

## Roślinny analog sera i sposób jego wytwarzania

Przedmiotem wynalazku jest roślinny analog sera i sposób wytwarzania roślinnego analogu sera (żółtego, twardego) z wykorzystaniem białka z soku ziemniaczanego.

W ostatnich latach ze względu na rosnące zapotrzebowanie na bardziej zróżnicowane innowacyjne linie produktów nastąpił rozwój produktów pochodzenia roślinnego. Obecnie przemysł mleczarski jest bardzo zaangażowany w rozwój nowych produktów odpowiadających na potrzeby ludzi przyjmujących określony styl życia, jak np. powszechny dziś trend ścisłego wegetarianizmu, fleksitarianie i weganie (Mintel Group Ltd., 2016). Różni badacze podejmowali wysiłki w celu poszukiwania alternatyw dla mleka w produkcji analogów serowych. Na przykład, analog sera produkowano z wykorzystaniem mieszanek mleka krowiego z mlekiem pochodzenia roślinnego takich jak kokosy (Balogun et al., 2016) i soja (Hussein et al., 2016). Ponadto, mleko roślinne jest również wykorzystywane pojedynczo w produkcji mleka do produkcji analogów sera (Badem & Gürkan, 2016). Alergia na białka mleka krowiego, nietolerancja laktozy, występowanie hipercholesterolemii, jak również trendy żywieniowe skłaniają konsumentów do sięgania po różnorodne substytuty dla produktów mlecznych (Vanga & Raghavan, 2018). Roślinne analogi produktów mlecznych stanowią szybko rozwijający się segment rynku, stąd też obserwowane jest opracowywanie szerokiej gamy analogów nabiału, od jogurtu do sera, obejmujących szereg surowców roślinnych. Ostatnie lata charakteryzują się rosnącą liczbą opublikowanych prac, zgłoszonych w bazie naukowej Web of Science, o dwóch tematach (samodzielnie lub łącznie); "ser roślinny" lub "ser bez nabiału" lub "ser wegański" lub "tofu" z wielu perspektyw; żywienia, właściwości technologicznych, wpływu na środowisko i produkcji żywności. Warto wspomnieć, że najwięcej publikacji dotyczących tematyki serów roślinnych, wegańskich i bez nabiału przypada na 2020 rok. Obecnie wzrasta świadomość konsumentów dotycząca żywności funkcjonalnej, zwracają oni uwagę głównie na zawartość białka w produktach roślinnych, szczególnie wytwarzanych z wytwarzane z roślin strączkowych i orzechów.

W literaturze najczęściej opisywane są cztery główne klasy botaniczne surowców roślinnych stosowanych w produkcji analogów mlecznych: rośliny strączkowe (soja, ciecierzycza, łubin, bób, soczewica) (Cichońska & Ziarno, 2021); ziarna (ryż, owies, kukurydza, jęczmień); orzechy (włoski, laskowy, migdał, nerkowiec, makadamia) (Souza et al., 2015), pestki i nasiona oraz bulwy (ziemniak, maniok, batat) (Chandrasekara & Josheph Kumar,

2016). Rozpuszczalne w wodzie ekstrakty z roślin strączkowych, nasion oleistych, zbóż lub pseudozboża nazywane roślinnymi substytutami mleka krowiego lub ekstraktami roślinnymi są powszechnie wykorzystywane są w produkcji żywności wegańskiej (Mäkinen et al., 2015). Wiele wegańskich produktów spożywczych, takich jak jogurt roślinny, ser, kefir, masło, lody itp., jest wytwarzanych przy użyciu roślinnych substytutów mleka (Aydar et al., 2020). Wodny wyciąg z soi jest jednym z najbardziej popularnych substytutów mleka na świecie i jest powszechnie stosowany w analogach serów i jogurtów (Jeewanthi & Paik, 2018; Li et al., 2020; Mishra Pandey & Mishra, 2015). Białka sojowe są tanie i posiadają dobre właściwości funkcjonalne, jednak spożycie soi i produktów pochodnych jest ograniczone ze względu na ich potencjalną alergiczność oraz obawy związane z modyfikacją genetyczną (GMO). Rośliny strączkowe są ubogie w aminokwasy zawierające siarkę, takie jak tryptofan, cysteina i metionina, ale są bogate w lizynę, podczas gdy skład aminokwasów w zbożach jest odwrotny (Khazaei et al., 2019). Alternatywne sery na bazie roślin strączkowych mogą być produkowane z lub bez zastosowania procesu fermentacji. Liczne badania wykazały pozytywny wpływ procesu fermentacji na odżywcze i organoleptyczne właściwości roślinnych analogów produktów mlecznych, w tym m.in. degradację substancji antyodżywczych, działanie probiotyków, poprawę tekstury i smaku (Paul et al., 2020; Tangyu et al., 2019). Wegańskie analogi sera z mieszanek orzechów nerkowca i mleka sojowego są opisywane jako alternatywne źródło białka (Oyeyinka et al., 2019). Podobnie, niefermentowane analogi sera zostały wyprodukowane z izolatów białka z orzeszków ziemnych i oleju z orzeszków ziemnych zastępującego tłuszcz mleczny (Diarra et al., 2005). Wykazano, że cechy sensoryczne analogu sera z ekstraktu ze słodkiej kukurydzy są podobne do sera z mleka krowiego, tj. żółtawo-biały kolor, charakterystyczny aromat sera, brak kwaśnego smaku, miękka tekstura i łatwość rozsmarowywania (Aini et al., 2019).

Dodawanie glutenu do analogów sera jest powszechne i ma podwójny cel; zwiększenie zawartości białka w produkcie końcowym oraz nadanie rozciągliwości lub efektu włóknistości serów rozciągliwych takich jak włoskie Mozzarella i Stracciatella (Batista et al., 2005). Adejuyitan et al. (2014) wyprodukowali analogi sera z zastosowaniem różnych proporcji mleka sojowego do mleka kokosowego, a próby z najwyższym udziałem mleka kokosowego (50% w/w) były najwyżej akceptowane sensorycznie. Podobnie Khodke et al. (2014) zastosowali różne proporcje mleka sojowego i orzechowego do przygotowania serów, gdzie najbardziej preferowany przez uczestników oceny sensorycznej był wariant zawierający 90% wag./wag. mleka sojowego i 10% wag./wag. mleka arachidowego. Wykazano, również, że stosowanie

napoju sojowego w produkcji sera znacznie zwiększa aktywność przeciwutleniającą produktu (ER KEMAL & TEMİZ, 2020). Zastosowanie roślin strączkowych w serach bezmlecznych jest ograniczone ze względu na obecność nieodłącznego smaku, spowodowanego głównie aktywnością lipooksygenazy (LOX) oraz wtórnych metabolitów roślinnych – czynników antyodżywczych (ANFs) odpowiedzialnych za zmniejszoną strawność składników odżywczych, zaburzenia żołądkowo-jelitowe i reakcje alergiczne. Do ANF należą: kwasy fitynowe, garbniki, alkaloidy, saponiny, fenole, niestrawne węglowodany  $\alpha$ -galaktozydy (rafinoza, stachioza), izoflawony i antyżywniowe związki białkowe, np. związki, np. inhibitory tripsyny, chymotrypsyny, lektyny i peptydy przeciwgrzybicze (Samtiya et al., 2020). Inne wady, jakie rośliny strączkowe mogą powodować w produkcie końcowym, to niepożądany kolor (zielonkawy, szarawy lub brązowy) i/lub tekstura (kredowa lub piaskowa) (Tangyu et al., 2019).

Analogi sera stanowią alternatywę dla sera na bazie mleka gdzie tłuszcz i/lub białko mleka są częściowo lub w całości zastąpione tłuszczami i olejami roślinnymi oraz białkami pochodzenia roślinnego (Fox et al., 2017). Właściwości funkcjonalne serów są bezpośrednio związane z ich składem; zawartością tłuszczu, białka, suchej masy i wapnia. Dodanie skrobi i/lub hydrokoloidów jest niezbędne do poprawienia tekstury matrycy serowej. Wciąż brakuje wiedzy na temat zdolności białek roślinnych do naśladowania technologicznych właściwości matrycy kazeinowej. Białka roślinne nie wykazują tego samego rodzaju funkcjonalności, co występująca w mleku kazeina, mają większą masę cząsteczkową, trudno zatem imitować teksturę sera, co skłania producentów do stosowania zmodyfikowanej skrobi w celu naśladowania właściwości kazeiny (rozciągania i topienia) w analogach serów. Powszechnie wiadomo, że mięso i produkty mleczne są dobrym źródłem pełnowartościowego białka i mogą z łatwością zaspokoić dzienne zapotrzebowanie na ten składnik, jednakże ich alternatywy charakteryzują się odmiennym profilem żywieniowym, w tym zawartością wapnia i białka, w porównaniu do konwencjonalnych serów. W związku z tym opracowanie alternatywnych serów o zawartości białka porównywalnej z serami mlecznymi byłoby dużym przełomem w tym sektorze. Najłatwiejsze do naśladowania są sery o smarowej i kremowej konsystencji, takie jak feta, ricotta czy twaróg, a także te o silnym smaku, np. produkty pikantne i wędzone (Nicolás Saraco & Blaxland, 2020). Wykazano, że zastosowanie procesu ekstruzji przyczynia się do poprawy ogólnej funkcjonalności białka fasoli fava, pozwalając przy tym na wprowadzenie większej ilości białka w recepturze przy jednoczesnym zachowaniu dobrej rozciągliwości i poziomu stopienia.

Niestety jak dotąd niemożliwym było uzyskanie analogu sera o właściwości organoleptycznych i funkcjonalnych podobnych do tradycyjnych produktów na bazie białek pochodzenia zwierzęcego. W rzeczywistości poprawa podobieństw jak smak, aromat i wygląd fizyczny/ tekstura pomiędzy produktami mlecznymi a ich alternatywami jest istotnym ograniczeniem, które zawęża rynek alternatyw serowych (Short et al., 2021). Niektóre wegańskie produkty na bazie orzechów zawierają od 2 do 3 gramów białka na porcję, nie są one jednak w stanie zapewnić takich samych właściwości rozciągania i topienia jak ser mleczny oraz nie są odpowiednie dla osób z alergią na orzechy. Zdolność tworzenia żeli przez białka roślin strączkowych jest kluczowa dla ich wykorzystania w przetwórstwie serowarskim. Ze względu na większy rozmiar cząsteczki i znaczne różnice strukturalne, białka roślinne nie wykazują podobnych zachowań/właściwości agregacyjnych lub żelujących jak micelle kazeinowe (Kamath et al., 2022). Badania dotyczące oceny komercyjnie dostępnych bezmlecznych substytutów sera wykazały, że żaden z analizowanych produktów nie odzwierciedlał cech organoleptycznych ich mlecznych odpowiedników, ponadto sery te charakteryzowały się gorszą topliwością. Zaproponowano aby w tym celu rozważyć zmniejszenie ilości nieodwracalnych termicznie składników tworzących żel, na przykład skrobi natywnej, i zwiększenie przy tym ilości termoodwracalnych składników tworzących żel, na przykład k-karageniny. Stabilizatory takie jak karagen i ksantan są powszechnie dodawane do analogów sera (0,3-4% w stosunku do masy), aby poprawić jędrność produktu i zminimalizowanie synerезy (Błaszak et al., 2018). Ponadto, w celu poprawy jakości odżywczej produktów zasadnym wydaje się zastosowanie opłaczalnych, termoodwracalnych białek żelotwórczych pochodzenia roślinnego.

Olej lub tłuszcz roślinny stanowi tani substytut tłuszczu mlecznego, jest podstawowym składnikiem receptury roślinnych analogów sera, ponieważ poprawia teksturę, zwłaszcza właściwości topliwe i odczucie w ustach produktu końcowego i sprawia, że jest on bardziej zbliżony do sera mlecznego. Zmiany właściwości użytkowych analogów serów zależą od rodzaju oleju, procentowej modyfikacji tłuszczu i rodzaju produkowanego sera. Niewiele badań w literaturze dotyczy wpływu zastępowania tłuszczu mlecznego przez oleje roślinne na profil reologiczny, mikrostrukturalny i teksturalny profil analogów sera. Jednym z wyzwań jest wykazanie podobnej funkcjonalności oryginalnego sera, ponieważ zmiana profilu tłuszczowego sera może wpłynąć na jego właściwości fizyczne i stabilność (Ehsannia & Sanjabi, 2016). Zebrane dane wykazały, że częściowa lub całkowita substytucja tłuszczu mlecznego olejami roślinnymi może w istotny sposób wpływać na właściwości technologiczne

serów. Zmiany mogą być różne w zależności od rodzaju użytego oleju i zastosowanego procentowego zastąpienia tłuszczu. Mikrostruktura jest podstawowym aspektem dotyczącym właściwości technologicznych i teksturalnych serów (Everett & Auty, 2017), stąd też konieczne jest pełne zrozumienie interakcji pomiędzy składnikami sera (Mehta, 2018). Włączenie emulgowanych olejów roślinnych do matrycy może wpływać na ilość i rozkład kropeł tłuszczu w sieci białkowej, prowadząc do zmian w mikrostrukturze i właściwościach teksturalnych sera (LOBATO-CALLEROS et al., 1997, 1998) (Lobato-Calleros i in., 2002, 2003). W związku z tym istotnym jest unikanie modyfikacji pierwotnych właściwości technologicznych sera po zastąpieniu tłuszczu mlecznego olejem roślinnym (Kapoor & Metzger, 2008). Analogi sera z częściową lub całkowitą substytucją tłuszczu mlecznego charakteryzowały się większą liczbą porów w serze (Ramel & Marangoni, 2018) i wzrostem wielkości porów w porównaniu z tradycyjnymi serami (Leong et al., 2020). Topliwość sera jest szczególnie ważną właściwością funkcjonalną dla tych produktów, które są używane jako składnik w daniach poddanych obróbce cieplnej. Większość wyników badań wykazała zmniejszenie zdolności topienia analogów sera po zastąpieniu tłuszczu mlecznego. W większości badań odnotowano wzrost twardości serów po zastąpieniu tłuszczu mlecznego olejami roślinnymi (Arslan et al., 2010; El-Wahed & Hassanien, 2019; Ramel & Marangoni, 2018), podczas gdy niektórzy odnotowali spadek tego parametru (KAVAK & KARABIYIK, 2020). Sery o niskiej zawartości tłuszczu mają zazwyczaj twardszą teksturę niż sery pełnotłuste, ponieważ brak tłuszczu koncentruje inne składniki, tworząc sztywne wiązania białkowe, które poprawiają wytrzymałość fizyczną sera (Leong). Matryca białkowa jest składnikiem strukturalnym produktu, a wysoka gęstość białka jest związana z wyższym poziomem jego twardości. Dlatego też dodanie większej ilości białka, wapnia lub zmniejszenie procentowej zawartości tłuszczu, tym samym zwiększenie stężenia białek w matrycy prowadzi do nadania twardszej struktury. Zastąpienie tłuszczu może zwiększyć twardość z powodu zmiany składu sera i zróżnicowania strukturalnego matrycy (El-Wahed & Hassanien, 2019; Ramel & Marangoni, 2018). Wykazano, że modyfikacja tłuszczu spowodowała powstanie twardszego sera o obniżonej kruchości (Bermúdez-Aguirre & Barbosa-Cánovas, 2011). Według danych literaturowych zwiększenie proporcji nasyconych kwasów tłuszczowych może zwiększać twardość produktu (LOBATO-CALLEROS et al., 1998). Z kolei w badaniu przeprowadzonym przez Hanáková et al. (2013) wykazano spadek twardości w modelu sera topionego po zastąpieniu 99% tłuszczu mlecznego tłuszczem kokosowym i olejem palmowym. W odniesieniu do adhezyjności można zauważyć, że według danych literaturowych wykazano wzrost tego parametru w przypadku analogów sera opracowanych z częściowym zastąpieniem tłuszczu. Parametry tekstury uległy zmianie po

modyfikacji tłuszczu, zatem należy określić odpowiedni poziom zastąpienia tłuszczu, w celu uzyskania odpowiedniej charakterystyki produktu. Zastępowanie tłuszczu mlecznego olejami roślinnymi to trend w produkcji wyrobów seropodobnych (Bermúdez-Aguirre & Barbosa-Cánovas, 2011; Calligaris et al., 2013; Villamil et al., 2021), przyczyniający się do poprawy profilu kwasów tłuszczowych produktu i utrzymania odpowiedniego stosunku tłuszczów nasyconych do nienasyconych (Achachlouei et al., 2013). Niearomatyzowany olej kokosowy jest głównym stosowanym olejem, następnie olej palmowy (51,4%) i słonecznikowy (12,6%). Stosowane są także oleje rzepakowe, sojowe i krokoszowe (Nicolás Saraco & Blaxland, 2020). Olej kokosowy jest także preferowany w stosunku do innych źródeł tłuszczu ze względu na wysoką zawartość tłuszczów nasyconych, co nadaje temu produktowi stosunkowo wysoką stabilność i temperaturę topnienia (Chaleepa et al., 2010), podobnie jak obserwuje się to w przypadku tłuszczu mlecznego. Mattice i Marangoni (2020) zmieszali olej kokosowy (75%) z wysokooleinowym olejem słonecznikowym (25%), aby imitować stosunek tłuszczów nasyconych do nienasyconych występujących w mleku krowim. Zazwyczaj, częściowo uwodorniony olej jest używany do produkcji do produkcji sera półtwardego, podczas gdy olej uwodorniony jest używany do produkcji sera twardego. Dodatek oleju roślinnego bogatego w kwasy omega 3 np. lnianego, rzepakowego, sojowego mógłby być korzystny dla wzbogacenia zamienników sera w kwasy EPA i DHA, odpowiedzialne za wiele korzyści fizjologicznych (Dal Bello et al., 2017). Ponadto analogi sera na bazie oleju kokosowego zawierają zazwyczaj mieszankę skrobi; najczęściej jest to połączenie rodzimej i modyfikowanej skrobi ziemniaczanej i/lub kukurydzianej.

Roślinnym analogom sera nadaje się smak wędzony lub słodki i mogą być one spożywane na surowo, gotowane lub smażone. Powszechnie stosowane są dodatki smakowe oznaczone jako takie jak mozzarella, gouda, cheddar i inne serowe. W przypadku naturalnych środków aromatyzujących odnotowano dodanie warzyw, np. puree z marchwi, cebuli w proszku. Wiele roślinnych analogów sera zawiera również ekstrakt drożdżowy lub drożdże odżywcze. Źródła literaturowe podają probiotyki (*Lactobacillus* i *Bifidobacteria*), witamina D, wapń o optymalnym stosunku do fosforu (1,3:1), witamina B12, żelazo, cynk i kwasy omega 3 jako kluczowe i cenne stosowane substancje fortyfikujące (Alcorta et al., 2021; L. Seleet et al., 2013; McClements, 2020). Dodatek proszku *Spirullina maxima* (1 lub 2%) podczas produkcji analogu sera topionego pozwolił na uzyskanie szczególnej barwy (zielonej), wysokiej wartości odżywczej, aktywności antyoksydacyjnej jak również oceny sensorycznej analogu sera (Mohamed et al., 2020). Opracowano również roślinny analog sera do smarowania,

wykorzystując w tym celu frakcjonowane na sucho białko grochu i żelu wypełnionego emulsją składającego się z oliwy z oliwek z pierwszego tłoczenia i inuliny, dodanych w różnych stężeniach jako zamiennik tłuszczu (10%, 13% i 15% składu) (Mefleh et al., 2022). Opracowane produkty charakteryzowały się wyższą zawartością białka (134 g kg<sup>-1</sup>) i niższym poziomem tłuszczu (52 g/kg) niż dostępne na rynku roślinne analogi serów (Mefleh et al., 2022). Mąki z gotowanego i prażonego grochu żółtego i bobu uznano za odpowiednie do wykorzystania jako surowce do produkcji roślinnych analogów sera. Produkty te mogą być postrzegane jako żywność funkcjonalna ze względu na wysoką zawartość błonnika (6-8 g/100 g produktu) (Ferawati et al., 2021).

Znany jest analog sera według JP2020120663 A, w jakim surowiec w postaci skrobi acetylowanej stosuje się skrobię ziemniaczaną, a stopień acetylacji wynosi 1,0% do 2,5%, a szczytowa temperatura żelatynizacji wynosi 80°C lub mniej, a pomiar lepkości podczas żelowania skrobi prowadzi się przy szybkości wzrostu temperatury 1,5°C/min. Uzyskuje się seropodobny produkt spożywczy zawierający skrobię acetylowaną, a najlepiej zawierający dodatkowo białko i tłuszcz mleka.

Znany jest także analog sera według EA201891678 A jaki zawiera wodę, skrobię z korzeni lub bulw ziemniaków, natywne białko ziemniaka i składnik tłuszczowy. Analog sera według wynalazku ma lepszą rozciągliwość i konsystencję oraz mniejszy posmak niż znane typy serów imitujących. Wynalazek dotyczy ponadto sposobu wytwarzania wspomnianego analogu sera, jak również produktów spożywczych zawierających analog sera.

Znany jest także analog sera według JP2010142181 A o niskiej zawartości białka, jak  $\leq 10\%$  masowych, który zawiera: (a) dekstrynę pochodzącą z ziemniaka i posiadającą DE (ekwiwalent dekstrozy) 2-5; (b) co najmniej jeden składnik wybrany z grupy obejmującej karageninę, agar, deacylowaną gumę gellan i pektynę

Analog sera ujawniono także w opisie wynalazku JPS5974952 A w jakim, skrobia lub mąka zbożowa, taka jak skrobia pszenna, skrobia ziemniaczana, skrobia kukurydziana, skrobia ryżowa, skrobia z tapioki itp. jest kondycjonowana do zawartości wody 15-20% i wytlaczana przez dyszę w temperaturze 180-250°C oraz ciśnieniu wytłaczania 10-30 kg/cm<sup>2</sup>. Otrzymane granulki są suszone, drobno proszkowane i klasyfikowane w celu uzyskania nośnika absorbującego olej o gęstości nasypowej 0,06-0,2 g/cm<sup>3</sup>, zawartość alfa-skrobi  $\geq 70\%$  i współczynnika absorpcji oleju  $\geq 3$ . Uzyskany pochłaniający olej nośnik miesza się z białkiem mleka, środkiem poprawiającym teksturę, aromatem i przyprawą, a mieszaninę topi się pod

wpływem ciepła, ugniata z olejem lub tłuszczem, homogenizuje z wodą, wlewa do formy i chłodzi w celu uzyskania projektowanego kształtu sera. Ilość nośnika pochłaniającego olej wynosi 0,1-30% wag. w stosunku do całej kompozycji

Główną zaletą produktów seropodobnych jest ich uniwersalność, ponieważ te produkty zastępcze mogą być zaprojektowane tak, aby w pełni spełniały specjalne potrzeby żywieniowe poprzez zmiany w ich składzie (np. bez laktozy, niskokaloryczne, o niskiej zawartości tłuszczów nasyconych i cholesterolu, a nawet wzbogacone w witaminy i związki mineralne).

Przewiduje się, że roślinne analogi produktów mlecznych będą nadal zyskiwać na popularności, zatem należy dołożyć większych starań, aby takie produkty były pełnowartościowe pod względem odżywczym i zrównoważone w produkcji, zarówno dla dobra konsumentów, jak i środowiska.

Stały wzrost światowej populacji motywuje do poszukiwania nowych alternatyw żywnościowych w celu uzyskania niezbędnych składników odżywczych dla potrzeb żywieniowych człowieka. Ponadto ograniczenia technologiczne i inne czynniki uniemożliwiają optymalną dystrybucję żywności na całej planecie. Na tym tle rosnący trend skłania ludzi do spożywania produktów pochodzenia roślinnego, ponieważ są one uważane za zdrowsze ze względu na niską zawartość tłuszczów nasyconych i cholesterolu, a także wysoką zawartość błonnika pokarmowego. Co więcej, białko roślinne jest bardziej wydajne w produkcji niż białko pochodzenia zwierzęcego.

Analogi sera można zdefiniować jako produkty, w których poszczególne składniki, w tym tłuszcze i/lub białka niemleczne, są formułowane w celu wytworzenia produktu seropodobnego spełniającego określone wymagania. Zapotrzebowanie rynku na te produkty rośnie z wielu powodów, w tym między innymi z łatwiejszej produkcji i niższych kosztów w porównaniu z serami na bazie mleka, a także z rosnącego zainteresowania konsumentów spożywaniem żywności o mniejszej zawartości tłuszczu ogółem, tłuszczu nasyconych, cholesterolu i kalorii.

W tym kontekście podjęto próby opracowania sposobu wytwarzania odpowiednich zamienników sera z roślinnych źródeł białka, głównie z białka ziemniaczanego, o podobnej barwie, konsystencji, smaku i formie jak ser konwencjonalny. Obecnie produkowane analogi serów, komercyjnie dostępne w sieciach handlowych, to produkty te oparte są w głównej mierze na rafinowanym oleju kokosowym oraz skrobi modyfikowanej. Rezultatem niniejszego projektu są 2 technologie produkcji roślinnego analogu sera żółtego (twardego), który w swoim składzie zawiera pełnowartościowe białko roślinne (o zawartości białka 6g/100g produktu), a także wapnia i witaminy B<sub>12</sub>, deficytowej w diecie wegańskiej. Ponadto produkty charakteryzują się niską, w porównaniu do aktualnie dostępnych analogów sera, zawartością tłuszczu (jedynie 15g/100g).

Sposób wytwarzania roślinnego analogu sera (żółtego, twardego) z wykorzystaniem białka z soku ziemniaczanego według wynalazku polega na tym, że tłuszcz kokosowy lub blend olejów roślinnych w ilości 10-20% wagowych, korzystnie 15% wagowych podgrzewa się do temperatury 50°C, a następnie do podgrzanego tłuszczu dodaje się korzystnie lecytynę, korzystnie rzepakową płynną w ilości do 5% wagowych lub inulinę HPX w ilości do 10% wagowych oraz wodę w ilości od 18,9 do 73,49, korzystnie 43,9 do 48,9 %wagowych po czym mieszaninę homogenizuje się co najmniej przez 2 minuty przy prędkości mieszania 10 000 rpm aż do uzyskania emulsji wodno-olejowej do której dodaje się białko ziemniaczane w ilości 5-15 % wagowych, korzystnie 10% wagowych, 0,5% wagowych soli, barwnik spożywczy pomarańczowy w ilości 0,3% wagowych, 0,2% wegańskiego aromatu sera oraz dodatki witaminowo-mineralne w ilości 0,1 % wagowego, po czym mieszaninę surowcową ponownie homogenizuje się przez co najmniej 3 minuty przy prędkości mieszania 10 000 rpm. Do uzyskanej masy seropodobnej pierwszego stopnia dodaje się modyfikowaną skrobię ziemniaczaną w ilości 10-30 % wagowych, korzystnie 20% wagowych, a całą mieszaninę miesza się przez 20 minut ogrzewając ją do 90°C. Uzyskaną masę seropodobną drugiego stopnia blenduje się i formuje, po czym chłodzi się w temperaturze 4°C przez 4 h, po czym pakuje.

Szczegółową specyfikację surowcową roślinnego analogu sera według wynalazku przedstawia tabela

Tabela składu ilościowego opracowanych 2 wariantów roślinnego analogu sera.

<b>Składnik</b>	<b>% wag</b>	<b>Wariant 1 [g/100g]</b>	<b>Wariant 2 [g/100g]</b>
<b>Białko z ziemniaka (koncentrat)</b>	5-15	10	10
<b>Skrobia ziemniaczana utleniona (LU-1404-3)</b>	10-30	20	20
<b>Tłuszcz roślinny<sup>1</sup></b>	10-20	15	15
<b>Sól</b>	0,5	0,5	0,5
<b>Lecytyna rzepakowa płynna</b>	0-5	5	0
<b>Inulina HPX</b>	0-10	0	10
<b>Barwnik spożywczy pomarańczowy</b>	0,3	0,3	0,3
<b>Wegański aromat sera żółtego</b>	0,2	0,2	0,2
<b>Mieszanka witaminowo-mineralna</b>	0,1	0,1	0,1
<b>Woda</b>	18,9-73,9	48,9	43,9

<sup>1</sup> w przypadku wariantu 1 – tłuszcz kokosowy, w przypadku wariantu 2 – blend olejów roślinnych o stosunku kwasów tłuszczowych ω3/ω6 wynoszącym 5:1

Rysunki fig. 1 i fig. 2 przedstawiają schematy technologiczne obu wariantów wynalazku.

#### 1. Proces wytwarzania

**Wariant 1.**

Sposób wytwarzania roślinnego analogu sera (żółtego, twardego) z wykorzystaniem białka z soku ziemniaczanego według wynalazku polega na tym, że tłuszcz kokosowy lub blend olejów roślinnych w ilości 15% wagowych podgrzewa się do temperatury 50°C, a następnie do podgrzanego tłuszczu dodaje się lecytynę rzepakową płynną w ilości do 5% wagowych oraz wodę w ilości 48,9 %wagowych po czym mieszaninę homogenizuje się co najmniej przez 2 minuty przy prędkości mieszania 10 000 rpm aż do uzyskania emulsji wodno-olejowej do której dodaje się białko ziemniaczane w ilości 10% wagowych, 0,5% wagowych soli, barwnik spożywczy pomarańczowy w ilości 0,3% wagowych, 0,2% wegańskiego aromatu sera oraz dodatki witaminowo-mineralne w ilości 0,1 % wagowego, po czym mieszaninę surowcową ponownie homogenizuje się przez co najmniej 3 minuty przy prędkości mieszania 10 000 rpm. Do uzyskanej masy seropodobnej pierwszego stopnia dodaje się modyfikowaną skrobię ziemniaczaną w ilości 20% wagowych, a całą mieszaninę miesza się przez 20 minut ogrzewając ją do 90°C. Uzyskaną masę seropodobną drugiego stopnia blenduje się i formuje, po czym chłodzi się w temperaturze 4°C przez 4 h, po czym pakuje.

**Wariant 2.**

Sposób wytwarzania roślinnego analogu sera (żółtego, twardego) z wykorzystaniem białka z soku ziemniaczanego według wynalazku polega na tym, że tłuszcz kokosowy lub blend olejów roślinnych w ilości 15% wagowych podgrzewa się do temperatury 50°C, a następnie do podgrzanego tłuszczu dodaje się inulinę HPX w ilości 10% wagowych oraz wodę w ilości 43,9 wagowych po czym mieszaninę homogenizuje się co najmniej przez 2 minuty przy prędkości mieszania 10 000 rpm aż do uzyskania emulsji wodno-olejowej do której dodaje się białko ziemniaczane w ilości 10% wagowych, 0,5% wagowych soli, barwnik spożywczy pomarańczowy w ilości 0,3% wagowych, 0,2% wegańskiego aromatu sera oraz dodatki witaminowo-mineralne w ilości 0,1 % wagowego, po czym mieszaninę surowcową ponownie homogenizuje się przez co najmniej 3 minuty przy prędkości mieszania 10 000 rpm. Do uzyskanej masy seropodobnej pierwszego stopnia dodaje się modyfikowaną skrobię ziemniaczaną w ilości 20% wagowych, a całą mieszaninę miesza się przez 20 minut ogrzewając ją do 90°C. Uzyskaną masę seropodobną drugiego stopnia blenduje się i formuje, po czym chłodzi się w temperaturze 4°C przez 4 h, po czym pakuje.