

## D. SZCZEGÓŁOWE INFORMACJE O PROJEKCIE

### 1. Opis projektu zawierający:

#### 1) cel naukowy projektu (opis problemu do rozwiązania, stawiane pytania lub hipotezy badawcze); (do 1000 znaków)

Celem realizacji badań jest określenie czynników fizykochemicznych oraz mikrobiologicznych wpływających na frakcjonowanie bezwodnego tłuszczu mlecznego (AMF) w procesie otrzymywania masła i poprawę jego jakości. Masło, ze względu na wysoką zawartość kwasów nasyconych (KN) jest uważane za kontrowersyjny produkt. Z drugiej strony, tłuszcz mlekowy jest naturalnym źródłem prozdrowotnych kwasów nienasyconych (KNN) np. dienów kwasu linolowego, niestety występującym na niskim poziomie stężeń, w stosunku do KN. Zastosowanie frakcjonowania AMF pozwala na zwiększenie zawartości KNN, bez dodatków zewnętrznych (np. olejów roślinnych). Obniżenie zawartości KN w maśle będzie możliwe dzięki frakcjonowaniu AMF. Efektywność tego procesu jest uzależniona od właściwości koloidalnych mleka, czystości mikrobiologicznej oraz jednostkowych procesów technologicznych w szczególności krystalizacji frakcji wysokotopliwych i niskotopliwych, ich redystrybucji i zawracania do śmietanki.

#### 2) naukowe znaczenie projektu (dotychczasowy stan wiedzy, uzasadnienie podjęcia problemu badawczego, uzasadnienie nowatorskiego charakteru badań, znaczenie wyników projektu dla rozwoju danej dziedziny i dyscypliny naukowej); (do 2000 znaków)

Masło jest produkowane w wyniku inwersji faz indukowanej stresem mechanicznym skutkującym przekształcenie śmietanki, układu emulsyjnego typu oleju w wodzie w emulsje typu woda w oleju. Produkują się je ze śmietanki poddanej tylko procesowi dojrzewania fizycznego lub ze śmietany otrzymanej po dojrzewaniu biologicznym i fizycznym. Podczas dojrzewania fizycznego powstaje sieć kryształów determinowana parametrami procesu technologicznego i budową chemiczną tłuszczu (Rønholt et al Compr Rev Food Sci 2013). Kuleczki tłuszczowe w mleku zbudowane są z niepolarnego rdzenia zawierającego triacyloglicerole, estry cholesterolu i retinolu. Otoczka kuleczki tłuszczu mlekowego (MLGM) zbudowana jest z fosfolipidów, białek, cholesterolu, enzymów, etc. MLGM chroni tłuszcz przed koalescencją i zapewnia utrzymanie stabilnej emulsji (Khan et al Front Bioeng Biotechnol 2017). Duża powierzchnia międzyfazowa tłuszcz/woda sprzyja absorpcji lipaz, determinuje jakość i aktywność biologiczną układu, ale także lipaz rodzimych mleka oraz egzogennych, np. pochodzenia mikrobiologicznego co skutkuje niekorzystną lipolizą tłuszczu i zmianami oksydacyjnymi. Aktualny postęp w zakresie przetwórstwa tłuszczu mlekowego dotyczy połączenia procesów technologicznych z nowoczesną analityką, stosowania biologicznie ukwaszonej śmietany oraz frakcjonowania AMF do produkcji masła o wysokiej jakości. Modyfikacje jakościowe masła polegają na zmianie cech smakowo-zapachowych oraz funkcjonalnych masła (Tunick J Agric Food Chem 2009). Celem jest rozwiązanie problemów związanych z niejednorodnością krystalizacji frakcji wysokotopliwych i niskotopliwych, jego redystrybucji, czystością mikrobiologiczną surowca oraz właściwościami koloidalnymi mleka. Ocena zmian złożonego procesu frakcjonowania AMF i ich wpływu na jakość produktów mleczarskich oraz jakość żywieniową wymaga zaangażowania także zaawansowanej wiedzy z zakresu nanonauki, chemii koloidalnej, mikrobiologii (Argov-Argaman et al J Dairy Sci 2019).

### **3) praktyczne znaczenie i potencjał wdrożeniowy projektu: jaki będzie charakter wdrożenia, jakie jest planowane miejsce oraz sposób wdrożenia; znaczenie projektu dla przedsiębiorcy, znaczenie projektu dla polskiej gospodarki; (do 2000 znaków)**

Rezultatem projektu będzie wysokiej jakości masło charakteryzujące się wysokimi wartościami odżywczymi: podwyższona zaw. nienasyconych kw. tłuszcz. zaw. mikroorganizmów o właściwościach probiotycznych, podniesione wlaśc. reologiczne, obniżona zaw. nasyconych kw. tłuszcz., niski poziom zanieczyszczenia drobnoustrojami (innowacja produktowa). Wdrożenie wyników projektu nastąpi w ramach własnej działalności Wnioskodawcy, POLMLEK w Grudziądzu. Promocja i dystrybucja produktu będzie się odbywała przy wykorzystaniu istniejącej linii technologicznej, bazy klientów i ugruntowanej pozycji na rynku polskim i światowym. Firma dysponuje zasobami kadrowymi (m.in. dział marketingu, zespół technologów), które gwarantują skuteczne przeprowadzenie wdrożenia i akcji marketingowej. Do wdrożenia niezbędna będzie konfiguracja linii produkcyjnej według opracowanych założeń: identyfikacja oraz minimalizacja/eliminacja zagrożeń mikrobiologicznych na poziomie przygotowania śmietanki, dojrzewania śmietanki (fizycznego oraz biologicznego), frakcjonowania AMF, zmaśniania, płukania, solenia i wygniatania, formowania i pakowania. Ponadto, zostanie opracowany nowy sposób dozowania, redystrybucji oraz zawracania frakcji AMF do śmietanki. Opracowane rozwiązania pozwolą na uzyskanie stabilnych frakcji AMF jako prozdrowotnych składników odżywczych. Dzięki minimalizacji/wyeliminowaniu m.in. lipaz pochodzenia mikrobiologicznego możliwe będzie opracowanie procesu krystalizacji AMF, frakcjonowania, redystrybucji oraz zawracania do śmietanki co w znaczącym stopniu wpłynie na właściwości prozdrowotne masła. Na polskim rynku spożywczym, w szczególności w sektorze nabiałowym występuje rosnący popyt na produkty prozdrowotne związany z istotnym wzrostem świadomości konsumentów. Uzyskane wyniki pozwolą na opracowanie nowych rozwiązań analityczno-technologicznych, skutkującymi wprowadzeniem na polski i światowy rynek nowego produktu o właściwościach prozdrowotnych.

### **4) koncepcję i plan prac badawczo-wdrożeniowych (ogólny plan badań, metodologia, analiza ryzyka, kamienie milowe etc.). (do 2000 znaków)**

1. Identyfikacja zagrożeń mikrob. na poziomie przygotowania, dojrzewania śmietanki (fiz. oraz biol.), frakcjonowania AMF (FAMF), zmaśniania, płukania, solenia i wygniatania, formowania i pakowania przy wykorzystaniu klasycznych metod posiewowych (m.in. PN-ISO 15214:2002) połączonych z technikami laserowej desorpcji/ionizacji próbki wspomaganą matrycą (MALDI) oraz nanostrukturami (NALDI).
  2. Sposób minimalizacji/eliminacji zagrożeń mikrob. poprzez wykorzystanie autorskich rozwiązań na poziomie baktofugacji, pasteryzacji, programów mycia CIP, dojrzewania biologicznego surowca (dobór kultur bakt., bad. antagonistyczne). W celu optymalizacji zmiennych procesowych będzie stosowana metoda Boxa-Behnkena.
  3. FAMF, redystryb. oraz zawracania do śmietanki uzyskanych frakcji. Opracowanie metody badania jakości śmietanki dot. zawart. wody (FTIR, miareczkowania Karla Fischera), tłuszczu (FTIR, GC-MS) w surowcu mlecznym); białek (Kjeldahl, FTIR, SDS-PAGE, MALDI), opracowanie procesu FAMF na frakcje wysokotopliwe i niskotopliwe poprzez optymalizację zmiennych procesowych tj. temp. podgrzewania, szybkość schładzania oraz ochładzania i krystalizacji (analiza tłuszczu: MALDI, GC-MS, TA)
  4. Badanie wpływu temp. na proces dozowania frakcji tłuszczowych. Określenie wpływu szybkości dozowania frakcji tłuszcz. na proces mieszania homogenizacji i dyspersji w śmietance (DLS, SEM). Określenie wpływu dodawanych frakcji tłuszcz. na proces dojrzewania śmietanki (SERS, NMR, GC-MS), żywotność bakterii (techniki posiewowe, MALDI); formulacja masła; badania reologiczne (pomiar lepkości, sprężystości)
- KM: Wdrożenie 1 specyficznej metody identyfikacji bakterii do poziomu gatunku, uzyskanie czystości mikrob.: E. coli 1-3 CFU/ml, tlenowce < 10CFU/ml oraz lipolit. < 0,02ug lipazy/ml, zwiększenie KNN > 30g/100g oraz redukcja KN < 50g/100g
- Ryzyka: zerwanie otoczek solwatacyjnych; min. ryzyka: przeprowadzenie wielostopniowej kontroli procesów jednostkowych zależności param. fiz-chem., temp., pH, czystości mikrob.

### **2. Słowa kluczowe (do 7 słów kluczowych):**

masło, AMF, metody separacyjne, mikroorganizmy, metody instrumentalne, MALDI, biokoloidy

### **3. Wstępny harmonogram prac badawczych i wdrożeniowych w ramach projektu (wersja właściwa zgłaszana po I roku):**

Semestr	Przewidziane zadania naukowe	Przewidziane zadania wdrożeniowe
I	Badania literaturowe związane z wyżej opisanym problemem. Dodatkowo w tym czasie planuje się poszerzenie oraz usystematyzowanie wiedzy z zakresu fizykochemicznych oraz mikrobiologicznych czynników wpływających na proces frakcjonowania AMF. Dydaktyka będzie realizowana zgodnie z harmonogramem.	Ewaluacja procedur analitycznych i metod mikrobiologicznych.
II	Sformułowanie problematyki badawczej w tym określenie przedmiotu badań oraz zdefiniowanie założeń badawczych w szczególności opracowanie metod przygotowywania próbek: mleka, śmietany, śmietanki do analiz instrumentalnych (np. FTIR, DLS, MALDI TOF oraz TOF/TOF MS, miareczkowanie Karla Fishera).	Wdrożenie opracowanych procedur przygotowania próbek oraz metod do zakładowego laboratorium.
III	Planuje się sformułowanie problematyki badawczej w tym określenie przedmiotu badań oraz zdefiniowanie założeń badawczych w szczególności opracowanie metod przygotowywania próbek: mleka, śmietany, śmietanki do analiz mikrobiologicznych (techniki posiewowe, MALDI/NALDI TOF MS).	Wdrożenie optymalnych procedur przygotowania próbek oraz metod do zakładowego laboratorium.
IV	Identyfikacja zagrożeń mikrobiologicznych na poziomie przygotowania śmietanki, dojrzewania śmietanki frakcjonowania AMF, zmaślania, płukania, solenia i wygniatania, formowania i pakowania przy wykorzystaniu klasycznych metod posiewowych oraz MALDI/NALDI.	Identyfikacja czynników mikrobiologicznych wpływających na szczelność procesu otrzymywania masła.
V	Opracowanie sposobów minimalizacji/eliminacji zagrożeń mikrob. poprzez wykorzystanie autorskich rozwiązań na poziomie baktofugacji, pasteryzacji, programów mycia CIP.	Identyfikacja czynników mikrobiologicznych wpływających na szczelność procesu otrzymywania masła oraz ich minimalizacji/eliminacji poprzez wprowadzenie programów optymalizacyjnych: mycia CIP, baktofugacji, pasteryzacji.
VI	Opracowanie sposobu dojrzewania surowca; dobór metody fizycznej i/lub mikrobiologicznej poprzez wyselekcjonowanie bakteryjnych kultur starterowych. Analityka parametrów fizykochemicznych.	Identyfikacja czynników mikrobiologicznych oraz fizykochemicznych wpływających na proces dojrzewania surowca; dobór parametrów fizykochemicznych m.in. pH i/lub mikrobiologicznych w relacji do zawartości wody, tłuszczu i białka.
VII	Planuje się przeprowadzanie eksperymentów badawczych dot. frakcjonowania AMF, redystryb. oraz zawracania do śmietanki/masła uzyskanych frakcji; badania oddziaływania śmietanki z frakcjami AMF; opracowanie sposobu i miejsca dozowania frakcji AMF; badania fizykochemiczne.	Opracowanie sposobu dozowania płynnych frakcji tłuszczowych do śmietanki/masła otrzymanych z frakcjonowania AMF; optymalizacja programów temperaturowych.
VIII	Kont. eksperymentów dot. frakcjonowania AMF, redystryb. oraz ich zawracania do śmietanki/masła. Usystematyzowanie zebranych materiałów i przedstawienie rekomendacji pozwalającej na określenie czynników fiz-chem. oraz mikrobiol. wpływających na frakcjonowanie AMF oraz napisanie rozprawy doktorskiej.	Formulacja prototypu masła zawierającego frakcje AMF. Opracowanie sposobu dozowania płynnych frakcji tłuszczowych do śmietanki/masła otrzymanych z frakcjonowania AMF; optymalizacja parametrów reologicznych.

## E. INFORMACJE O OPIEKUNIE NAUKOWYM (PROMOTORZE) PROJEKTU

### 1. Imię i nazwisko, tytuł/stopień naukowy, stanowisko:

Paweł Piotr Pomastowski, dr hab., prof. UMK

### 2. Informacje czy opiekun naukowy (promotor) jest pracownikiem Wnioskodawcy:

tak

### 3. Numer ORCID:

0000-0002-1594-0623

### 4. Krótka charakterystyka osoby opiekuna naukowego (promotora) (nie więcej niż 900 znaków ze spacjami):

Dr hab. Paweł Pomastowski, prof. UMK w roku 2012 ukończył studia na Wydziale Chemii Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu. W roku 2016 uzyskał stopień doktora nauk chemicznych, a w 2019 tytuł doktora habilitowanego na Wydziale Chemii UMK w Toruniu. Obecnie jest zatrudniony na stanowisku profesora uczelni w Interdyscyplinarnym Centrum Nowoczesnych Technologii UMK w Toruniu. Jest współautorem 119 artykułów naukowych (liczba cytowań; WoS: 1378, Google Scholar: 1977; Indeks Hirscha: 20 WoS, 24 Google Scholar) oraz 6 zgłoszeń patentowych. Jest laureatem nagród m.in. KChA PAN, stypendystą FNP oraz MNiSW. Pełni funkcję promotora i promotora pomocniczego. Główne zainteresowania naukowe skupiają się wokół chemii koloidalnej, fizykochemii powierzchni, biokoloidach, identyfikacji mikroorganizmów, technikach elektromigracyjnych, proteomice, spektrometrii mas oraz MALDI TOF-TOF MS.

### 5. Opis doświadczenia opiekuna naukowego (promotora) we współpracy z otoczeniem społeczno-gospodarczym w zakresie działalności naukowej i wdrożeniowej w dziedzinach nauki i dyscyplinach naukowych albo dziedzinie sztuki i dyscyplinach artystycznych, w których lokuje się projekt ze szczególnym uwzględnieniem ostatnich 5 lat:

Opis powinien uwzględniać doświadczenie w prowadzeniu rozpraw doktorskich stanowiących prace projektowe, konstrukcyjne, technologiczne, wdrożeniowe lub artystyczne oraz najważniejsze publikacje z zakresu tematyki projektu (do 1500 znaków).

Dr hab. P. Pomastowski, prof. UMK jest kierownikiem oraz wykonawcą projektów finansowanych przez m.in. NCN, NCBiR, FNP, PARP. W swojej pracy naukowej opracował nową procedurę frakcjonowania izoform kazeiny (CN), tłuszczu mlecznego za pomocą techniki LC, metodę identyfikacji komórek bakteryjnych oraz metody badania koloidów: białek, bakterii, nanocząstek. Opracowanie metody syntezy skutecznych antybakteryjnych białkowych nanokompozytów na bazie białek mleka otworzyło drogę do ich przemysłowego zastosowania w profilaktyce trudno-gojących ran. Prace z tego zakresu opublikował na łamach prestiżowych periodyków naukowych tj.: JACS, Adv Col Inter Sci, Col Surf A czy J Dairy Sci. Dr hab. P. Pomastowski pracuje nad wykorzystaniem technik laserowej jonizacji/desorpcji w analizie koloidów: białek, tłuszczu, komórek bakterii. Prace z tego zakresu opublikował w m.in. Sci Rep, PlosONE, J Chromatogr A. Od 10 lat pracuje nad nowymi rozwiązaniami analitycznymi oraz technologicznymi m.in. dla mleczarstwa. Ponadto, we współpracy z Grupą Polmlek Grudziądz, SM Drzycim i Starą Mleczarnią; opracował i wdrożył do produkcji nowe rozwiązania analityczne oraz technologiczne. Współpracuje również z firmą PNK Orlen od 2020 roku oraz TZMO w zakresie badań koloidalnych. Dr hab. Pomastowski, prof. UMK jest Wiceprezesem spółki spin-off UMK BioServ Sp. Z O.O. zajmującego się komercjalizacją oraz wdrożeniami badań naukowych z zakresu koloidów.

## F. SPOSÓB REALIZACJI PROJEKTU W SZKOLE DOKTORSKIEJ

### 1. Informacje na temat dostosowania programu kształcenia w szkole doktorskiej do założeń programu.

(metody pracy z doktorantem, możliwości jednoczesnej realizacji programu kształcenia i utrzymania aktywności zawodowej, spójność czasowa z planowanym do realizacji projektem, czy możliwy jest indywidualny tok kształcenia, tutoring, zaliczenie efektów uczenia się egzaminami, szkołami letnimi, certyfikatami, wybór przedmiotów, zmniejszenie wymiaru praktyk zawodowych, kształcenie hybrydowe, itp.). (do 1000 znaków)

W Szkole Doktorskiej Nauk Ścisłych i Przyrodniczych UMK obowiązuje elastyczny program kształcenia. Doktorant w porozumieniu z promotorem przedstawia i realizuje indywidualny program kształcenia. W ciągu 4 lat doktoranci są zobowiązani zdać 2 egzaminy z wykładów kursowych i 1 z przedmiotu specjalistycznego związanego z tematyką doktoratu. Muszą też zaliczyć 30h wykładu z przedmiotu spoza dziedziny. Istnieje możliwość oferowania wykładu dla doktorantów z projektów typu „doktorat wdrożeniowy” w terminie „weekendowym”.

Od roku 21/22 obowiązkowe 120 h seminariów zostało zastąpione systemem mentoringu indywidualnego – praca promotora z doktorantem. Taki system kształcenia sprzyja realizacji doktoratów wdrożeniowych. Zajęcia podnoszące kompetencje miękkie mogą wymagać udziału osobistego, ich wymiar jest niewielki (~5x10h). Sprawowanie opieki nad praktykantami w firmie może być uznane za realizację praktyk doktoranta, podobnie staż w innej jednostce naukowej.

### 2. Informacja na temat wsparcia oferowanego doktorantowi przez Wnioskodawcę, w tym wykorzystanie środków na potrzeby realizacji projektu.

(materiałowe, metodyczne, infrastruktura, finanse). (do 1000 znaków)

Dostęp do pracowni i aparatury będącej na wyposażeniu:

Interdyscyplinarne Centrum Nowoczesnych Technologii UMK w Toruniu, w którym doktorant będzie realizował projekt (HPLC-MS MALDI TOF-TOF oraz MALDI TOF MS z bazą Biotyper, GC-MS, spektrofluorymetry, pracownia mikrobiologiczna, pracownia biotechnologiczna, laboratorium przygotowania próbek)

Pracowni Analiz Instrumentalnych (PAI) Wydziału Chemii UMK w Toruniu (pracownie: mikroskopii, analizy termicznej, analizy spektroskopii FITR/SERS/NMR).

c) Dostęp do biblioteki naukowej i baz danych (RSC, ACS, Reaxis).

d) Wsparcie merytoryczne interdyscyplinarnego zespołu: mikrobiologów, chemików, biotechnologów, technologów

e) Zakup odczynników chemicznych i innych materiałów niezbędnych do realizacji projektu w ramach środków dostępnych w projekcie.

### 3. Potencjał przedsiębiorcy z perspektywy realizacji projektu (aparatura badawcza, doświadczenie w branży itp.) oraz informacja o wsparciu oferowanym doktorantowi przez przedsiębiorcę. (do 500 znaków)

Polmlek Grudziądz Sp.Z O.O. to producent wyrobów mleczarskich należący do Grupy Polmlek jednego z największych producentów branży mleczarskiej w Polsce. Najważniejszy produkt: masło (89% przychodów). Prace badawcze są realizowane w CBR oraz laboratorium przyzakładowym: mikrob. oraz fizykochem. Grupa Polmlek zapewnia zatrudnienie na pełnym etacie przez cały czas trwania studiów doktoranckich, dostęp do linii techn. oraz wsparcie merytoryczne ze strony dr inż. Kamila Adamczewskiego.

### 4. Krótki opis kandydata na opiekuna pomocniczego i jego doświadczeń w pracach B+R w ciągu ostatnich 5 lat. (pole opcjonalne) (do 500 znaków)

Dr inż. Kamil Adamczewski, technol. żywności i żywienia, promotor pomocniczy. Pracownik Grupy Polmlek od 5 lat. Aktualnie zatrudniony na stanowisku kierownika produkcji, współautor 6 publikacji naukowych. Stypendysta w ramach projektu RIM WiM. Członek Zespołu Badawczego w ramach projektu: „Centrum Badawczo- Rozwojowe pakowania proszków pochodzenia mlecznego w Polmlek Sp.z o.o. Zakład Mleczarski”. Posiada doświadczenie w prowadzeniu prac B+R dot. technologii otrzymywania masła oraz mikrobiologii.