowego oraz żywe kultury bakterii mlekowych w ilości 10^7 JTK. Płukanie prowadzono do obniżenia temperatury kiełkującej pszenicy do 10°C. Zaobserwowano kiełki mniejsze niż 1 mm.

W trzecim cyklu pszenica kiełkowała przez 24 h. Temperatura stopniowo wzrastała od 10°C do 20°C. Po upływie 24 h ziarno przepłukano roztworem naturalnego probiotyku o temperaturze 8°C, zawierającym 0,15% NaCl, 0,9% kwasu mlekowego oraz żywe kultury bakterii mlekowych w ilości 10^7 JTK. Płukanie prowadzono do obniżenia temperatury kiełkującego ziarna do 8°C. Zaobserwowano kiełki mniejsze niż 3 mm.

W czwartym cyklu pszenica kiełkowała przez 24 h. Temperatura stopniowo wzrastała od 8°C do 20°C. Zaobserwowano kiełki mniejsze niż 5 mm.

Po upływie 24 h rozpoczęto etap mielenia (14). Skielkowaną pszenicę zmielono razem z dodatkami na pastę, zgodnie z recepturą produktu gotowego, za pomocą systemu mielenia typu 3 x Enterprise.

Parametry uzyskanego produktu

Parametr	Wartość	Jedn.	Metody badań
Wilgotność	47,6	g/100 g	CZ_SOP_D06_04_452
Skrobia	3,21	g/100 g	CZ_SOP_D06_04_466
Gluten	1,4	g/100 g	CZ_SOP_D06_04_221.B
Masa cząsteczkowa gliadyn	42 – 34	kDa	Bradford method and SDS-PAGE
Białko	7,24	g/100 g	
Tłuszcz	0,76	g/100 g	
Wartość energetyczna	199	kcal/100g	
Zawartość cukrów	6,8	g/100 g	HPLC-ELSD
Ogólna liczba drobnoustrojów	$6,8 \times 10^8$	JTK	PN-EN ISO 4833-1:2013
Liczba bakterii kwasu mlekowego	4×10^8	JTK	CSN ISO 15214
Bakterie z grupy coli	0	JTK	PN-EN ISO 21150:2016-01
Pleśnie	3	JTK	PN-EN ISO 16212:2011

Dla porównania sporządzono produkt 2. Przygotowano pastę ze skielkowanej pszenicy znanym sposobem.

Do wytworzenia pasty użyto:

- system mielenia 3 x Enterprise – trzy połączone szeregowo maszyny do mielenia; maszyny zawierają jeden nóż i jedno sitko, w maszynie 1 zamontowano sitko o rozmiarze oczek 5 mm, w maszynie 2 zamontowano sitko o rozmiarze oczek 4 mm, a w maszynie 3 zamontowano sitko o rozmiarze oczek 3 mm.
- zbiornik z tworzywa o objętości 2 L z pokrywką wykonaną z siatki.

Pastę wytworzono następująco.

Na etapie mycia (11) 0,7 kg ziaren pszenicy klasy C, o zawartości glutenu poniżej 20% i zawartości białka poniżej 9,5% suchej masy, dozowano do zbiornika, w którym pszenicę poddano czyszczeniu. Z pszenicy usunięto zanieczyszczenia oraz uszkodzone lub zepsute ziarenka. Do mycia pszenicy zastosowano wodę.

Na etapie namaczania (12) umytą pszenicę moczoło przez 12 h w 1 kg wody. Roztwór usunięto.

Etap kiełkowania (13) w cyklach kiełkowanie/płukanie podzielono na 4 cykle trwające po 24 h każdy.

W pierwszym cyklu namoczona pszenica kiełkowała w temperaturze 25°C przez 24 h. Kiełkującą pszenicę przewietrzano, wytwarzany ditlenek węgla usuwano. Pszenicy w zbiorniku nie mieszano, dzięki czemu temperatura wewnątrz kiełkującej pszenicy wynosiła od 25 do 27°C. Po upływie 24 h pszenicę przepłukano wodą o temperaturze 18°C. Płukanie prowadzono do momentu obniżenia temperatury kiełkującej pszenicy do 18°C. Zaobserwowano kiełki mniejsze niż 0,5 mm.

W drugim cyklu pszenica kiełkowała przez 24 h analogicznie jak w pierwszym cyklu. Płukanie prowadzono do momentu obniżenia temperatury kiełkującej pszenicy do 18°C. Zaobserwowano kiełki mniejsze niż 2 mm.

W trzecim cyklu pszenica kiełkowała przez 24 h analogicznie jak w pierwszym cyklu. Płukanie prowadzono do momentu obniżenia temperatury kiełkującej pszenicy do 18°C. Zaobserwowano kiełki od 3 do 5 mm.

W czwartym cyklu pszenica kiełkowała przez 24 h analogicznie jak w pierwszym cyklu. Płukanie prowadzono do momentu obniżenia temperatury kiełkującej pszenicy do 18°C. Zaobserwowano kiełki od 7 do 12 mm.

Po upływie 24 h rozpoczęto etap mielenia (14). Skiełkowaną pszenicę zmielono razem z dodatkami na pastę, zgodnie z recepturą produktu gotowego, za pomocą systemu mielenia typu 3 x Enterprise.

Parametry uzyskanego produktu

Parametr	Wartość	Jedn.	Metody badań
Wilgotność	52,8	g/100 g	CZ_SOP_D06_04_452
Skrobia	2,21	g/100 g	CZ_SOP_D06_04_466
Gluten	7,1	g/100 g	CZ_SOP_D06_04_221.B
Masa cząsteczkowa gliadyn	66 – 55	kDa	Bradford method and SDS-PAGE
Białko	5,4	g/100 g	
Tłuszcz	0,7	g/100 g	
Wartość energetyczna	140	kcal/100g	
Zawartość cukrów	6,1	g/100 g	HPLC-ELSD
Ogólna liczba drobnoustrojów	6,8x10 ⁶	JTK	PN-EN ISO 4833-1:2013
Liczba bakterii kwasu mlekowego	4x10 ⁷	JTK	CSN ISO 15214
Bakterie z grupy coli	7,9x10 ⁶	JTK	PN-EN ISO 21150:2016-01
Pleśnie	3,4x10 ⁵	JTK	PN-EN ISO 16212:2011

Stwierdzono uzyskanie korzyści technicznych w przygotowanej według wynalazku paście (produkt 1). Zaobserwowano znacznie mniejszą zawartość glutenu w porównaniu do pasty przygotowanej metodą konwencjonalną (produkt 2). Masę cząsteczkową gliadyn obniżono z 66 do 42 kDa. Liczba bakterii kwasu mlekowego była dziesięciokrotnie wyższa. Liczba bakterii z grupy coli i pleśni była znacząco niższa.

Produkt 1 został wykorzystany do wypieku chleba, który został podany grupie 5 osób z nietolerancją glutenu. Żadna z tych osób nie odczuwała dyskomfort po spożyciu chleba przygotowanego z pasty wykonanej sposobem według wynalazku.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób obniżania zawartości glutenu w paście ze skielkowanej pszenicy poprzez optymalizację procesu kiełkowania **znamienny tym**, że obejmuje etapy w których:
 - myje się ziarno środkami wytwarzanymi in-situ, które są środkiem dezynfekującym będącym anolitem wytwarzanym in-situ w procesie elektrolizy;
 - moczy się umyte ziarno przez 12 h w roztworze naturalnego probiotyku zawierającego 0,3% NaCl, od 1% do 1,8% kwasu mlekowego oraz żywe kultury bakterii mlekowych w ilości 10^7 JTK;
 - poddaje się namoczone ziarno kiełkowaniu w 24-godzinnych cyklach, w których kolejno:
 - w pierwszym cyklu kiełkowania namoczone ziarno kiełkuje w temperaturze 25°C przez 24 h;
 - ziarno przepłukuje się roztworem naturalnego probiotyku, zawierającym 0,3% NaCl, od 1% do 1,8% kwasu mlekowego oraz żywe kultury bakterii mlekowych w ilości 10^7 JTK, o temperaturze od 8°C do 14°C, do obniżenia temperatury kiełkującego ziarna do 12°C;
 - w drugim, 24-godzinnym cyklu kiełkowania temperatura kiełkującego ziarna wzrasta stopniowo od 12°C do 20°C;
 - ziarno przepłukuje się roztworem naturalnego probiotyku, zawierającym 0,15% NaCl, od 0,5% do 0,9% kwasu mlekowego oraz żywe kultury bakterii mlekowych w ilości 10^7 JTK, o temperaturze od 8°C do 14°C, do obniżenia temperatury kiełkującego ziarna do 10°C;
 - w trzecim, 24-godzinnym cyklu kiełkowania temperatura kiełkującego ziarna wzrasta stopniowo od 10°C do 20°C;
 - ziarno przepłukuje się roztworem naturalnego probiotyku, zawierającym 0,15% NaCl, od 0,5% do 0,9% kwasu mlekowego oraz żywe kultury bakterii mlekowych w ilości 10^7 JTK, o temperaturze od 8°C do 14°C, do obniżenia temperatury kiełkującego ziarna do 8°C;
 - w czwartym, 24 godzinnym cyklu kiełkowania temperatura kiełkującego ziarna wzrasta stopniowo od 8°C do 20°C; orazmieli się skielkowane ziarno.
2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że pastę wytwarza się z ziarna pszenicy klasy C, o zawartości glutenu poniżej 20% i zawartości białka poniżej 9,5% suchej masy.

Rysunek

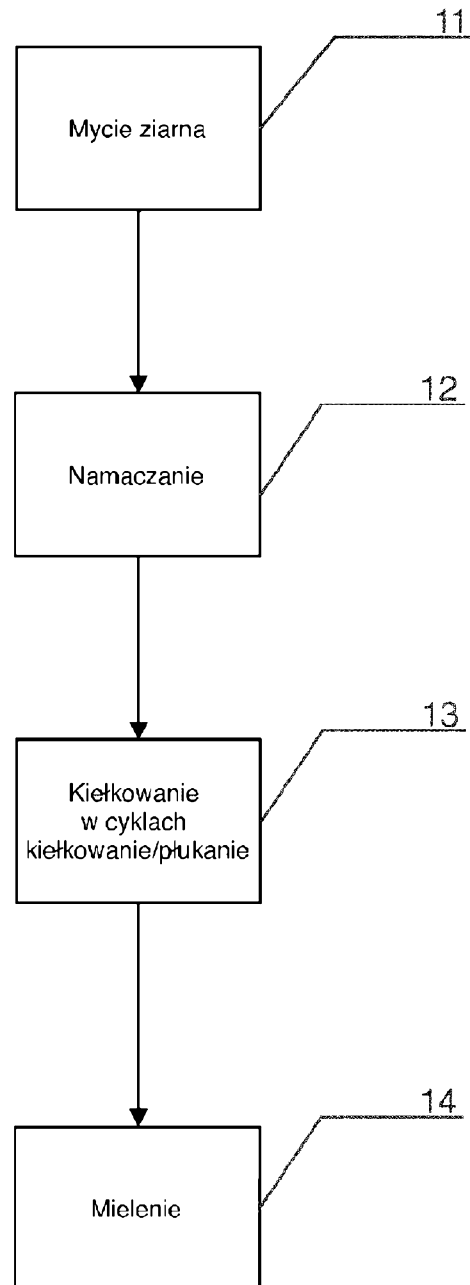


Fig. 1