

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
Wydział Nauk o Żywności

DR INŻ. MAŁGORZATA PIECYK

AUTOREFERAT

OPIS DOROBKU I OSIĄGNIĘĆ NAUKOWYCH

WARSZAWA 2014

SPIS TREŚCI

1. DANE PERSONALNE	3
2. POSIADANE DYPLOMY I STOPNIE NAUKOWE.....	3
3. PRZEBIEG PRACY ZAWODOWEJ	3
4. DZIAŁALNOŚĆ NAUKOWO-BADAWCZA..Błąd! Nie zdefiniowano zakładki.	
4.1. WSKAZANIE OSIĄGNIĘCIA NAUKOWEGO WYNIKAJĄCEGO Z ART. 16 UST. 2	
USTAWY Z DNIA 14 MARCA 2003 ROKU O STOPNIACH NAUKOWYCH I TYTULE	
NAUKOWYM ORAZ O STOPNIACH I TYTULE W ZAKRESIE SZTUKI (DZ. U. NR 65,	
POZ. 595 ZE ZM.)	4
4.1.1. TYTUŁ OSIĄGNIĘCIA NAUKOWEGO	4
4.1.2. OMÓWIENIE CELU NAUKOWEGO PRACY I OSIĄGNIĘTYCH WYNIKÓW WRAZ Z	
OMÓWIENIEM ICH EWENTUALNEGO WYKORZYSTANIA.	4
5. OMÓWIENIE POZOSTAŁYCH OSIĄGNIĘĆ NAUKOWO-BADAWCZYCH	10

1. DANE PERSONALNE

Imię i nazwisko: **Małgorzata Piecyk (z d. Kluczyńska)**

2. POSIADANE DYPLOMY I STOPNIE NAUKOWE

- 1992** magister inżynier technologii żywności i żywienia człowieka
Zakład Technologii Owoców i Warzyw, Katedra Przemysłu Fermentacyjnego i Owocowo- Warzywnego, Wydział Technologii Żywności, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
- 2001** doktor nauk rolniczych, dyscyplina: technologia żywności i żywienia,
specjalność: chemia żywności
Zakład Oceny Jakości Żywności, Wydział Technologii Żywności, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

3. PRZEBIEG PRACY ZAWODOWEJ

- 1992 – 1995** asystent, Zakład Technologii Owoców i Warzyw, Katedra Przemysłu Fermentacyjnego i Owocowo- Warzywnego, Wydział Technologii Żywności, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
- 1996-2001** asystent, Zakład Oceny Jakości Żywności, Wydział Technologii Żywności, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
- 2001 – obecnie** adiunkt, Zakład Oceny Jakości Żywności, Katedra Biotechnologii, Mikrobiologii i Oceny Żywności, Wydział Nauk o Żywności, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

4. WSKAZANIE OSIĄGNIĘCIA NAUKOWEGO WYNIKAJĄCEGO Z ART. 16 UST. 2 USTAWY Z DNIA 14 MARCA 2003 ROKU O STOPNIACH NAUKOWYCH I TYTULE NAUKOWYM ORAZ O STOPNIACH I TYTULE W ZAKRESIE SZTUKI (DZ. U. NR 65, POZ. 595 ZE ZM.)

4.1. TYTUŁ OSIĄGNIĘCIA NAUKOWEGO

Moim osiągnięciem będącym podstawą ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego, zgodnie z Art. 16 Ust. 2 Ustawy (Dz. U. nr 65, poz. 595 ze zm.) o stopniach naukowych i tytule naukowym, jest monografia pt.: **„Strawność skrobi w mące z nasion roślin strączkowych oraz skrobi wyizolowanej a ich właściwości fizykochemiczne”**

DANE BIBLIOGRAFICZNE

Rozprawy Naukowe i Monografie, 454 pozycja serii, Wydawnictwo SGGW Warszawa, 2014 (załącznik 4).

4.2. OMÓWIENIE CELU NAUKOWEGO PRACY I OSIĄGNIĘTYCH WYNIKÓW WRAZ Z OMÓWIENIEM ICH EWENTUALNEGO WYKORZYSTANIA

Wprowadzenie

Obecnie wśród konsumentów rośnie zainteresowanie produktami spożywczymi, które oprócz zaspokajania głodu spełniają dodatkowe, ważne w fizjologii organizmu funkcje. Poszukują oni produktów, które pomagają zapobiegać chorobom cywilizacyjnym, takim jak cukrzyca typu II. W prewencji tej choroby zalecane jest m. in. stosowanie diety o niskim indeksie glikemicznym (IG). Na wartość IG wpływa wiele czynników, takich jak rodzaj węglowodanów występujących w żywności, jej stopień przetworzenia, stopień skleikowania skrobi, pochodzenie botaniczne skrobi czy obecność innych składników.

Nasiona roślin strączkowych są cennym źródłem białka, węglowodanów i składników mineralnych w diecie ludzi na całym świecie. Wiele badań epidemiologicznych wskazuje na związek pomiędzy ich spożywaniem a zmniejszeniem ryzyka zapadalności na niektóre choroby, np. nowotwory czy choroby układu krążenia. To udowodnione działanie spowodowało, że rośliny strączkowe znalazły się na liście produktów zalecanych w diecie przez wiele organizacji walczących z chorobami cywilizacyjnymi, np. *American Heart Association*. Ponadto nasiona roślin strączkowych, pomimo dość wysokiej zawartości skrobi i sacharozy, zaliczane są do produktów o niskim indeksie glikemicznym i stanowiących znaczące źródło skrobi odpornej. Wynika to z niskiej przyswajalności skrobi, która według

licznych autorów spowodowana jest obecnością nienaruszonych struktur tkankowych otaczających ziarenka, wysoką zawartością rozpuszczalnych frakcji błonnika o dużej lepkości, zawartością składników ograniczających strawność, wysokim udziałem amylozy w skrobi (25-65%) i strukturą polimorficzną skrobi typu C.

Pomimo korzyści płynących ze spożywania nasion roślin strączkowych ich wykorzystanie do celów konsumpcyjnych w Europie nie jest duże, a w Polsce jest jeszcze mniejsze, co wynika między innymi z konieczności ich długotrwałego przygotowania do spożycia, efektu gazotwórczego oraz niskich walorów sensorycznych. Z tego względu podejmowane są próby zastosowania ich, np. jako dodatku w postaci mąki do typowych produktów zbożowych takich jak makarony. Tego typu badania najczęściej dotyczą akceptacji sensorycznej i cech otrzymywanych produktów, rzadziej wpływu na ich IG.

Nasiona roślin strączkowych mogą być również surowcem do otrzymywania preparatów i izolatów białek oraz skrobi. Otrzymanie skrobi o niższym IG pozwoliłoby na zastosowanie jej jako składnik żywności funkcjonalnej jak również produktów specjalnego przeznaczenia żywieniowego, w szczególności dla grupy konsumentów, których dieta, ze względu na alergię czy choroby metaboliczne, opiera się głównie na wyizolowanej skrobi zazwyczaj pszennej czy ryżowej charakteryzującej się wysoką wartością IG. Jest to szczególnie niekorzystne w przypadku celiakii, ponieważ często chorobą jej towarzyszącą jest cukrzyca typu I.

W literaturze znaleźć można wiele badań strawności skrobi w nasionach poddanych obróbce termicznej albo w mące z nasion roślin strączkowych surowych. Prowadzone były również badania strawności skrobi wyizolowanej niemodyfikowanej oraz modyfikowanej hydrotermicznie. Brak jest jednak kompleksowych badań strawności skrobi, które obejmowałyby jednocześnie mąkę oraz wyizolowaną skrobię niemodyfikowaną i modyfikowaną. Uzyskane w różnych badaniach wyniki trudno porównywać, ze względu na różnorodność stosowanych metod zarówno w badaniach strawności, jak i wyznaczania skrobi odpornej, np. ze względu na wykorzystanie enzymów o różnym stężeniu i pochodzeniu. Ponadto najczęściej badania prezentowane w literaturze dotyczyły tylko strawności skrobi natywnych lub modyfikowanych i nie uwzględniały wpływu obróbki termicznej na jej wartość, a skrobia zwykle dodawana jest do produktów, które są następnie poddawane takiej obróbce. W związku z tym trudno jest ocenić, jak wyizolowanie skrobi z nasion wpływa na strawność skrobi, w jakim stopniu jest ona wynikiem innej niż w zbożach czy ziemniakach struktury, a w jakim uwarunkowana obecnością innych składników w mące.

Cel badań

W związku z powyższym przeprowadzono badania mające na celu określenie strawności skrobi w mące z wybranych gatunków nasion roślin strączkowych, skrobi z nich wyizolowanej oraz skrobi poddanej modyfikacji hydrotermicznej i określenie, w jakim stopniu jest ona zależna od ich właściwości fizykochemicznych. Założono, że przeprowadzone badania pozwolą stwierdzić, czy wykorzystanie mąki z nasion roślin strączkowych lub wyizolowanej z nich skrobi w produktach spożywczych poddawanych różnym typom obróbki termicznej może spowodować zmniejszenie ich indeksu glikemicznego oraz czy pomiędzy gatunkami nasion występują w tym zakresie różnice i czym są one uwarunkowane.

Metodyka badań

Materiałem doświadczalnym były nasiona fasoli zwyczajnej (*Phaseolus vulgaris*) grochu (*Pisum sativum*), soczewicy (*Lens culinaris*), bobu (*Vicia faba*) oraz wyki (*Vicia sativa*). Z każdego gatunku badaniom poddano dwie odmiany nasion.

Badania zrealizowano w trzech etapach:

Etap I. Celem tego etapu było określenie wpływu gatunku i odmiany nasion oraz obecności innych składników towarzyszących na strawność skrobi w otrzymanej z nich mące, poddawanej różnym typom obróbki termicznej. W ramach tego etapu z badanych nasion roślin strączkowych otrzymywano mąkę, przeprowadzono badania jej właściwości fizykochemicznych oraz badania strawności skrobi, które prowadzono w mące surowej i po obróbce termicznej (gotowanie, przechowywanie po gotowaniu i zamrożeniu).

Etap II. Celem tego etapu było określenie, w jakim stopniu wyizolowanie skrobi z mąki wpływa na jej strawność i w jakim stopniu ten parametr jest uzależniony od gatunku i odmiany nasion. Ponadto badano czy strawność skrobi z nasion strączkowych różni się od strawności powszechnie stosowanych skrobi - pszennej i ziemniaczanej. W tym etapie wyizolowano skrobię z mąki, zbadano jej czystość i strukturę. Ponadto przeprowadzono badania skrobi strączkowej i skrobi handlowych: pszennej i ziemniaczanej, które obejmowały analizę ich właściwości oraz strawności w stanie natywnym i po obróbce termicznej.

Etap III. Celem tego etapu, było zbadanie, czy poddanie skrobi wyizolowanej z badanych nasion strączkowych modyfikacjom hydrotermicznym wpłynie korzystnie na jej strawność. W tym etapie skrobię poddano modyfikacjom hydrotermicznym typu *annealing* (ANN) oraz *heat-moisture treatment* (HMT), zbadano ich wpływ na strukturę i właściwości skrobi, a

szczególnie na jej strawność przed i po obróbce termicznej (gotowanie, przechowywanie po gotowaniu i zamrożeniu).

Do oceny struktury skrobi zastosowano metodę dyfrakcji promieni Rentgena. Właściwości mąki i skrobi określano, wyznaczając zdolność wiązania wody i rozpuszczanie amylozy, przeprowadzając charakterystykę kleikowania w amylografie oraz analizę właściwości termicznych skrobi i mąki metodą różnicowej kalorymetrii skaningowej. Parametry charakteryzujące kinetykę trawienia skrobi (RDS- skrobia szybko trawiona, SDS- skrobia wolno trawiona, RS- skrobia oporna, pIG- przewidywany indeks glikemiczny), wyznaczano na podstawie monitorowania ilości uwolnionej glukozy podczas 180 min. trawienia mieszaniną enzymów (pankreatyna, amyloglukozydazy).

Wyniki badań

W etapie I badano wpływ gatunku i odmiany nasion oraz obecności innych składników towarzyszących na strawność skrobi w mące poddawanej dwóm typom obróbki termicznej. Badane mąki różniły się składem chemicznym oraz właściwościami funkcjonalnym, na które miała wpływ obecność innych składników a szczególnie białek. Analizy strawności skrobi wykazały, że badane mąki surowe charakteryzuje wysoka ilość SDS i RS i w konsekwencji dość niska wartość pIG, ale stwierdzono istotne różnice w jego wielkości między badanymi mąkami. Przeprowadzona analiza składowych głównych wykazała, że najmniejsze różnice we właściwościach fizykochemicznych i strawności skrobi występowały między mąkami z odmian tego samego gatunku niż mąkami z różnych gatunków nasion. Mąki z nasion fasoli charakteryzowały się przede wszystkim najwyższymi temperaturami przemiany fazowej i niską strawnością skrobi w stanie natywnym, natomiast mąki z nasion soczewicy największą wartością parametrów opisujących lepkość i najwyższą strawnością skrobi w stanie natywnym. Przeprowadzona analiza korelacji nie wykazała żadnych zależności między parametrami opisującymi strawność skrobi a właściwościami mąki. Prawdopodobnie dlatego, iż były one warunkowane nie tylko strukturą skrobi, ale również obecnością białek. Pomimo stwierdzonych różnic we właściwościach fizykochemicznych mąk i strawności skrobi w mąkach surowych, po gotowaniu wszystkie charakteryzowały się wysokim pIG. Podobna początkowa szybkość hydrolizy skrobi w mące i po jej wyizolowaniu wskazuje, że na tak dużą wartość pIG mąki gotowanej ma wpływ bardzo duże rozdrobnienie, w wyniku którego nastąpiło zniszczenie ścian komórkowych, umożliwiające całkowite skleikowanie skrobi i w

konsekwencji spowodowało zwiększenie jej dostępności dla enzymów trawiennych. Zróżnicowanie właściwości badanych mąk nie miało większego wpływu na wyznaczone wartości pIG po gotowaniu. W związku z tym, wybierając odpowiednią mąkę z nasion roślin strączkowych, można kierować się składem chemicznym lub właściwościami korzystnymi z punktu widzenia procesu technologicznego, a tylko od jego warunków i stopnia rozdrobnienia nasion uzależniony będzie stopień skleikowania skrobi.

Przechowywanie mąki po gotowaniu i zamrożeniu (-18°C, 21 dni) spowodowało zmniejszenie szybkości trawienia skrobi już w początkowej fazie trawienia, powodując niewielkie zwiększenie ilości SDS i RS w porównaniu z mąkami świeżo gotowanymi. Stała kinetyki hydrolizy enzymatycznej w tych mąkach była ujemnie skorelowana z ilością amylozy.

W etapie II badano, w jakim stopniu wyizolowanie skrobi z mąki wpływa na jej strawność oraz w jakim stopniu jest ona uzależniona od gatunku i odmiany nasion, z których ją otrzymano. Przeprowadzone pomiary dyfraktometryczne wykazały, że wszystkie wyizolowane skrobie charakteryzowały się typem krystaliczności C, ale w skrobiach z fasoli i z wyki udział struktury polimorficznej A był większy, i dlatego od pozostałych skrobi różniły się przede wszystkim mniejszą zdolnością wiązania wody oraz lepkością. Na uwagę zasługuje fakt, że wyznaczone właściwości skrobi wyki należącej do rodzaju *Vicia*, były bardziej zbliżone do właściwości skrobi z fasoli należącej do rodzaju *Phaseolus*, niż z bobu należącego do tego samego rodzaju co wyka. Generalnie, po izolacji skrobie natywne charakteryzowały się wyższą wartością pIG niż mąki, prawdopodobnie w wyniku wyeliminowania negatywnego wpływu na strawność skrobi takich składników jak inhibitory amylaz, fityniany czy taniny oraz otoczek białkowych. Pomimo stwierdzonych różnic w strukturze i właściwościach skrobi strączkowych w zależności od pochodzenia, po gotowaniu skrobi różnice w wielkości pIG między skrobiami nie były duże (85-89,5). Generalnie pIG badanych skrobi z nasion roślin strączkowych był wysoki, ale jego wielkość była mniejsza w porównaniu z mąkami oraz skrobiami – pszenną i ziemniaczaną poddanymi analogicznemu procesowi. Po przechowywaniu skrobi skleikowanych (-18°C, 21 dni) istotnie zwiększała się ilość SDS oraz RS, a ilość skrobi odpornej w skrobi wyizolowanej po tym procesie była dodatnio skorelowana z zawartością amylozy.

Oprócz skrobi kleikowanych przez gotowanie (100°C, 30 min.) badaniom strawności poddano również skrobie kleikowane w autoklawie (121°C, 15 min). Na podstawie przeprowadzonych analiz wykazano, że sposób kleikowania skrobi wpływał przede wszystkim

na ilość RDS i SDS, a w efekcie wartość pIG skrobi po kleikowaniu w temperaturze 121°C była zdecydowanie mniejsza niż po kleikowaniu w temperaturze 100°C. Po kleikowaniu w autoklawie na strawność miała wpływ przede wszystkim ilość amylozy oraz ilość amylozy rozpuszczonej w 90°C, na co wskazuje stwierdzona ujemna korelacja między ich zawartością a ilością RDS oraz dodatnia z ilością SDS i RS. Z kolei strawność skrobi kleikowanej w temperaturze 100°C zależała od lepkości, ponieważ stwierdzono ujemną zależność między lepkością w 96°C oraz po ochłodzeniu a stałą szybkości hydrolizy. Bez względu na sposób kleikowania, skrobia z nasion strączkowych charakteryzowała się mniejszą wartością pIG niż skrobia ziemniaczana czy pszenna.

W etapie III badano, czy poddanie skrobi z badanych nasion strączkowych modyfikacjom hydrotermicznym typu *annealing* (ANN) i *heat- moisture treatment* (HMT) wpłynie korzystnie na jej strawność. Przeprowadzone badania właściwości skrobi po modyfikacjach wykazały, że z zastosowanych modyfikacji jedynie w przypadku HMT obserwowane były wyraźne zmiany w morfologii ziarenek i strukturze krystalicznej tj. nastąpiło przekształcenie typu polimorficznego C w A, ale badania właściwości termicznych wskazywały, że zmiany takie, choć innego typu, zachodziły również po modyfikacji ANN. Po HMT nastąpił istotny wzrost temperatury początkowej kleikowania (T_o), temperatury piku (T_p) i końcowej temperatury kleikowania (T_c) oraz zwiększenie zakresu temperatur kleikowania, a w przypadku modyfikacji ANN stwierdzono zwężenie się zakresu temperatur kleikowania oraz zwiększenie T_o i T_p . Po modyfikacjach hydrotermicznych w wyniku zmian w strukturze krystalicznej zmniejszyła się zdolność wiązania wody, ilość rozpuszczonej amylozy oraz lepkość zarówno maksymalna, jak i po ochłodzeniu, przy czym efekt ten był silniejszy po modyfikacji typu HTM. Generalnie, zmiany w strukturze krystalicznej skrobi po tych modyfikacjach wpłynęły na zwiększenie integralności ziarenek skrobi podczas ogrzewania jej wodnych roztworów, zmieniając morfologię kleików oraz zmniejszając ich przezroczystość. Zastosowane modyfikacje spowodowały zwiększenie strawności skrobi nieskleikowanych. W wyniku zwiększenia ilości RDS i/lub SDS po obu modyfikacjach istotnie zmniejszyła się we wszystkich skrobiach ilość RS. Zmiana w kinetyce trawienia skrobi po modyfikacjach skutkowałą zwiększeniem pIG wszystkich badanych skrobi. Pomimo stwierdzonej większej oporności ziarenek skrobi modyfikowanych na pęcznienie podczas ogrzewania ich zawiesin, po gotowaniu charakteryzowały się one większym pIG niż skrobie niemodyfikowane. W kleikach skrobi modyfikowanej HMT przechowywanych po zamrożeniu ilość RS była na podobnym

poziomie jak w tych ze skrobi niemodyfikowanej, co wskazuje, że modyfikacja ta nie zmieniała podatności skrobi na retrogradację.

Podsumowanie

Przeprowadzone badania wskazują, że zastępowanie mąki pszennej mąką z nasion strączkowych o dużym stopniu rozdrobnienia w produktach poddawanych obróbce termicznej prowadzącej do pełnego skleikowania skrobi, nie będzie powodowało istotnego obniżenia ich IG. Również w produktach zamrażanych ze względu na ograniczanie procesu retrogradacji przez składniki zawarte w mące, nie można spodziewać się istotnego zwiększenia ilości RS. Należy rozważyć zmniejszenie stopnia rozdrobnienia mąki lub wykorzystanie mąk z nasion poddanych obróbce termicznej i suszeniu przed procesem mielenia. Z kolei skrobia z nasion strączkowych, bez względu na rodzaj zastosowanej obróbki termicznej, charakteryzuje się niższym pIG niż powszechnie stosowana skrobia pszenna czy ziemniaczana. Wskazuje to na możliwość jej wykorzystania w produktach np. specjalnego przeznaczenia żywieniowego w celu zmniejszenia ich IG. Zastosowane w pracy warunki modyfikacji hydrotermicznej nie powodują dalszego zmniejszenia IG skrobi strączkowej.

5. OMÓWIENIE POZOSTAŁYCH OSIĄGNIĘĆ NAUKOWO-BADAWCZYCH

Moja działalność naukowo-badawcza w okresie pracy zawodowej związana była z następującą tematyką:

- 5.1. Wpływ różnych procesów i modyfikacji na skład i właściwości nasion roślin strączkowych oraz wyizolowanych z nich preparatów białkowych i skrobi
- 5.2. Zawartość związków biologicznie aktywnych i właściwości przeciwutleniające wybranych produktów spożywczych
- 5.3. Skład chemiczny i wartość odżywcza zbóż i pseudozbóż
- 5.4. Żywność specjalnego przeznaczenia żywieniowego - ocena jakości oraz badanie wiedzy i opinii konsumentów

Wyniki prowadzonych badań zostały opublikowane w formie recenzowanych oryginalnych artykułów naukowych, prac konferencyjnych i doniesień konferencyjnych. Wykaz publikacji został zamieszczony w załączniku 3A.

Ad. 5.1.**Wpływ różnych procesów i modyfikacji na skład, wartość odżywczą i właściwości nasion roślin strączkowych oraz wyizolowanych z nich białek i skrobi**

- Preparaty białkowe z nasion roślin strączkowych

Na początku pracy naukowej głównym nurtem moich badań było wykorzystanie nasion strączkowych do otrzymania preparatów białkowych niemodyfikowanych i modyfikowanych chemicznie oraz ocena ich właściwości. Badania z zakresu tej tematyki rozpoczęłam już podczas wykonywania pracy magisterskiej, której promotorem była prof. dr hab. Mirosława Klepacka. Początkowo zajmowałam się oceną wpływu temperatury na białka wyizolowane z nasion grochu, fasoli i łubinu poddane modyfikacjom chemicznym, tj. acetylacji i sukcylnylacji. Badania obejmowały takie parametry, jak rozpuszczalność i strawność białek *in vitro* oraz analizę dostępności grup α -aminowych. Wykazano, że sukcylnylacja białek grochu i łubinu zwiększa ich stabilność termiczną, natomiast w przypadku acetylacji efekt ten jest odwrotny. Stwierdzono również, że strawność *in vitro* białek modyfikowanych po ogrzaniu zwiększała się, podczas gdy w białkach niemodyfikowanych brak było zmian (groch) lub obserwowano tylko nieznaczne jej zwiększenie (fasola, łubin). Wyniki tych badań zostały opublikowane w czasopiśmie *Food Chemistry* (I.A-1) oraz były prezentowane na konferencji (III.B-11).

Po rozpoczęciu pracy zawodowej na stanowisku asystenta zainteresowałam się możliwością wykorzystania niekonwencjonalnej metody izolowania białek z nasion fasoli wykorzystującej ich zdolność do krystalizacji. Badania z tej tematyki realizowałam w ramach przygotowywanej rozprawy doktorskiej. Na drodze doświadczalnej ustaliłam optymalne warunki krystalizacji białek, tj. stężenie i pH kwasu cytrynowego stosowanego do ich ekstrakcji. Wstępne próby wykazały, że zdolność do tworzenia form krystalicznych zależała od gatunku nasion fasoli i właściwości takie wykazywały białka fasoli zwyczajnej, natomiast nie posiadały ich białka fasoli wielokwiatowej. Przeprowadzona analiza chemiczna otrzymanych preparatów białek krystalicznych i porównawczo białek amorficznych otrzymanych podczas izolacji klasycznej wykazała, że w wyniku krystalizacji można uzyskać produktu o wyższej zawartości białka oraz o korzystniejszym składzie aminokwasowym, tj. o wyższej zawartości aminokwasów egzogennych, takich jak izoleucyna, fenyloalanina, leucyna i tyrozyna. Dzięki otrzymanemu stypendium rządu francuskiego odbyłam staż w

Laboratorium Biochemii i Technologii Białek w INRA (Narodowy Instytut Badań Rolniczych) w Nantes (Francja), podczas którego, oprócz możliwości poznania różnych technik stosowanych w analizie białek, mogłam otrzymać z jednej badanej odmiany oczyszczoną główną frakcję białek fasoli (globulina 7S) metodą chromatografii jonowymiennej. Jej czystość została potwierdzona ultrawiroowaniem w gradiencie gęstości sacharozy. Przeprowadzone rozdziały elektroforetyczne, filtracja żelowa oraz analiza składu aminokwasowego globuliny 7S, białek krystalicznych i amorficznych wykazały, że białko krystaliczne było w znacznym stopniu oczyszczoną globuliną 7S, co warunkowało skład chemiczny i właściwości preparatów białkowych otrzymanych metodą krystalizacji. Charakteryzowały się one mniejszą zawartością fosforu fitynowego, aktywnością inhibitora trypsyny i większą podatnością na trawienie trypsyną niż białka amorficzne. Ponadto wykazywały mniejszą powierzchnię hydrofobowość aromatyczną, słabszą zdolnością emulgowania i mniejszą zdolność absorpcji wody w porównaniu z preparatami uzyskanymi w wyniku izolacji klasycznej. Badania z tej tematyki zostały zawarte w publikacjach II.D-2, II.D-3, II.D-5, II.D-6 (załącznik 3A).

W tej tematyce zawierają się również badania realizowane w ramach projektu badawczego 5 S3070286 „Wpływ wysokich ciśnień na strukturę oraz niektóre właściwości białek nasion wybranych roślin strączkowych”. W projekcie tym byłam wykonawcą i zajmowałam się badaniem wpływu wysokich ciśnień na aktywność inhibitora trypsyny i zawartość oligosacharydów z rodziny rafinozy w białkach izolowanych z nasion roślin strączkowych. Ponadto badałam podatność białek na hydrolizę enzymatyczną poprzez wyznaczenie ilości grup α -aminowych uwalnianych podczas trawienia trypsyną, monitorowanie hydrolizy białek metodą elektroforezy SDS-PAGE oraz określenie ich strawności *in vitro* metodą wieloenzymatyczną. Na podstawie przeprowadzonych badań, stwierdzono, że strawność białek uzależniona była od ich źródła oraz stosowanej dawki ciśnienia. Największe zmiany obserwowano w białku fasoli, które charakteryzowało się mniejszą strawnością niż białka z innych nasion strączkowych, co przypisywane jest kompaktowej strukturze globuliny 7S. Białko to, poddane działaniu ciśnienia 6 kbar, charakteryzowało się większą strawnością niż po obróbce termicznej, w wyniku inaktywacji inhibitora trypsyny oraz dysocjacji globuliny 7S, co stwierdzono na podstawie rozdziałów elektroforetycznych. W przypadku białek z innych nasion poddawanych działaniu ciśnienia zmiany strawności były podobne jak po obróbce termicznej (II.D-1, III.B-12, III.B-13). Z kolei

badania zawartości oligosacharydów wykazały, że o ile w mąkach poddanych działaniu wysokiego ciśnienia ich ilość się zmniejszała, to w białkach efekt ten był odwrotny, co mogło być wynikiem zmian w strukturze białek, w wyniku których zwiększała się ich dostępność na etapie ekstrakcji. Potwierdziły to badania gazotwórczości *in vitro* (II.D-4).

- Wpływ obróbki termicznej nasion roślin strączkowych na skład chemiczny oraz strawność białek i skrobi

Z tej tematyki realizowałam badania m.in. jako wykonawca w projekcie PBZ-KBN-094/P06/2003/02 pt. „Wpływ procesów sterylizacji i gotowania na właściwości związków przeciwutleniających wybranych roślin strączkowych”, wchodzącego w skład projektu badawczego zamawianego nr PBZ-KBN-094/P06/2003: „Weryfikacja zasad technologii wytwarzania i wykorzystania żywności bogatej w naturalne antyoksydanty pod względem jej działania prozdrowotnego”. Mój udział w projekcie polegał na analizie białek, które w roślinach strączkowych należą do związków o charakterze przeciwutleniaczy. Prowadziłam badania nasion fasoli, groszku zielonego, bobu oraz fasolki szparagowej, poddanych gotowaniu, mrożeniu w dwóch temperaturach i przechowywaniu oraz sterylizacji określając zawartość azotu białkowego i niebiałkowego oraz analizowałam białka metodą elektroforezy SDS-PAGE i chromatografii żelowej. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że po wszystkich procesach następował spadek zawartości białka ogółem i azotu niebiałkowego w ekstraktach wodnych z nasion. We wszystkich badanych ekstraktach stwierdzono również zmiany w udziale poszczególnych frakcji białkowych. Najczęściej zmiany te dotyczyły frakcji o masie poniżej 10kDa, których ilość po procesach znacznie się zwiększała. Obserwowano również zmiany we frakcjach wysokocząsteczkowych, ale kierunek zmian uzależniony był od rodzaju obróbki termicznej. W wyniku tych zmian właściwości przeciwutleniające ekstraktów wodnych uległy pewnej modyfikacji, na ogół niewielkiemu pogorszeniu, w przypadku bobu i groszku. Zaobserwowano natomiast dużą utratę aktywności antyoksydacyjnej fasoli białej w wyniku migracji związków przeciwutleniających do zalewy lub termicznej inaktywacji części związków. Badane przeciwutleniacze aminowe były najlepiej zachowane przy gotowaniu świeżego materiału, a dopiero w drugiej kolejności przy zamrażaniu i gotowaniu. W efekcie przeprowadzonych badań jako najlepsze źródło związków przeciwutleniających o charakterze aminowym spośród badanych nasion roślin strączkowych można wskazać bób.

Załącznik 3A: publikacje II.A-2, II.A-3; II.D-7 II.D-9, II.D-29; II.D-30, III.B-21, III.B-10.

Zainicjowałam również badania nasion soczewicy, poddanej gotowaniu i przechowywanej po zamrożeniu, które obejmowały analizę składu chemicznego, strawności białek *in vitro*, ilości dostępnych grup tiolowych i właściwości przeciwutleniających. Na podstawie uzyskanych wyników, można stwierdzić, że po gotowaniu zachodzą duże zmiany w składzie chemicznym nasion, tj. zmniejsza się ilość popiołu, białka rozpuszczalnego, polifenoli i dostępnych grup tiolowych oraz znacznie wzrasta strawność białka. Zmniejszenie ilości polifenoli i dostępnych grup tiolowych wpłynęło na obniżenie aktywności przeciwnadrodnikowej ekstraktów z nasion gotowanych. Natomiast mrożenie nasion po procesie gotowania nie powodowało dalszych znaczących zmian w ilości związków nieodżywczych i badanych wskaźników wartości odżywczej.

Załącznik 3A: publikacja II.D-20

W tej tematyce zawierają się również badania przeprowadzone w pierwszym etapie projektu N N312 114238 pt. „Wpływ izolacji skrobi z nasion roślin strączkowych i modyfikacji hydrotermicznej na udział skrobi wolno trawionej i skrobi odpornej”, którego byłam kierownikiem. W ramach przeprowadzonych badań oceniano skład chemiczny i strawność skrobi mąk z nasion roślin strączkowych (groch, fasola zwyczajna, fasola wielokwiatowa, bób lędźwian) poddanych różnym procesom (gotowanie tradycyjne, zamrażanie po ugotowaniu i przechowywanie w obniżonej temperaturze, sterylizacja), a następnie wysuszonych. Na podstawie przeprowadzonych badań wykazano, że gotowanie nasion skutkowało znacznym obniżeniem zawartości popiołu oraz polifenoli we wszystkich mąkach otrzymanych po tym procesie oraz zwiększeniem ilości skrobi. Po gotowaniu nasion następowało również znaczne zmniejszenie ilości SDS i RS. Zamrożenie nasion i przechowywanie w temperaturze -18°C powodowało niewielkie zmiany w składzie chemicznym mąki, ale badania strawności wykazały znaczne zwiększenie się ilości SDS i RS, co skutkowało zmniejszeniem ilości szybko dostępnej glukozy (RAG). W mąkach z nasion poddanych sterylizacji w autoklawie, pomimo podobnych zmian w zawartości popiołu i białka jak w mąkach z nasion gotowanych, obserwowano mniejsze straty polifenoli i jednocześnie niższą wartość RAG. Stwierdzona większa wartość RAG oraz indeksu szybkości hydrolizy skrobi (SDRI) w mąkach z nasion gotowanych wynikała z lepszego skleikowania dzięki zastosowaniu długiego moczenia nasion. Wynikiem tego był większy spadek udziału amylozy w skrobi w porównaniu z innymi mąkami, a potwierdzeniem wpływu na strawność skrobi była stwierdzona znacząca ujemna korelacja między wielkością SDRI a udziałem

amylozy w skrobi. Przeprowadzone badania strawności skrobi były inspiracją do podjęcia badań w ramach przedstawionego osiągnięcia.

Załącznik 3A: publikacje II.A-5, II.A-6, II.D-25; III.B-9.

- *Właściwości skrobi z nasion roślin strączkowych niemodyfikowanej i modyfikowanej hydrotermicznie lub chemicznie*

Podczas izolacji białek z nasion strączkowych zwróciłam uwagę na odrzucany osad bogaty w skrobię. Zainteresowałam się specyficznymi właściwościami skrobi z tego źródła, które są uwarunkowane dużym udziałem amylozy i jej odmienną strukturą krystaliczną. Badania z tego zakresu obejmowały analizę właściwości skrobi natywnych z różnych gatunków nasion oraz modyfikowanych hydrotermicznie i chemicznie. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że właściwości skrobi natywnych, a zwłaszcza ich strawność zależały od gatunku i odmiany nasion. Z kolei wpływ modyfikacji hydrotermicznej uzależniony był od jej typu oraz warunków podczas procesu. Stwierdzono, że wpływ modyfikacji hydrotermicznej typu *annealing* uzależniony jest od stosunku wody do skrobi oraz temperatury podczas modyfikacji. Temperatura niższa tylko o 3% od temperatury kleikowania i mniejsza ilość wody podczas procesu powodowały ponad dwukrotne zwiększenie strawności skrobi oraz większe zmiany we właściwościach funkcjonalnych skrobi niż po modyfikacji przy większej wilgotności i/lub niższej temperaturze (II.D-10, II.D-18, III.B-42). Również w przypadku modyfikacji hydrotermicznej typu *heat- moisture treatment*, jej wpływ na właściwości skrobi zależał od parametrów modyfikacji, tj. temperatury oraz wilgotności. Najmniejsze zmiany stwierdzono w skrobi modyfikowanej przy wilgotności 10% w temperaturze 100°C (II.D-28), a zmiany spowodowane zastosowaniem tej modyfikacji były podobne jak po zastosowaniu modyfikacji chemicznej poprzez jej sieciowanie trimetafosforanem sodu (II.A-5). Największe zmiany natomiast obserwowano po modyfikacji skrobi o wilgotności 30%, bez względu na wielkość temperatury podczas procesu tj. 100 i 120°C (III.B-46). W przytoczonych badaniach strawność skrobi wyznaczałam bez jej uprzedniego skleikowania. Zwróciłam uwagę, że strawność skrobi jest bardzo ważną jej właściwością, ale w prezentowanych w literaturze pracach wpływ skleikowania na ten parametr jest najczęściej pomijany. W związku z tym podjęłam badania strawności *in vitro* skrobi z grochu, ziemniaczanej i pszennej po skleikowaniu i wysuszeniu kleików. Na podstawie uzyskanych wyników stwierdziłam m.in., że zawartość skrobi odpornej w wyizolowanej skrobi z jednej odmiany grochu poddanej obróbce

termicznej była wyższa niż w skrobi pszennej i ziemniaczanej (II.D-19). Uzyskane wyniki w tej pracy wskazywały na potrzebę przeprowadzenia szerszych badań obejmujących skrobie z innych gatunków nasion strączkowych.

Ad. 5.2.

Zawartość związków biologicznie aktywnych w wybranych produktach i ich właściwości przeciwutleniające

Do tej tematyki zaliczyć można zainicjowane przeze mnie badania, w których analizowano zawartość likopenu, witaminy C, polifenoli ogółem oraz zdolność inaktywacji rodników ABTS i DPPH i chelatowania jonów żelaza(II) przez związki zawarte w ekstraktach otrzymanych z soków i koncentratów pomidorowych. Wszystkie badane produkty charakteryzowały się wysoką zawartością związków o dużej aktywności biologicznej, tj. likopenu i polifenoli. Ilość likopenu była większa w koncentratkach ze względu na jego stabilność termiczną i zwiększoną dostępność po procesie technologicznym i była dodatnio skorelowana z parametrem barwy a^* . Natomiast ilość polifenoli w przeliczeniu na suchą masę wskazywała na ich znaczne straty w koncentratkach. Zawartość kwasu askorbinowego w znacznym stopniu zależała od zastosowanego procesu i była największa w soku ze świeżych pomidorów. Ilość związków aktywnych była związana z aktywnością przeciwutleniającą produktów. Najsilniejsze zależności stwierdzono między zdolnością inaktywacji rodników DPPH[•] przez składniki zawarte w ekstraktach chloroformowych a ilością likopenu oraz między zdolnością inaktywacji rodników ABTS^{•+} przez składniki hydrofilowe a ilością polifenoli.

Załącznik 3A: publikacje II.D-11 i II.D-27.

Brałam również udział w badaniach zmian zawartości karotenoidów w brokułach surowych, gotowanych, mrożonych, mrożonych i gotowanych. Na podstawie przeprowadzonych badań wykazano, że ekstrakty z brokułów gotowanych zarówno surowych, jak i mrożonych odznaczały się najwyższą zawartością związków karotenoidowych, co mogło być spowodowane rozluźnieniem tkanki roślinnej po tym procesie, w wyniku czego możliwe było całkowite wyekstrahowanie tych związków (IID-14).

Brałam również udział w badaniach białek wyekstrahowanych z orzechów. W przypadku orzechów włoskich ekstrakcji ulegały prawie wyłącznie polipeptydy, a w orzechach laskowych i pistacjowych wyraźnie zaznaczała się obecność frakcji białkowych, także dużych białek o masach kilkuset kDa oraz – choć w bardzo niewielkiej ilości – bardzo dużych białek

wykluczanych z porów kolumny. W badaniach właściwości przeciwutleniających tych ekstraktów nie stwierdzono wpływu formy występowania azotu w ekstraktach (białkowa lub peptydowa) na te właściwości. (II.D-17).

Ad. 5.3.

Skład chemiczny i wartość odżywcza wybranych zbóż i pseudozbóż oraz otrzymanych z nich produktów

W ramach tej tematyki przedmiotem badań były różne produkty z nasion szarłat, orkisz, komosy ryżowej i gryki.

Badania produktów z szarłat (mąka, płatki, popping) pochodzących od jednego producenta wykazały, że zawartość związków biologicznie czynnych, takich jak inhibitor trypsyny, fosfor fitynowy, polifenole, oligosacharydy z rodziny rafinozy, była stosunkowo niska, przy czym najwyższym ich poziomem odznaczała się mąka. Badania zawartości błonnika potwierdziły jego wysoką zawartość, szczególnie jego frakcji nierozpuszczalnej, we wszystkich produktach, ale w poppingu jego ilość była największa. Produkty z szarłat wykazały dobre właściwości przeciwutleniające, przede wszystkim dzięki aktywności białek, wynikającej z ich wysokiej zawartości i bardzo korzystnego z punktu widzenia mechanizmu tych reakcji profilu aminokwasów (II.D-13). Strawność białek produktów z szarłat była wysoka, co wiązało się m.in. ze stosunkowo niską zawartością naturalnych substancji nieodżywczych. Najwyższą podatnością na proteolizę odznaczały się białka poppingu, co wynikało ze stosowanych podczas jego produkcji zabiegów termicznych, przyczyniających się przede wszystkim do inaktywacji inhibitora trypsyny. Na podstawie analizy zawartości amylozy stwierdzono, że skrobia szarłat należy do typu woskowego i z tego powodu wszystkie badane produkty charakteryzowały się bardzo dobrą strawnością skrobi *in vitro* (II.D-12).

W ramach tej tematyki brałam również udział w badaniach ziarna orkisz ozimego odmiany Schwabenkorn oraz produktów - mąki graham typu 1850 (wyciąg ok. 85%), makaronu razowego wyprodukowanego z mąki graham, otrębów i kaszy. Stwierdzono, że procesy zastosowane podczas produkcji makaronu i kaszy wpłynęły na podwyższenie strawności białka i skrobi w tych produktach w stosunku do ziarna. Ponadto we wszystkich produktach obniżyła się ilość białka, a w przypadku makaronu i mąki, także tłuszczu oraz składników mineralnych (II.D-15). Analiza zawartości związków biologicznie aktywnych wykazała, że ich największą ilością charakteryzowały się produkty orkiszowe o największym

udziale warstw zewnętrznych ziarna, tj. otręby i kasza. Ekstrakty wodne z produktów wykazywały większą aktywność przeciwrodnikową wobec kationorodników ABTS niż ekstrakty acetonowe (II.D-16).

Uczestniczyłam również w badaniach produktów z komosy ryżowej, tj. nasion, płatków i mąki. Wszystkie produkty analizowano w stanie natywnym a nasiona i płatki również po gotowaniu. Przeprowadzone badania potwierdziły wysoką wartość odżywczą nasion komosy ryżowej. Strawność białek była wysoka, co mogło wynikać z małej zawartości inhibitora trypsyny. Gotowanie spowodowało zwiększenie podatności białek na proteolizę (II.D-23).

W tej tematyce mieszczą badaniach obłuszczonego ziarna gryki, płatków gryczanych, kaszy gryczanej nieprażonej oraz prażonej. Wszystkie produkty badano w stanie natywnym, a w przypadku kasz również po ugotowaniu dwoma sposobami, uzyskując tzw. kaszę odlewaną i nieodlewaną, które następnie wysuszono i zmielono. Największe obniżenie zawartości błonnika pokarmowego, w porównaniu z ziarnem, stwierdzono w płatkach. Nie stwierdzono istotnego wpływu prażenia na jego ilość w kaszach surowych, natomiast po gotowaniu następowało zwiększenie jego zawartości, szczególnie w kaszach prażonych, bez względu na sposób gotowania. Pod względem udziału sumy SDS i RS w skrobi, badane produkty można uszeregować malejąco ziarno > kasza nieprażona > płatki > kasza prażona. Wpływ procesu prażenia na strawność skrobi obserwowano również po gotowaniu, ponieważ stwierdzono około czterokrotnie niższą ilość RS w kaszach prażonych niż nieprażonych. Prażenie oraz gotowanie kasz spowodowało obniżenie zawartości białka rozpuszczalnego i dostępnych grup tiolowych. Aktywność inhibitora trypsyny w produktach gryczanych była mała, a w płatkach oraz kaszy prażonej bliska zeru. Białka badanych ziaren gryki i ich produktów charakteryzowały się wysoką podatnością na trawienie pod wpływem pepsyny (z wyjątkiem płatków) (III.B-43, III.B-44).

Ad. 5.4.

Żywność specjalnego przeznaczenia żywieniowego - ocena jakości oraz badanie wiedzy i opinii konsumentów

W ramach tej tematyki m.in. zainicjowałam badania, których celem była ocena przydatności dwóch metod instrumentalnych do oznaczania zawartości fenyloalaniny w produktach niskobiałkowych (PKU). Zawartość tego aminokwasu w tego typu produktach jest bardzo mała i wymaga zastosowania metody o niższej granicy oznaczalności niż

stosowany powszechnie automatyczny analizator aminokwasów. Z uzyskanych przeze mnie informacji wynikało, że zawartość fenyloalaniny w tego typu produktach nie jest oznaczana, a wyliczana na podstawie danych tabelarycznych i podawana na opakowaniu. Stąd też podjęte poszukiwania innej alternatywnej metody, możliwej do wykonania w laboratorium posiadającym aparaty o bardziej uniwersalnym zastosowaniu. Oznaczenia fenyloalaniny przeprowadzono metodą RP-HPLC z detektorem UV ($\lambda = 214 \text{ nm}$) oraz metodą GC/MS, przy użyciu zestawu testowego EZ:faast. Opierając się na obliczonych RSD%, stwierdzono, że do ilościowego oznaczenia fenyloalaniny w produktach zbożowych (pszennych), zarówno niskobiałkowych jak i tradycyjnych, zdecydowanie bardziej odpowiednia jest metoda HPLC. Analiza zawartości fenyloalaniny metodą HPLC wykazała, że jej poziom w większości produktów niskobiałkowych znajdował się poniżej deklaracji producenta. Na podstawie różnic między teoretyczną zawartością fenyloalaniny w białku pszennym, a zawartością wynikającą z deklaracji producenta oraz wyników przeprowadzonych badań metodą HPLC stwierdzono, że zawartość fenyloalaniny w zbożowych produktach PKU, nie powinna być obliczana na podstawie teoretycznego udziału tego aminokwasu w białku pszennym (II.D-8).

Brałam również udział w badaniach jakości suplementów wielonienasyconych kwasów tłuszczowych dostępnych na rynku warszawskim, w ramach których przeprowadzono analizę deklaracji producenta oraz oznaczenia składu kwasów tłuszczowych metodą GC/MS. Na podstawie analizy deklaracji stwierdzono, że większość z nich była niezrozumiała i wprowadzała konsumenta w błąd. Dwie z deklaracji zawierały błędy wynikające z nieuwzględnienia masy osłonki przy obliczaniu masy kwasów w przeliczeniu na kapsułkę. Na podstawie uzyskanych wyników analizy jakościowej metodą GC/MS wykazano, że profil kwasów tłuszczowych w przebadanych preparatach w dużej mierze był zgodny z profilem kwasów tłuszczowych surowców użytych do ich produkcji. Natomiast analiza ilościowa wykazała, że w dwóch przypadkach wyznaczona zawartość ilościowa określonej grupy kwasów tłuszczowych odbiegała od deklaracji, podczas gdy obliczony udział procentowy tych samych kwasów był z nią zgodny, co wynikało z błędów w deklaracji. Jedynie w jednym preparacie zawartość wszystkich oznaczonych rodzajów kwasów tłuszczowych (tych, dla których producent zamieścił informację na opakowaniu) odpowiadała wartościom podanym w deklaracji. Większość zbadanych preparatów charakteryzowała się wyższym udziałem kwasu EPA niż DHA, co wskazuje na mniej korzystny bilans uwzględniając prozdrowotne oddziaływanie tych kwasów (II.D-21).

Zainicjowałam również badania oparte o autorski kwestionariusz wśród osób dorosłych z alergią pokarmową lub celiakią i/lub posiadających dzieci z tymi dolegliwościami, których celem była ocena znakowania produktów spożywczych oraz umiejętności interpretacji etykiet na artykułach spożywczych. Według respondentów produkty spożywcze w odniesieniu do alergenów nie są oznakowane w sposób pełny i prawidłowy, a za główną niepełność lub nieprawidłowość badani konsumenci uważają przede wszystkim brak precyzyjnych i zrozumiałych informacji o składnikach obecnych w danym produkcie żywnościowym, a także brak jakiejkolwiek informacji o alergenach, asekurowanie się sformułowaniem typu „produkt może zawierać śladowe ilości...” oraz sprzeczność informacji na etykiecie i opakowaniu. Ponadto przeprowadzone badanie wykazało, mniejszy w stosunku do wcześniejszych badań prezentowanych w literaturze, ale ciągle istniejący problem z poprawną interpretacją etykiet artykułów spożywczych. Dlatego niezbędny jest prostszy system oznakowania produktów spożywczych, np. poprzez wprowadzenie widocznych znaków graficznych i odpowiednie szkolenia prowadzone przez lekarzy i dietetyków (II.D-22).

Zainicjowałam także badania oparte o autorski kwestionariusz ankiety, którymi objęte zostało 300 rodziców. Badanie miało na celu poznanie ich wiedzy w zakresie stosowania prebiotyków i probiotyków w mleku modyfikowanym oraz określenie, jakie czynniki decydują o wyborze tego typu produktów. Deklarowana znajomość terminu „prebiotyk” oraz „probiotyk” wśród respondentów była wysoka. Przeprowadzone badanie wykazało, że respondenci dość często mylą „prebiotyk” z „probiotykiem”, natomiast rzadziej „probiotyk” z „prebiotykiem”. Ponad połowa badanych rodziców nie wiedziała czy mleko modyfikowane, które podają swojemu dziecku zawiera prebiotyki i/lub probiotyki. Przy wyborze mleka modyfikowanego dla swojego dziecka respondenci najczęściej kierowali się zaleceniem lekarza oraz opinią bliskich, rzadziej składem mleka, dlatego też bardzo istotna jest rola pediatrów w tym obszarze (II.D-24)

Badałam również grupę diabetyków, celem poznania ich opinii i preferencji odnośnie produktów skierowanych do tych konsumentów. Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że z produktów dla diabetyków korzysta 48% badanych, głównie są to osoby z II typem cukrzycy. Przy wyborze produktów konsumenci kierują się przede wszystkim składem oraz wartością odżywczą. Wśród ankietowanych kupujących produkty dla diabetyków najwięcej spożywa codziennie słodziki (25%), a najmniej słodyczne (6%). Wśród produktów nie

spożywanych w ogóle przez konsumentów najczęściej, bo 41% osób wskazało dżemy, konfitury i masło orzechowe, a najmniej osób wskazało słodyczne (21%). Ankietowani preferują w produktach dla diabetyków takie zamienniki sacharozy jak: aspartam, fruktoza, sacharyna i mannitol (II.D-26).

