

AUTOREFERAT

1. Imię i nazwisko: BRYGIDA EWA DYBOWSKA

2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe:

INSTYTUCJA EDUKACYJNA	STOPIEŃ	ROK UZYSKANIA	SPECJALNOŚĆ
Wydział Technologii Żywności, Akademia Rolniczo-Techniczna w Olsztynie	mgr inż.	1988	Technologia żywności
Wydział Rolniczy, Uniwersytet Kyushu w Fukuocce, Japonia	Ph.D.	1997	Technologia i Nauka o Żywności

Tytuł rozprawy doktorskiej: „Sol-gel transition of milk and soy proteins as revealed by color measurements”

Praca wykonana pod kierunkiem prof. dr. Yusaku Fujio.

3. Informacja o dotychczasowym zatrudnieniu:

OKRES	STANOWISKO	INSTYTUCJA
1998 - do chwili obecnej	Adiunkt	Wydział Nauki o Żywności, Katedra Inżynierii i Aparatury Procesowej, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie
*1991-1998	Asystent	Wydział Technologii Żywności Katedra Inżynierii, Aparatury i Gospodarki Energią, Akademia Rolniczo-Techniczna w Olsztynie
*1988 - 1992	4-letnie stacjonarne studia doktoranckie w Akademii Rolniczo-Technicznej w Olsztynie	

1992 - 1994 Stypendium Rządu Japonii na 1.5-roczny staż naukowy w Japonii, na Wydziale Inżynierii Chemicznej Uniwersytetu w Hiroshimie
1994 - 1997 3-letnie studia doktoranckie na Wydziale Rolniczym Uniwersytetu Kyushu w Fukuocce, Japonia

4. Wskazane osiągnięcie naukowe

a) Tytuł:

Termiczne poprawianie stabilności emulsji stabilizowanych preparatami białek mleka

b) Publikacje

1. Dybowska B.E. (2006). Natural and model O/W emulsions- comparison of physico-chemical properties. *Milchwissenschaft* **61** (3) 249- 252.
2. Dybowska B.E. (2007). Influence of protein concentration and heating conditions on milk protein-stabilized oil-in-water emulsions. *Milchwissenschaft* **62** (2) 139-142.
3. Dybowska B.E. (2008). Properties of milk protein concentrate stabilized oil-in-water emulsions. *J. Food Eng.* **88** 507-513.
4. Dybowska B.E. (2011). Whey-protein-stabilized emulsion properties in relation to thermal modification of the continuous phase. *J. Food Eng.* **104** 81-88.

b) Cel badawczy, wyniki i ich wykorzystanie

Celem pracy było zbadanie możliwości podwyższania stabilności emulsji stabilizowanych koncentratami białek mleka i białek serwatkowych poprzez oddziaływanie termiczne, oraz wyjaśnienie prawdopodobnych mechanizmów odpowiedzialnych za uzyskane efekty. Pozytywne wyniki badań mogłyby doprowadzić do ewentualnego wyeliminowania w produktach opartych na emulsjach niekorzystnych dla zdrowia dodatków stabilizujących typu karagen, itp.

W pierwszym etapie badań porównano 3 śmietanki o zawartości tłuszczu 30%, dwie dostępne na rynku, z których jedna zawierała karagen, była poddana sterylizacji (UHT) i homogenizacji przy nieznanym ciśnieniu (śmietanka 1), druga nie była homogenizowana, nie miała żadnych dodatków i była poddawana pasteryzacji w nieznaną temperaturze (śmietanka 2) oraz trzecia - z uniwersyteckiej hali produkcyjnej, która była pasteryzowana w temperaturze 95°C/10min i homogenizowana przy ciśnieniu 30/9 MPa (śmietanka 3). Badano również 30% emulsje modelowe, powstałe na bazie oleju słonecznikowego i 5w% wodnego roztworu koncentratu białek mleka (MPC, 75% białka) oraz 6w% wodnego roztworu koncentratu białek serwatkowych (WPC, 60% białka). Emulsje wstępne podgrzewano (95°C/10min) przed homogenizacją (30/9 MPa) lub nie. Pomiar stabilności

wykazały, że wśród śmietanek najbardziej stabilna była śmietanka 1 (67.9%). Śmietanka 3, homogenizowana przy stosunkowo wysokim ciśnieniu 30/9 MPa, miała stabilność porównywalną ze śmietanką 2, która zgodnie z informacją podaną przez producenta nie była homogenizowana. Emulsje stabilizowane białkami mleka były bardziej stabilne niż te z białkami serwatkowymi.

Ogrzewanie wstępnej emulsji (premixu), przed homogenizacją, było korzystne dla emulsji opartych na MPC (wzrost stabilności o ok. 40%) i zdecydowanie niekorzystne w przypadku emulsji z WPC. Te ostatnie, podgrzewane przed homogenizacją dawały gęste emulsje finalne z tendencją do silnej flokulacji, i z racji swoich właściwości nie były badane. Pomiarzy mikroskopowe wielkości kropeł w emulsjach wykazały, że śmietanka 1 i emulsje modelowe miały zbliżone średnice Sautera ($D_{vs} = 2.5 - 2.9 \mu\text{m}$). Udział małych kropeł o średnicach 1 i 2 μm wynosił 80%. Podgrzanie emulsji z MPC spowodowało nieznaczne zmniejszenie średniej wielkości kropeł w porównaniu do emulsji nie ogrzewanych. Multimodalny rozkład wielkości cząstek, duża ilość kropeł tłuszczu o wielkości 15 μm , największa $D_{vs}=6.7 \mu\text{m}$ sprawiły, że śmietanka 3 znacznie różniła się od innych emulsji. Śmietanka 2 posiadała dużą ilość małych kropeł, ale równoczesna obecność dużych kropeł o średnicach do 15 μm prowadziła do $D_{vs}=3.9 \mu\text{m}$. Przewodność elektryczna właściwa zmieniała się od 0.77 do 3.89 mS/cm. Emulsje modelowe z olejem roślinnym były gorszymi przewodnikami (0.77-1.14 mS/cm). Podgrzewanie wstępnej emulsji lekko zmniejszyło przewodność emulsji finalnej. Przewodność właściwa śmietanek była wyższa (2.78-3.89 mS/cm). Wśród śmietanek różnice w przewodności wahały się od 0.5 do 1.0 mS/cm. Śmietanki rynkowe były wytwarzane w nieznanym sposobie (żadnych informacji nt. warunków ogrzewania i pasteryzacji), stąd można opierać się tylko na podstawowym procesie technologicznym. Śmietanki o zawartości tłuszczu 30% z dodatkiem stabilizatora mogą być homogenizowane w bardzo łagodnych warunkach lub w ogóle, następnie są poddawane działaniu wysokiej temperatury (UHT). Śmietanki bez udziału stabilizatora traktowane są w podobny sposób, ale oddziaływania cieplne ograniczone są do pasteryzacji w wysokiej temperaturze. Podczas procesu homogenizacji faza wewnętrzna jest rozrywana na bardzo małe kropelki. Jeśli kropelki nie są całkowicie pokryte dostępnym materiałem białkowym, obniżającym barierę termodynamiczną, dzielą ten materiał między siebie i podlegają flokulacji; tak było w przypadku śmietanki 3. Przy porównaniu śmietanki 2 i 3 można było dostrzec, że większej D_{vs} odpowiadała niższa stabilność. Zarówno homogenizacja jak i ogrzewanie mogą zmieniać udział poszczególnych białek na powierzchni globul emulsji, a różnice w wielkościach kropeł

oraz stabilności emulsji mogą wynikać z dysproporcji między ilością kazeiny i białek serwatkowych w białkowej membranie otaczającej krople fazy wewnętrznej. Wyniki uzyskane dla emulsji stabilizowanych WPC wskazują, że kazeina i białka serwatkowe odgrywają istotną rolę w budowaniu struktury takiej membrany, a idąc dalej - w stabilności emulsji. Ogrzewanie konsoliduje wcześniej uformowaną strukturę, polepszając stabilność. W emulsjach z MPC, gdzie ogrzewanie stosowano przed homogenizacją, uzyskano lekko mniejsze rozmiary kropeł, a stabilność była wyższa w porównaniu do próbek nie ogrzewanych. Podobne przewodności emulsji ogrzewanych i nie ogrzewanych potwierdzały równomierne rozproszenie oleju w fazie wodnej. Natomiast porównywalne wielkości kropeł emulsji modelowych nie odpowiadały wyższej stabilności emulsji z WPC. W śmietance 1 z karagenem relacje rozmiarów kropeł do stabilności emulsji były podobne jak w emulsjach modelowych; mniejszej D_{vs} (w porównaniu do innych śmietanek) odpowiadała wyższa stabilność i mniejsza przewodność. W naturalnych emulsjach wyższa stabilność odpowiadała mniejszym średnicom globul emulsji. Emulsje modelowe i śmietanka 1 pomimo porównywalnych średnich wymiarów kropeł oleju charakteryzowały się różną stabilnością, wbrew prawu Stokes'a. Wielkości kropeł oleju mogą decydować o całościowej przewodności emulsji; mniejsze krople, gorsze właściwości elektryczne. Stwierdzono, że zależności prawdziwe dla danego układu nie mogą być transferowane na inne układy. Zawartość białka i oleju nie może być wskaźnikiem podobieństwa systemów emulsyjnych. Kolejność zabiegów cieplnych stosowanych w procesie technologicznym może być istotna w kształtowaniu struktury emulsji.

W związku z tym, że ogrzewanie emulsji z udziałem WPC nie przyniosło oczekiwanych efektów, w następnych badaniach skupiono się na emulsjach stabilizowanych MPC. Przygotowano 3, 5, 7, 9 i 11 w% dyspersje koncentratu białek mleka (75% białka), które po wymieszaniu z olejem (30 v%) dały emulsje wstępne. Emulsje te były podgrzewane przez 10 min w temperaturach 75, 85 lub 95°C, a następnie homogenizowane przy ciśnieniu 10 na pierwszym i 2 MPa na drugim stopniu homogenizacji w temperaturze 60°C. Tym razem ciśnienie homogenizacji było dostosowane do poziomów ciśnień stosowanych w przemyśle. Dwie oddzielne emulsje przygotowano w tych samych warunkach, ale bez wstępnego ogrzewania. Stabilność emulsji nie ogrzewanych zmieniała się od 18 do 45.3% i zmniejszała się wraz ze wzrostem stężenia MPC. Ogrzewanie emulsji w temperaturze 75°C poprawiło jej stabilność; w przypadku emulsji powstałych z 3% dyspersji MPC, stabilność wzrosła o 20%. Przy koncentracji białka 9% ogrzewanie było bardziej korzystne; stabilność wzrosła o ok. 30%, ale była niższa prawie o 43% w porównaniu z emulsjami, gdzie udział białka był

najniższy. Był to efekt zarówno nadmiaru białka jak i temperatury, co razem prowadziło do flokulacji. Wyższe temperatury ogrzewania przy niższych koncentracjach białka (3 i 5%) nie wykazywały istotnego wpływu na stabilność emulsji, ale były istotne dla tych z większym udziałem białka. Białko w emulsjach ogrzewanych przed homogenizacją, jest bardziej modyfikowane, ponieważ część białka jest w stanie dyspersji, nie pokrywa globul emulsji i stąd jest bardziej narażone na działanie temperatury. Koncentrat białek mleka zawiera więcej kazeiny niż białek serwatkowych i w łagodnych warunkach dyspergowania oleju kazeina, jako bardziej dostępna, dominując na powierzchni otrzymanych kropelek oleju. Ogrzewanie takich emulsji powoduje zmiany w białku, które występuje w fazie ciągłej i powoduje jego adsorpcję do kropelek oleju, już wcześniej pokrytych kazeiną. Właściwości reologiczne są istotne w tworzeniu nowych produktów i w projektowaniu instalacji przemysłowych. Z tego względu badane emulsje poddano ocenie reologicznej. Charakterystyki płynięcia emulsji nie ogrzewanych opisano modelem Herschela-Bulkleya, natomiast ogrzewanych modelem Ostwalda de Waele. Emulsje z większą zawartością białka były generalnie bardziej lepkie, a wpływ zawartości białka na charakterystyki płynięcia emulsji był zauważalny przy gradientach ścinania $\dot{\gamma} \geq 81 \text{ s}^{-1}$. Emulsje nie ogrzewane były mniej lepkie niż te ogrzewane i wzrost temperatury ogrzewania powodował wzrost lepkości emulsji. Średnie wielkości kropelek emulsji (D_{vs}) zmieniały się od 2.2 do 3.1 μm . Zaobserwowano niewielką tendencję do wzrostu rozmiarów kropelek oleju wraz ze wzrostem zawartości białka i niewielki spadek przy wyższych temperaturach ogrzewania. Wzrost rozmiarów cząstek był wynikiem różniących się swoim zakresem procesów agregacji. Wpływ koncentracji białka i temperatury ogrzewania na stabilność emulsji zostały potwierdzone rozmiarami kropelek oleju i wynikami pomiarów reologicznych.

Następne badania dotyczyły wpływu temperatury ogrzewania fazy ciągłej, tj. 3 w% dyspersji MPC (75% białka) i oleju na stabilność, reologię i rozkłady wielkości cząstek w emulsjach finalnych. Roztwory białek lub olej były podgrzewane do temperatury 60, 70, 80, 90 lub 95°C i przetrzymywane w tej temperaturze przez 5 min. Po natychmiastowym schłodzeniu łączono dyspersje białek z olejem w proporcji 7:3 i homogenizowano przy ciśnieniu 10/2MPa w temperaturze 60°C. Większa gęstość (1007-1007.4 kg/m^3) roztworów ogrzewanych w wyższych temperaturach wynikała z agregacji cząstek białka wywołanej przez ich denaturację. Lepkość dyspersji zmieniała się od 1.115 do 1.203 mPas. Była najwyższa w próbach ogrzewanych w 90°C. Wahania lepkości były wywołane prawdopodobnie zmianami w objętości frakcji miceli kazeinowych. Porównywalne wartości

lepkości w próbach ogrzewanych w 60, 70 czy 80°C/5min mogły sugerować, że w niższych temperaturach tworzą rozpuszczalne agregaty. Nagły wzrost lepkości dyspersji ogrzewanych w 90°C/5 min w porównaniu z grzany w 80°C/5 min mógł wynikać z tworzenia się nierozpuszczalnych agregatów.

Białka w roztworze mają różną naturę i występują w różnych stadiach agregacji jako kompleksy rozpuszczalne i nierozpuszczalne. Kiedy między wymiarami agregatów i ich dominującymi właściwościami zachodzi równowaga dwie próbki traktowane w różny sposób mogą wykazywać podobne właściwości, jak to miało miejsce w dyspersjach nie ogrzewanych i ogrzewanych w 95°C/5min (1.164 i 1.154 mPas). Pomiary wydajności emulgowania potwierdziły wyniki pomiarów lepkości. Sto mg nie ogrzewanych i ogrzewanych w 95°C/5min roztworów było emulgowanych przez podobną ilość oleju (19.8 i 19.6 ml). Wzrost temperatury ogrzewania powyżej 70°C obniżył wydajność emulgowania z 22.6 do 19.6 ml/ 100 mg MPC. Wielkości cząstek białka były w granicach 68-460 nm; obejmowały one wielkości miceli kazeinowych i potwierdzają micelarny charakter kazeiny w MPC. Krzywe rozkładu wielkości cząstek dyspersji ogrzewanych w wyższych temperaturach były przesunięte w kierunku większych rozmiarów cząstek. Średnia wielkość cząstek dla roztworów nie ogrzewanych wyniosła 170.4 nm, a dla ogrzewanych 158.8-170.3 nm. Zmiany te były liniowo skorelowane z lepkością. Wzrost temperatury ogrzewania powodował wzrost wielkości cząstek w roztworach, co było szczególnie widoczne powyżej 70°C, temperaturze denaturacji białek serwatkowych. W emulsjach z ogrzewanym białkiem wyznaczono dwie klasy cząstek, jedne o wymiarach 90-255 nm i drugie znacznie większe 400-2670 nm. Zakres pierwszego pik mógł świadczyć o obecności nierozpuszczalnych agregatów powstających podczas suszenia białka i/lub agregatów białek tworzonych podczas ogrzewania fazy ciągłej, które nie biorą udziału w pokrywaniu powierzchni kropelek oleju podczas homogenizacji. Ogrzewanie dyspersji białek powodowało wzrost rozmiarów cząstek drugiego pik, tj. drugiej klasy cząstek. Białka ogrzewane w 60°C dawały szerszą krzywą dystrybucji w emulsjach (drugi pik: 400-2670 nm). Przy wyższych temperaturach drugi pik był węższy, 615-1990 nm przy 70°C, 712-2305 nm przy 80°C, 825-2670 nm przy 90°C i 955-2670 nm przy 95°C. W emulsjach o fazach nie ogrzewanych krzywa dystrybucji obejmowała cząstki o wymiarach 825-1990 nm (drugi pik) i w porównaniu do innych emulsji bardzo wąski przedział 142-255 nm (pierwszy pik). To sugerowało, że znacznie więcej białka było wbudowane w membranę na kuleczce olejowej i mniej białka pozostawało w fazie ciągłej. W konsekwencji w emulsjach były obecne duże cząstki. Zakres zmian wielkości cząstek w emulsjach

z podgrzewanym olejem był mniejszy w porównaniu z emulsjami, w których ogrzewane było białko (106-295 nm dla pierwszej i 531-2670 nm dla drugiej klasy cząstek). W wyższej temperaturze ogrzewania oleju zaobserwowano więcej cząstek emulsji o większych rozmiarach. Dla temperatur 60, 70 i 80°C cząstki drugiego piksu mieściły się w granicach 615-1990 nm, przy 90, 95°C – 825-2670 nm. Ogrzewanie oleju spowodowało, że powstające podczas homogenizacji kuleczki oleju miały tendencję do przyłączania większej ilości białka. To mogło wywołać procesy agregacji cząstek emulsji. W obu rodzajach emulsji wskaźniki polidispersyjności były większe niż 0.5, wskazując na dużą polidispersyjność (szeroki przedział dystrybucji rozmiarów cząstek). Ogrzewanie faz emulsji przed ich połączeniem istotnie wpływało na stabilność emulsji ($p < 0.05$). Wzrost temperatury ogrzewania białek od 60 do 90°C spowodowało wzrost stabilności o ok. 8% (od 46.7% do 50.4%).

Różnice w stabilności emulsji z nie ogrzewanymi białkami i ogrzewanymi w 60°C sięgały 10%. W wyższych temperaturach na cząstkach emulsji znajduje się więcej białka, stąd ich większe rozmiary. Przymuszczenie ogrzewanie białek powodowało zmniejszenie dostępnego powierzchniowo-aktywnego białka, które było uzupełnianie białkiem z fazy ciągłej. Wzrost wymiarów cząstek emulsji zwykle jest związane z postępującą destabilizacją systemu. Jednak uzyskane wyniki sugerują raczej na duży wpływ proteinowej otoczki i jej właściwości na zjawisko flokulacji w badanych emulsjach. Różnice w stabilności emulsji z ogrzewanym olejem były rzędu 3.6-8.3%. Ogrzewanie oleju do 60°C podwyższało stabilność o 23%, co można przypisać obniżeniu napięcia powierzchniowego między fazami. W konsekwencji podczas homogenizacji powstawały mniejsze cząstki. W ten sposób zmodyfikowane właściwości powierzchniowe prowadziły do utworzenia silniejszej membrany wokół kropelek oleju i ograniczyły destabilizację emulsji. Dalsze podwyższanie temperatury ogrzewania oleju było niekorzystne dla stabilności; większym rozmiarom kropelek odpowiadała mniejsza stabilność, wskazując na postępującą flokulację. Właściwości reologiczne oleju opisano modelem Herschela-Bulkleya. Olej wykazywał właściwości plastyczno-lepkie. Wartości granicy płynięcia τ_0 mieściły się w zakresie 0.743-2,027 Pa. Olej nie ogrzewany wykazywał najniższe graniczne naprężenie τ_0 ; najwyższe wyznaczono dla oleju ogrzewanego w 60°C. Ogrzewanie w zakresie 70-95°C nie wpływało istotnie na wartość τ_0 . Współczynnik konsystencji k zmieniał się w zakresie 0.015-0.069 Pasⁿ. Olej ogrzewany był mniej lepki niż nie ogrzewany. Ogrzewanie oleju powyżej 60°C nie wpływało na lepkość emulsji (0.015-0.016 Pasⁿ). Wskaźniki płynięcia pozwalały sklasyfikować olej nie ogrzewany jako płyn lekko rozrzedzany ścinaniem ($n < 1$), natomiast oleje ogrzewane wykazywały charakter dylatacyjny,

były zagęszczane ścinaniem ($n > 1$). Dylatacyjne właściwości, generalnie nieznanne w olejach, mogły wynikać z silnych, zależnych od gradientu prędkości ścinania właściwości oleju rzepakowego. Podgrzewanie oleju powyżej 60°C nie miało wpływu na żaden z parametrów modelu Herschela-Bulkleya.

Emulsje z podgrzewanymi fazami miały charakter nieniutonowski; krzywe płynięcia zostały opisane modelem Ostwalda de Waele. Podgrzewanie białek zwiększyło lepkość emulsji; współczynniki konsystencji k wzrosły od 0.055 do 0.098-0.222 $\text{Pa}\cdot\text{s}^n$. Wzrost temperatury ogrzewania powyżej 70°C powodowało zmniejszenie k . Analogicznie do lepkości nie ogrzewanych i ogrzewanych w 95°C dyspersji białek mleka lepkości uzyskanych z tych dyspersji emulsji nie różniły się istotnie. Wskaźniki płynięcia n przyjęły wartości od 0.653 do 0.796, jednoznacznie wskazując na pseudoplastyczny charakter emulsji. Wzrost temperatury ogrzewania białek od 80 do 95°C powodowało wzrost wartości n . Analiza wariancji wykazała, że ogrzewanie fazy ciągłej istotnie wpłynęło na wartość współczynników konsystencji i wskaźników płynięcia ($p < 0.05$). Ogrzewanie oleju nie zmieniło charakterystyk reologicznych powstałych z nich emulsji; emulsje te również wykazywały charakter pseudoplastyczny. Współczynniki konsystencji mieściły się w granicach 0.078 - $0.258 \text{ Pa}\cdot\text{s}^n$. Temperatura 60°C była symptomatyczna dla właściwości emulsji; wartość współczynnika konsystencji była znacznie większa i odzwierciedlała właściwości oleju. Emulsje otrzymane z nie ogrzewanego oleju były 2-5 razy mniej lepkie niż te powstałe z ogrzewanego oleju. Wskaźniki płynięcia były < 1 (0.639-0.796), wskazując na występujące w emulsjach zjawisko rozrzedzania ścinaniem. Analiza statystyczna potwierdziła wpływ ogrzewania fazy wewnętrznej na oba parametry reologiczne analizowanego modelu ($p < 0.05$); jakkolwiek w obliczu uzyskanych wyników użycie wyższych temperatur ogrzewania nie jest uzasadnione. Właściwości emulsji mogą być skorelowane z właściwościami oleju i fazy ciągłej. Natura agregatów oraz etap agregacji mogą być odpowiedzialne za różne zachowania stabilizujące ogrzewanych i nie ogrzewanych dyspersji białek mleka. Modyfikacja fazy wewnętrznej może implikować zmiany w stopniu pokrycia powierzchni kropeł oleju białkiem. Ogrzewanie faz wpływało na stabilność, rozkład wielkości cząstek i na właściwości reologiczne zarówno emulsji z ogrzewanym olejem, jak i tych z ogrzewanym białkiem. Termiczna modyfikacja faz emulsji daje nowe możliwości kształtowania właściwości produktu finalnego.

Białka serwatkowe, β -lactoglobulina, α -lactalbumina i bovine serum albumina są bardzo wrażliwe na ogrzewanie; powyżej temperatury 70°C tworzą agregaty lub żele. W badaniach

podjęto próbę oszacowania zmian w 3w% dyspersjach koncentratu białek serwatkowych ogrzewanych w temperaturach 60-95°C i ich wpływu na stabilność, rozkład wielkości cząstek, przewodność właściwą, oraz właściwości płynięcia w emulsjach powstałych z tych dyspersji. Wśród czynników wpływających na stabilność emulsji najbardziej istotna w tych badaniach wydaje się być koncentracja białka. Podczas homogenizacji, kiedy olej jest rozrywany do małych kropeł emulgator obecny w fazie ciągłej pokrywa krople oleju i zabezpiecza je przed koalescencją. Zarówno nadmiar jak i brak odpowiedniej ilości białka w układzie może wpływać negatywnie na stabilność emulsji. W celu wyboru optymalnej koncentracji białka w dyspersjach bazowano na ilości białka w 30% naturalnych śmietankach, która odpowiadała w przybliżeniu ilości białka w emulsjach typu O/W otrzymanych z 4.5 w% dyspersji białek. Zbadano stabilność emulsji wytworzonych z 3, 4.5, 6, 8 i 10 w% dyspersji WPC. Stabilność zmieniała się od 32.2% do 17.5% i malała ze wzrostem koncentracji białka, wskazując na nadmiar białek przy wyższym udziale białka w dyspersji. Do dalszych badań zostały wybrane dyspersje o najniższej zawartości białka, dające najbardziej stabilne emulsje. Monomodalne rozkłady wielkości cząstek białka w dyspersjach nie ogrzewanych i ogrzewanych do 70°C obejmowały prawie te same rozmiary cząstek z lekkim przesunięciem w kierunku większych cząstek przy wyższej temperaturze ogrzewania. Ogrzewanie białka w 80°C zdecydowanie przesunęło krzywe dystrybucji w kierunku większych rozmiarów cząstek; największe agregaty osiągnęły 1281 nm dla 80°C, 1484 nm dla 90°C i 1718 nm dla 95°C. Ogrzewanie białek powyżej 70°C wywoływało denaturację białek serwatkowych i ich rozległą agregację. Intensywność światła rozproszonego przez zdenaturowane i połączone w agregaty cząstki była mniejsza w porównaniu z dyspersjami ogrzewanymi w niższych temperaturach lub nie ogrzewanymi. Indeksy polidispersyjności dla próbek zdenaturowanych były również większe (0.286-0.371) niż dla ogrzewanych do 70°C (0.190-0.221). Średnie wielkości cząstek (z-average diameter) zmienił się od 210.4 nm dla nie ogrzewanych do 212.3-376.3nm dla ogrzewanych dyspersji. Maksymalny wzrost nastąpił podczas ogrzewania w przedziale temperatur 70-80°C, i było to zgodne z wynikami badań rozkładu wielkości cząstek. Lepkość wahała się w granicach 1.147-1.375 mPas. W całym zakresie zastosowanych temperatur ogrzewania zaobserwowano stopniowy wzrost lepkości, co było naturalną konsekwencją rozwijania struktury białka i/ lub agregacji. Większy udział zdenaturowanych białek przyczyniał się do wyższej lepkości dyspersji. Średnia gęstość dyspersji białek zmieniała się od 1003.7 do 1006.0 kg/m³ i rosła przy wyższych temperaturach ogrzewania; wynikało to z rozkładu masy cząsteczkowej. Nie ogrzewane

białka emulgowały mniejsza ilość oleju (122.3 ml) w porównaniu z próbkami ogrzewanymi w 60°C (205.4 ml). W temperaturze 80°C i wyższej właściwości emulgujące pogorszyły się o ok. 50%, wskazując na intensywną agregację białka. Przewodność właściwa dyspersji białek zmieniała się w zakresie 0.53-0.60 mS/cm. Próbki nie ogrzewane miały największą przewodność. Wzrost temperatury ogrzewania próbek prowadził do mniejszej przewodności, co w odniesieniu do obecnych w roztworze jonów i w porównaniu z wynikami badania intensywności światła rozproszonego może świadczyć o mniej zwartej strukturze białek ogrzewanych. Rozkłady wielkości cząstek w emulsjach były bimodalne. Indeksy polidispersyjności były bliskie 1. Stwierdzono obecność dwóch grup cząstek, jedna obejmująca cząstki o wymiarach 122.4-342 nm i druga - 458-2669 nm. Zwiększenie temperatury ogrzewania białek spowodowało przesunięcie drugiego piku krzywych dystrybucji w kierunku większych cząstek, ale nie wpłynęło szczególnie na zakres pierwszego piku. Intensywność światła odbitego przez cząstki obejmowane przez zakres pierwszego piku wzrosła wraz ze wzrostem temperatury, ale w przypadku cząstek drugiego piku wprost przeciwnie - zmalała. To może sugerować, że te pojedyncze nanocząstki lub być może agregaty z pierwszego piku mają inną naturę i nie tworzą większych form pod wpływem ogrzewania, ale raczej utrzymują stałe wymiary, ustalone na etapie ogrzewania białek. W całym zakresie temperatur ogrzewania (69-95°C) prawdopodobnie generowane były nanocząstki/agregaty o zbliżonych rozmiarach i właściwościach; były one w stanie rozprószyć więcej światła. Przeciwnie, duże cząstki (458 nm i większe) prawdopodobnie tworzyły mniej zwarte struktury, które absorbowwały więcej światła.

Największe cząstki mogą reprezentować globule emulsji, a najmniejsze mogą być cząstkami białka/agregatami, które nie wzięły udziału w pokrywaniu kropeł oleju i były zawieszona w fazie ciągłej lub luźno zaadsorbowane do globul emulsji. Zmiany w przewodności dyspersji białek w różnych temperaturach ich ogrzewania mogą potwierdzać redystrybucję ładunków w systemie, co stworzyło specyficzne warunki dla formowania stabilnych cząstek mikro żeli. Stabilność emulsji z ogrzewanymi białkami zmieniała się od 28.4 do 47.5%. i wzrastała wraz z podwyższaniem temperatury ogrzewania. Zwykle mniejszym rozmiarom kropeł odpowiada większa stabilność emulsji. Ponieważ wyższa temperatura ogrzewania białek powodowała wyższą stabilność, niższą wydajność emulgowania i wzrost wielkości cząstek można wnioskować, że nie globule emulsji, ale raczej nano-cząstki białka były odpowiedzialne za stabilność badanych emulsji. Gęstość ($r=0.99$), lepkość ($r=0.97$) i średnie wielkości cząstek ($r=0.92$) w dyspersjach białek były silnie skorelowane ze stabilnością emulsji. To wskazuje na możliwości kreowania nowych produktów o polepszonej stabilności. Wysoka ujemna

korelacja pomiędzy stabilnością i przewodnością ($r=-0.96$) sugerowała, że jony obecne w dyspersjach (prawdopodobnie Ca) mogą wzmacniać formowanie stabilnych nano-cząstek/agregatów. Negatywna korelacja pomiędzy stabilnością i wydajnością emulgowania ($r=-0.91$) może wynikać z obecności dwóch typów cząstek białek w dyspersjach; jednego o właściwościach powierzchniowo czynnych, które były zmienione podczas ogrzewania i sprawiły, że zdenaturowane białko nie było w stanie zemulgować więcej oleju, oraz drugiej grupy, wśród której znalazły stabilne agregaty z ograniczonymi właściwościami powierzchniowo czynnymi, nie wpływające na wydajność emulgowania, ale mające zdolność stabilizowania emulsji. Białka pierwszej grupy mogą działać jako emulgator, drugiej jako stabilizator. Prawdopodobnie przewaga jednej z tych grup cząstek białka nadaje powstającej emulsji odpowiednią stabilność. Ogrzewanie i temperatura ogrzewania nie wpłynęły na przewodność emulsji. Prawdopodobnie podczas stosowanego procesu homogenizacji została osiągnięta stała redystrybucja ładunku. Krzywe płynięcia emulsji opisano modelem Ostwalda de Waele. Emulsje wykazywały charakter pseudoplastyczny; wskaźniki płynięcia były znacznie poniżej 1 (0.499-0.592) Współczynniki konsystencji przyjęły wartości od 0.154 do 0.511 Pasⁿ. Analiza wariancji (jednoczynnikowa ANOVA) nie wykazała istotnych różnic we współczynnikach konsystencji emulsji powstałych z nie ogrzewanych i ogrzewanych do/w 80°C dyspersji białek. Przy wyższych temperaturach ogrzewania białka emulsje były bardziej lepkie. Nie wykazano istotnych różnic we wskaźnikach płynięcia badanych emulsji. Bardziej lepkie emulsje są zazwyczaj bardziej stabilne. Wynika to z grubości podwójnej warstwy, warstwy elektrostatycznych ładunków, otaczającej krople oleju. Grubość tej warstwy zależy od grubości warstwy zaadsorbowanego na kuleczce białka. Badane emulsje były polidispersyjne, lepkie i stabilne. Prawdopodobnie odpowiedzialnymi za te właściwości były małe cząstki (pierwszy pik krzywej rozkładu cząstek) pozostające w fazie ciągłej emulsji, które nie brały udziału w formowaniu pierwszej warstwy na kroplach oleju. Mogły być one jednak adsorbowane do powierzchni globuli emulsji zwiększając koncentrację białka na globulach, jak również grubość otoczki białkowej. W ten sposób otoczka białkowa i redystrybucja ładunku na kroplach oleju mogą nadawać określone właściwości emulsji. W pewnych warunkach ogrzewania białek serwatkowych można wygenerować stabilne nano-cząstki i/lub agregaty, które są w stanie polepszyć stabilność emulsji. Te małe struktury mogą stabilizować emulsję poprzez podwyższenie lepkości fazy ciągłej i biorąc udział w formowaniu otoczki białkowej na kroplach oleju. Zabiegi cieplne, które inicjują denaturację i agregację białka, mogą być alternatywną metodą dla użycia powierzchniowo nieaktywnych stabilizatorów w wytwarzaniu różnych produktów opartych na emulsjach. W związku ze

stosunkowo dużą zawartością oleju uzyskane wyniki mogą znaleźć zastosowanie w produkcji sosów, dipów, dressingów i produktów śmietankopodobnych.

5. Pozostałe osiągnięcia naukowe

Dybowska B.E. & Wasilewski R. (2008). The effect of phase properties on dairy O/W emulsions. *Milchwissenschaft*, **63** (1), 19-22.

Olej sojowy, słonecznikowy i rzepakowy były użyte jako faza zdyspergowana, a wodne roztwory koncentratu białek mleka (MPC, 3-11 w%), jako faza ciągła 30% emulsji. Właściwości płynięcia olejów opisano modelem Herschela-Bulkleya. Wskaźniki płynięcia wskazywały na niewielkie właściwości zagęszczania ścinaniem ($n > 1$). Współczynnik konsystencji dla oleju rzepakowego różnił się od innych. Granica płynięcia przyjmowała wartości od 0.891 do 1.231 Pa, i to był drugi parametr, który różnicował olej rzepakowy. Gęstości olejów były podobne (0.914-0.917 g/cm³). Spośród badanych olejów, napięcie powierzchniowe oleju sojowego było największe. Lepkość, gęstość i przewodność wodnych roztworów MPC była wyższa przy większej koncentracji białka. Podobne tendencje zaobserwowano dla napięcia powierzchniowego. Najwyższą stabilność wykazały emulsje z olejem sojowym; stabilność malała wraz ze wzrostem koncentracji białka. Przewodność i napięcie powierzchniowe emulsji rosły ze wzrostem zawartości białka. Właściwości fazy ciągłej istotnie wpłynęły na właściwości fizykochemiczne emulsji. Typ oleju miał istotny wpływ na emulsje, jakkolwiek, oprócz oleju sojowego, który charakteryzował się najwyższą wartością gęstości, napięcia powierzchniowego i granicy płynięcia, właściwości emulsji opartych na oleju rzepakowym i słonecznikowym nie były powiązane z mierzonymi właściwościami oleju.

Dybowska B.E. (2005). Emulsion reproducibility in two-stage homogenizer Niro-Soavi type Panda. *Milchwissenschaft* **60** (4) 367-370.

Przygotowano 14 prób emulsji typu O/W stabilizowanych koncentratem białek serwatkowych (WPC, 60%). Wodne roztwory WPC (6 w%) zmieszano z olejem słonecznikowym w stosunku 7:3. Proces homogenizacji przeprowadzono przy ciśnieniu 30/9 MPa i w temperaturze 60°C, przy użyciu dwustopniowego homogenizatora Niro Soavi typ Panda. Próbkki były testowane w tych samych warunkach w celu oszacowania powtarzalności właściwości otrzymanych emulsji, tj. stabilności, przewodności właściwej, rozmiarów cząstek i właściwości reologicznych. Badania wykazały, że niektóre emulsje można było

sklasyfikować jako emulsje rozrzedzane, inne jako zagęszczane ścinaniem. Model Bingham dobrze opisywał plastyczne właściwości emulsji. Stabilność emulsji zmieniała się od 8.89 do 11.48%. Współczynnik zmienności wyniósł $CV=7.63$. Średnie rozmiary kropelek oleju, wyrażone jako D_{vs} (średnica Sautera), zmieniały się od 2.31 do 2.95 μm przy współczynniku zmienności $CV=7.63$. Krople o wymiarach 2 μm przeważały w 12 emulsjach; 11 próbek zawierało krople $\geq 5 \mu\text{m}$. Przewodność emulsji zmieniała się od 1.12 do 1.18 mS, i to była jedyna własność z najmniejszym ryzykiem zmienności ($CV=1.85$).

Dybowska B.E. (2004). Milk and whey protein-stabilized O/W emulsions with increasing oil content. *Milchwissenschaft* **59** (7/8) 355-359.

Modelowe emulsje, ze rosnącym udziałem oleju słonecznikowego, przygotowano przy ciśnieniu homogenizacji 30.9 MPa i w temperaturze 60°C, przy użyciu homogenizatora dwustopniowego. Jako stabilizatora użyto koncentratu białek mleka (MPC, 75% białka) i koncentratu białek serwatkowych (WPC, 60% białka). W celu oszacowania wpływu koncentracji oleju na właściwości fizyko-chemiczne badanych emulsji próby poddano badaniom reologicznym, rozkładu wielkości cząstek, przewodności właściwej i stabilności. W zakresie użytych koncentracji oleju (10, 15, 20, 25, i 30 v%) emulsje wykazywały charakter nieniu-tonowski. Najbardziej skoncentrowane emulsje (30% zawartość oleju) były opisane modelem Herschela-Bulkleya, pozostałe zaś modelem Bingham. Średnie rozmiary cząstek w emulsjach stabilizowanych WPC były mniejsze (1.81-2.43 μm) w porównaniu do emulsji z MPC (2.38-2.84 μm) i nie odpowiadały ich wyższej stabilności. Zwiększenie koncentracji oleju prowadziło do wyższych wartości lepkości i stabilności oraz niższej przewodności i mniejszym średnicom cząstek w emulsjach. Stosunek białka do oleju wydaje się być fundamentalnym czynnikiem w otrzymywaniu stabilnych emulsji.

Dybowska B.E. (2003). Model whey protein concentrate-stabilized O/W emulsions with increasing protein concentration. *Milchwissenschaft* **58** (3/4) 170-173.

Modelowe emulsje przygotowano przez rozpuszczenie rynkowego koncentratu białek serwatkowych (WPC, 60% białka) w destylowanej wodzie w temperaturze pokojowej, zmieszanie tej dyspersji z olejem słonecznikowym (30% v/v) i homogenizację powstałej mieszaniny przy ciśnieniu 30/9 MPa w temperaturze 60°C. Próbki emulsji poddano badaniom reologicznym, wielkości cząstek (D_{vs}), stabilności i przewodności właściwej w celu określenia wpływu stężenia WPC na ich właściwości fizykochemiczne. W zakresie użytych

koncentracji (4.5, 6, 7.5, 9, 10.5 i 12w%) emulsje wykazywały charakter nieniutonowski i były opisane modelem Herschela-Bulkleya. Podwyższenie stężenia białka ponad 6% spowodowało wzrost lepkości i przewodności, oraz zmniejszenie Dvs. Mniejsze i większe stężenia białka były szkodliwe dla stabilności emulsji. Stężenie 6% było optymalnym dla wysycenia powierzchni kropelek oleju białkiem.

Dybowska B.E. (2002). Comparison of physical properties of O/W emulsions obtained by two modes of homogenization. *Milchwissenschaft* **57** (7) 370-374.

Badano właściwości reologiczne, stabilność, przewodność właściwą oraz średnicę kropelek oleju w emulsjach stabilizowanych białkami serwatkowymi, przy stałej koncentracji oleju (30% v/v) i pojedynczej dwustopniowej lub podwójnej jednostopniowej homogenizacji. Krzywe płynięcia opisano modelem Herschela –Bulkleya. Wszystkie emulsje były płynami rozrzedzanymi ścinaniem. Współczynniki konsystencji k i granice płynięcia były zwykle znacznie większe w emulsjach homogenizowanych podwójnie i mieściły się w granicach odpowiednio 0.115-2,028 Pasⁿ i 0.181-1.774 Pa). Średnice Sautera (Dvs) dla tych emulsji były mniejsze (2.23-2.89 μm) w porównaniu z emulsjami otrzymanymi w procesie pojedynczej dwustopniowej homogenizacji (3.86-4.74 μm). Nie było to zgodne z wynikami pomiarów stabilności emulsji. Mniejsze wielkości kropelek oleju nie odpowiadały wyższej stabilności. Wyniki pomiarów przewodności wskazywały na lepsze rozproszenie kropelek oleju w pojedynczej dwustopniowej homogenizacji.

Dybowska B.E. (2001). Rheology of whey protein O/W emulsions obtained by one and two stage homogenization. *Milchwissenschaft* **56** (11) 628- 632.

Określono wpływ homogenizacji jednostopniowej i dwustopniowej na właściwości reologiczne, stabilność, rozmiary cząstek (Dv) w emulsjach stabilizowanych białkami serwatkowymi. Modelowe emulsje O/W przygotowano w procesie homogenizacji oleju słonecznikowego (30% v/v) z wodnym roztworem koncentratu białek serwatkowych (WPC, 6% w/w). Temperatura emulsji wstępnej na wejściu do homogenizatora wynosiła 60°C. Poziom ciśnienia homogenizacji zmieniał się od 10 do 30 MPa na pierwszym stopniu i 1-9 MPa na drugim stopniu homogenizacji. Dane z pomiarów reologicznych analizowano modelami Ostwalda de Waele i Heschela-Bulkleya. Redukcja ciśnienia przez użycie drugiego stopnia homogenizacji prowadziła do istotnego zmniejszenia współczynnika konsystencji k i Dv, oraz zwiększenia wskaźnika płynięcia n . Podwyższone ciśnienie na drugim stopniu homogenizacji spowodowało wzrost wartości k i zmniejszyło rozmiary cząstek emulsji.

Z punktu widzenia stabilności emulsji ciśnienie homogenizacji 30/9 MPa wydaje się być najbardziej właściwym.

Dybowska B.E. (2001). The effects of processing conditions on the rheology and physico-chemical properties of milk protein-stabilized emulsions. *Milchwissenschaft* **56** (2) 63- 66.

Badano wpływ temperatury i ciśnienia homogenizacji na reologię, stabilność i przewodność właściwą emulsji typu O/W stabilizowanych białkami mleka. Rynkowy koncentrat białek mleka rozpuszczano w wodzie destylowanej (5w%) i mieszano przez 2 h w temperaturze 25°C. Emulsje wstępne przygotowano przez homogenizację 70% (v/v) fazy wodnej z 30% (v/v) udziałem oleju słonecznikowego przy użyciu mieszadła laboratoryjnego, a następnie homogenizowano w dwustopniowym homogenizatorze w żądanej temperaturze (30, 45 i 60°C) i ciśnieniu (60/6, 90/9 i 120/12 MPa). Właściwości reologiczne mierzono w 30, 45 lub 60°C, stosownie do temperatury homogenizacji, przy użyciu reometru rotacyjnego z systemem pomiarowym koncentrycznych cylindrów. Otrzymane dane zostały opisane modelem potęgowym, a wyniki podano w postaci współczynnika konsystencji (k) i wskaźnika płynięcia (n). Wykazano istotny wpływ temperatury na współczynnik konsystencji ($p < 0.001$). Nie znaleziono istotnych różnic pomiędzy wskaźnikami płynięcia emulsji otrzymanych w różnych warunkach procesu ($p > 0.05$). Stwierdzono istotną korelację pomiędzy stabilnością emulsji i współczynnikiem konsystencji ($r = -0.84$). Warunki procesu homogenizacji nie miały wpływu na przewodność emulsji.

Dybowska B.E. (2000). The effects of temperature and homogenization pressure on flow characteristics of whey protein-stabilized O/W emulsion. *Milchwissenschaft* **55** (4) 194- 197.

Badano wpływ temperatury i ciśnienia homogenizacji na charakterystyki płynięcia i stabilność emulsji stabilizowanych białkami serwatkowymi. Wodny roztwór rynkowego koncentratu białek serwatkowych (6w%) mieszano z olejem słonecznikowym (30v%) i homogenizowano w dwustopniowym homogenizatorze w żądanej temperaturze (30, 45 lub 60°C) i ciśnieniu (30/3, 60/6 lub 90/9 MPa). Właściwości reologiczne mierzono w 30, 45 lub 60°C, stosownie do temperatury homogenizacji, przy użyciu reometru rotacyjnego z systemem pomiarowym koncentrycznych cylindrów. Otrzymane dane zostały opisane modelem potęgowym, a wyniki podano w postaci współczynnika konsystencji (k)

i wskaźnika płynięcia (n). Temperatura i ciśnienie homogenizacji wpływały na wartość obu parametrów modelu potęgowego. Wyznaczono wysokie współczynniki korelacji pomiędzy stabilnością emulsji a k i n , odpowiednio $r=-0.72$ i $r=0.87$.

Dybowska B.E. & Fujio Y. (1998). Optical analysis of glucono- δ -lactone induced soy protein gelation. *J. Food Eng.* **36** 123-133.

Zaproponowano nową metodę badania procesu żelowania białek sojowych. Do przygotowania roztworów białka wykorzystano izolat białek sojowych; koagulantem był glukono-delta-lakton. Wartości L^* , a^* i b^* systemu CIE 1976 ($L^*a^*b^*$) były monitorowane w sposób ciągły przy użyciu kolorymetru. Stabilność systemu została potwierdzona 13 kontrolnymi próbkami dyspersji białek sojowych. W celu oszacowania błędu obserwacji w tych samych warunkach zbadano 9 próbek roztworów białek z koagulantem. Wykazano możliwość zastosowania wartości L^* , a^* i b^* do oceny zmian zachodzących podczas procesu agregacji/żelowania. Zmiany w strukturze, na każdym etapie procesu, oceniono przy użyciu mikroskopii skaningowej i były one spójne z wynikami pomiarów kolorymetrycznych.

Dybowska B.E. & Fujio Y. (1998). Optical properties of the pre-gel and gel state of soy protein gelled by GDL under different physical conditions. *J. Food Eng.* **35** 471-482.

Agregacja/żelowanie systemu SPI-GDL było monitorowane w sposób ciągły przy użyciu kolorymetru (Chroma Meter, CR-1, Minolta Co.). Badano wpływ temperatury, czasu ogrzewania, stężenia białka i koagulanta na zmiany L^* , a^* i b^* . Krzywa L^* procesu żelowania była aproksymowana kinetyką reakcji pierwszego rzędu. Jasność L^* materiału żelującego była głównie zależna od czasu wstępnego ogrzewania. Wzrost stężenia białka powodował zmniejszenie szybkości żelowania, podczas gdy inne parametry zwiększały ją. Parametry a^* i b^* mogą być powiązane z rozmiarami cząstek łączącego się w agregaty białka.

Dybowska B.E. & Fujio Y. (1996). Effect of temperature and glucono- δ -lactone (GDL) concentration on milk aggregation and gelation process as revealed by optical method. *Milchwissenschaft*, **51** (10), 557-560.

Celem badań było monitorowanie zmian właściwości optycznych podczas indukowanego kwasem procesu żelowania oraz określenie wpływu temperatury i stężenia koagulanta na tworzenie sieci. Mleko odtłuszczone rozpuszczone w wodzie destylowanej (9g/100ml)

zakwaszono glukono-delta-lactonem (GDL) w temperaturze 35°C do uzyskania końcowego stężenia 1, 1.5, 1.75 i 2% (w/v) w celu określenia wpływu stężenia koagulanta, i do 1.5% (w/v) przy 30, 35 i 40°C przy badaniu wpływu temperatury. Tworzenie struktury podczas procesu agregacji/żelowania było monitorowane kolorymetrem powierzchniowym (Minolta CR-100). Czas rozpoczęcia żelowania i tempo formowania sieci podczas ukwaszania były przyspieszone w wyższych temperaturach i przy wyższym stężeniu czynnika koagulującego. Zmiany szybkości procesu agregacji i żelowania ze stężeniem koagulanta zostały opisane równaniem drugiego stopnia. Zależność etapu żelowania od temperatury została opisana równaniem typu Arrheniusa.

Dybowska B.E. & Fujio Y. (1996). A new method for measuring acid-induced milk gelation. *Milchwissenschaft*, **51** (3), 130-134.

Zaproponowano nową metodę badania procesów żelowania mleka opartą na pomiarze światła odbitego. Do przygotowania micelarno-koloidowego roztworu użyto mleka odtłuszczonego w proszku (9/100 w/v, 35°C). Koagulantem był glukono-delta-lacton (GDL). Wielkości L^*a^* i b^* systemu CIE 1976 ($L^*a^*b^*$) były w sposób ciągły monitorowane przy użyciu kolorymetru (Chroma Meter, CR-100, Minolta Co.). Stabilność systemu była potwierdzona w 12 powtórzeniach kontrolnych próbek mleka odtłuszczonego. Trzydzieści próbek roztworów mleka z koagulantem (1.5% GDL) badano w tych samych warunkach w celu oszacowania błędów obserwacji. Wielkości L^* i b^* mogą być wiarygodnymi miarami zmian w procesie agregacji/żelowania, co może wynikać z dużych zmian wartości tych wielkości z ich małym rozrzutem. Zmiany w strukturze materiału wykazane przy użyciu mikroskopu skaningowego były spójne z wynikami pomiarów koloru powierzchni.

Wasilewski R., Zander L., Zander, Z., Dybowska B. (1989). Badanie efektywności mieszadeł w procesie „łamania” skrzepu mleka. *Zeszyty Naukowe Politechniki Łódzkiej-Inżynieria Chemiczna*, 17, 79-84.

Podjęto próbę zastosowania nowego modelu mieszadła do procesu „łamania” skrzepu mleka w zbiorniku. Dokonano oceny efektywności dwóch wersji proponowanej konstrukcji – mieszadła podstawowego i układu dwóch mieszadeł zawieszonych na wspólnym wale. W przeprowadzonych doświadczeniach mieszadło dwuelementowe okazało się zdecydowanie bardziej efektywne, gdyż skrócenie czasu „łamania” skrzepu w pełni kompensowało wzrost mocy mieszania.

Sumaryczny *impact factor* według listy Journal Citation Reports (JCR), zgodnie z rokiem opublikowania: IF=12.159

Liczba cytowań publikacji według bazy Web of Science (WoS): 43

Index Hirscha według bazy Web of Science (WoS): 4

Kierowanie projektami badawczymi:

Kierownik projektu badawczego finansowanego przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego (2005-2008), nr rej.: 2 P06T 008 29

pt.: Termiczne kształtowanie właściwości fizykochemicznych emulsji typu O/W

Referaty na międzynarodowych konferencjach naukowych:

Dybowska B.E., 2009, Properties of MPC and WPC-stabilized O/W emulsions as influenced by oil droplet surface composition. Proceedings of International Symposium on Food Processing, Monitoring Technology in Bioprocesses and Food Quality Management in Potsdam, Aug. 31- Sept.2, Niemcy.

Dybowska B.E., 2008, Properties of whey protein concentrate stabilized oil-in-water emulsions - thermal modification of the continuous phase. Proceedings of 4th International Symposium on Food and Bioprocess Technology in Iguazu Falls, Aug.31- Sept. 4, Brazylia.

Dybowska B.E., 2007, Influence of phase preheating on physicochemical properties of dairy emulsions. Proceedings of 3rd International Symposium on Food and Agricultural Products: Processing and Innovations, Sept. 24-26, Neapol, Włochy.

Dybowska B. & Fujio Y., 1996, Soy proteins gelation-optical studies. Symp. Japan Soc. Biosc., Biotechn. Agrochem, Abstract 2Ea11, Kyoto.

Dybowska B. & Fujio Y., 1995, A method for the evaluation of milk gelation process. Symp. Japan Soc. Biosc., Biotechn. Agrochem, Abstract 2F2p2, Sapporo.

Dybowska B. & Fujio Y., 1995, Effect of temperature and GDL concentration on milk aggregation and gelation. Symp. Japan Soc. Biosc., Biotechn. Agrochem, Abstract C-10, Hiroshima.

Otrzymane nagrody i wyróżnienia:

Nagroda Zespołowa Rektora Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie III stopnia za osiągnięcia w dziedzinie organizacyjnej – 2003 r.

Nagroda Zespołowa Rektora Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie III stopnia za osiągnięcia w dziedzinie organizacyjnej – 2005 r.

Nagroda Rektora Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie za działalność naukowo-badawczą - 2008 r.

Nagroda Zespołowa Rektora Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie II stopnia za osiągnięcia w dziedzinie dydaktycznej – 2012 r.

Działalność dydaktyczna

Przedmioty realizowane na Uniwersytecie Warmińsko-Mazurskim w Olsztynie w latach 1997-2012 na studiach stacjonarnych i/lub zaocznych (wykłady i/lub ćwiczenia):

Na Wydziale Nauki o Żywności:

inżynieria procesowa, aparatura gastronomiczna, aparatura biotechnologiczna, procesy dyfuzyjne i aparaty, laboratorium operacji jednostkowych, inżynieria żywności współczesne trendy w inżynierii przetwórstwa żywności, seminaria dyplomowe, konwersatoria, aparatura i inżynieria procesów produkcyjnych, pracownia inżynierska, pracownia magisterska.

Promotorstwo prac magisterskich i inżynierskich. Udział w egzaminach dyplomowych.

Na Wydziale Bioinżynierii Zwierząt: inżynieria żywności.

Recenzowanie projektów międzynarodowych i krajowych:

Projekt wdrożeniowy finansowany przez NCBiR z udziałem partnerów z UE.

Recenzowanie publikacji w czasopiśmie międzynarodowych i krajowych:

Food Research International i Journal of Dairy Research.

Działalność organizacyjna

Członek Wydziałowego Zespołu ds. Rekrutacji na I rok studiów - 1999/2000

Opiekun roku I na kierunku Inżynieria chemiczna i procesowa - 1999-2004

Członek Wydziałowej Komisji ds. Dydaktycznych – październik 1999-2003

Praca w Wydziałowym Zespole ds. Akredytacji – od 2003 r.

Koordynator ECTS na kierunku Inżynieria chemiczna i procesowa od 2003 r. do chwili obecnej.

Członek Wydziałowego Zespołu ds. Rekrutacji na I rok studiów - 2007/2008

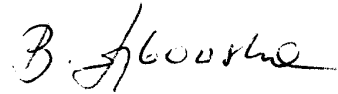
Opiekun I roku na kierunku Inżynieria chemiczna i procesowa - 2007-2010

Członek Wydziałowej Komisji ds. Infrastruktury 2009-2011

Praca w zespole do przygotowania Raportu samooceny dla kierunku Inżynieria chemiczna i procesowa - wrzesień 2010

Zespołowe opracowanie informatora ECTS dla kierunku Inżynieria chemiczna
i procesowa -2010, 2012 r.

Członek Wydziałowej Komisji ds. Dydaktycznych – od października 2012 r.

A handwritten signature in black ink, appearing to read "B. Głogowski". The signature is written in a cursive style with a large initial "B" and a long horizontal stroke at the end.