



**POLSKIE TOWARZYSTWO
TECHNOLOGÓW ŻYWNOŚCI**

ŻYWNOŚĆ

NAUKA • TECHNOLOGIA • JAKOŚĆ

Suplement

ŻYWNOSĆ

Organ naukowy PTTŻ – kwartalnik

Nr 3(32) Supl.

Kraków 2002

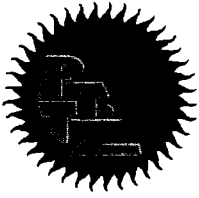
Rok 9

SPIS TREŚCI

| | |
|--|-----|
| Od Redakcji | 3 |
| NINA BARYŁKO-PIKIELNA: Sesja Młodej Kadry Naukowej PTTŻ..... | 5 |
| ANNA BERTHOLD, IRENA MOLSKA: Występowanie <i>Bacillus cereus</i> w mleku surowym..... | 8 |
| SYLWIA CHUDY, JAN PIKUL: Charakterystyka lodów z zamiennikiem tłuszczu i cukru..... | 18 |
| SYLWIA CHUDY, JAN PIKUL, MAGDALENA RUDZIŃSKA, PRZEMYSŁAW OZIEMKOWSKI: Właściwości fizykochemiczne i funkcjonalne koncentratów białek serwatkowych..... | 27 |
| ILONA GAŁĄZKA: Skład mączki cykoriowej wybranych odmian cykorii, zróżnicowanych wielkością i terminem zbioru korzeni..... | 37 |
| ILONA GAŁĄZKA, ANDRZEJ CZARNECKI: Otrzymywanie inuliny i jej koncentratów z korzeni cykorii..... | 46 |
| KAMILA GODERSKA, MARTA MATUSZEWSKA, ZBIGNIEW CZARNECKI: Charakterystyka wybranych szczepów <i>Lactobacillus acidophilus</i> i ich przeżywalność w soku marchwiowym..... | 55 |
| RADOSŁAW GRUSKA: Wpływ dodatku wodorotlenku wapnia na czystość soku buraka cukrowego..... | 66 |
| ANNA KAMIŃSKA, PIOTR P. LEWICKI: Ruch masy w jabłkach odwodnionych osmotycznie i przechowywanych w zróżnicowanej temperaturze..... | 73 |
| MAGDALENA KITLAS, MAŁGORZATA ZIARNO: Próba wzbogacenia serów twarogowych w wapń..... | 79 |
| DOROTA LENART, REGINA STEMPNIEWICZ: Wpływ kultury starterowej <i>Geotrichum candidum</i> na mikroflorę epifityczną słodów jęczmiennych..... | 89 |
| EWA MAJEWSKA: Ilościowe oznaczanie aspartamu w produktach spożywczych metodą miareczkową... 100 | 100 |
| MAGDALENA MOLSKA: Termiczna inaktywacja przetrwalników <i>Bacillus stearothermophilus</i> w obecności NaCl..... | 109 |
| ANETA OGONEK, ANDRZEJ LENART: Znaczenie powłok jadalnych w odwadnianiu osmotycznym mrożonych truskawek..... | 116 |
| HANNA PASCHKE, MIECZYŚLAW JANKIEWICZ: Wpływ dodatku tłuszczu na właściwości lepkosprężyste ciasta pszennego..... | 127 |
| MICHAŁ PIEGZA, REGINA STEMPNIEWICZ: Ocena antagonizmu drożdży <i>Geotrichum candidum</i> w stosunku do toksynotwórczych grzybów rodzaju <i>Fusarium</i> | 136 |
| MARCIN PIECZYŃSKI: Modyfikacja właściwości technologicznych proszku z żółtek jaj kurzych metodą aglomeracji i jego trwałość przechowalnicza..... | 148 |
| RENATA RYBICKA: Walidacja enzymatycznej metody oznaczania zawartości cukrów w napojach bezalkoholowych, niegazowanych..... | 159 |
| KATARZYNA SAMBORSKA, DOROTA WITROWA-RAJCHERT: Ocena procesu suszenia rozpyłowego handlowego, płynnego preparatu α -amylazy..... | 170 |
| RADOSŁAW SPYCHAJ, MARTA SOWA, ZYGMUNT GIL, MAREK LISZEWSKI: Wpływ technologii uprawy i terminu zbioru na wybrane wyróżniki wartości żywieniowej ziarna jęczmienia jarego nieoplewionego i oplewionego..... | 179 |
| AGNIESZKA TOMZA, EWA BRUCKA-JASTRZĘBSKA, ELŻBIETA RATKOWSKA: Wpływ różnych rodzajów obróbki cieplnej na zawartość PCB w mięsie karpi – <i>Cyprinus carpio</i> l..... | 190 |
| MONIKA TRZĄSKOWSKA, ELIZA ŻERAŃSKA: Zastosowanie bakterii probiotycznych..... | 196 |
| RENATA WOŁOCH, PAWEŁ M. PISULEWSKI: Wpływ procesów technologicznych na zmiany zawartości włókna pokarmowego i frakcji β -glukanów w ziarnie nieoplewionych i oplewionych form jęczmienia i owsa... 207 | 207 |

Zamieszczone artykuły są recenzowane

Czasopismo jest referowane przez: AGRO-LIBREX, Chemical Abstracts Service i IFIS



**POLSKIE TOWARZYSTWO
TECHNOLOGÓW ŻYWNOŚCI**

ŻYWNOŚĆ

NAUKA • TECHNOLOGIA • JAKOŚĆ

Suplement

Nr 3(32)

Kraków 2002

Rok 9

REDAKCJA:

Redaktor naczelny: prof. dr hab. Tadeusz Sikora; tel./fax 012/ 293-50-54

Sekretarz redakcji: dr Ewa Ślawska; tel. 012/ 411-91-44 w. 476; e-mail: ewaslawska@wp.pl

Redaktorzy: prof. dr hab. Bohdan Achremowicz, dr inż. Anna Bala-Piasek, prof. dr hab. Mieczysław Pałasiński, dr Teresa Woźniakiewicz

Stali współpracownicy: prof. dr hab. Jacek Kijowski (Poznań), prof. dr hab. Danuta Kołożyn-Krajewska (Warszawa), dr Grażyna Morkis (Warszawa), dr inż. Jerzy Pałasiński (Kraków), dr inż. Stanisław Popek (Kraków), prof. dr hab. Maria Soral-Śmietana (Olsztyn)

RADA PROGRAMOWA:

prof. dr Antoni Rutkowski (*przewodniczący*), dr hab. Kazimierz Dąbrowski (*sekretarz*), prof. dr hab. Zbigniew Duda, prof. dr hab. Nina Baryłko-Pikielna, prof. dr hab. Janusz Czapski, prof. dr hab. Mirosław Fik, prof. dr hab. Józef Fornal, prof. dr hab. Roman A. Grzybowski, prof. dr hab. Jan Kiswa, prof. dr hab. Henryk Kostyra, prof. dr hab. Andrzej Lenart, prof. dr hab. Helena Oberman, prof. dr hab. Zdzisław E. Sikorski, prof. dr hab. Stanisław Tyszkiewicz

WYDAWCA:

POLSKIE TOWARZYSTWO TECHNOLOGÓW ŻYWNOŚCI
WYDAWNICTWO NAUKOWE PTTŻ

W latach 1994-1999 wydawcą kwartalnika był Oddział Małopolski PTTŻ

© Copyright by Polskie Towarzystwo Technologów Żywności, Kraków 2002

Printed in Poland

Wydawanie publikacji dofinansowane przez Komitet Badań Naukowych

ISSN 1425-6959

ADRES REDAKCJI:

31-425 KRAKÓW, AL. 29 LISTOPADA 46

SKŁAD I DRUK:

Wydawnictwo Naukowe „Akapit”, Kraków

tel./fax (012) 280-71-51/266-92-69

e-mail: msroda@uci.agh.edu.pl

OD REDAKCJI

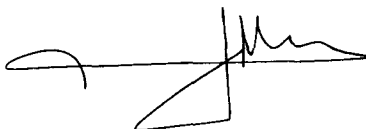
Szanowni Państwo,

otrzymujecie Suplement nr 3(32) kwartalnika „Żywność”, w którym opublikowaliśmy artykuły będące pokłosiem VII Sesji Młodej Kadry Naukowej – PTTŻ. Hasłem wiodącym tegorocznej Sesji była „Jakość i prozdrowotne cechy żywności. Nauka – w praktyce”. Sesja odbyła się w dniach 21–22 maja 2002 r. w Oleśnicy koło Wrocławia.

Wyrażamy nadzieję, że artykuły zamieszczone w tym Suplemencie zostaną życzliwie przyjęte nie tylko przez członków Sekcji Młodej Kadry Naukowej PTTŻ, ale również przez wszystkich naszych Czytelników.

Kraków, wrzesień 2002 r.

Redaktor Naczelny

A handwritten signature in black ink, consisting of a series of loops and a long horizontal stroke, positioned above the name Tadeusz Sikora.

Tadeusz Sikora

SESJA MŁODEJ KADRY NAUKOWEJ PTTŻ

Wśród imprez naukowych organizowanych przez Polskie Towarzystwo Technologów Żywności, stałą pozycję zyskały sobie Sesje Młodej Kadry Naukowej. Tegoroczna Sesja odbywała się w dniach 21–22 maja 2002 r. w Oleśnicy koło Wrocławia.

Było to już siódme spotkanie zorganizowane przez Sekcję Młodej Kadry Naukowej PTTŻ. Zarówno pod względem liczebności uczestników, jak i programu, miało charakter „regularnego” symposium naukowe. W Sesji wzięło udział łącznie 95 osób, w tym 15 profesorów oraz 80 młodych uczestników, reprezentujących 10 ośrodków naukowych – 9 uczelni (Akademia Morska w Gdyni, AR Kraków, AR Poznań, AR Szczecin, AR i AE Wrocław, Politechnika Łódzka, SGGW Warszawa, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski) oraz 1 ośrodek badawczy (Przemysłu Gastronomicznego, Łódź).

Program obejmował trzy sesje referatowe, na których przedstawiono 18 komunikatów naukowych oraz referaty wygłoszone w ramach tradycyjnego FORUM (zarezerwowanego dla zaproszonych gości Sesji) oraz dwie sesje plakatowe, obejmujące łącznie 67 plakatów.

Tym razem gośćmi byli: prof. dr hab. Katarzyna Szoltysek z Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu, która mówiła o współczesnych tendencjach w rozwoju prozdrowotnej żywności oraz prof. dr hab. Henryk Kostyra z Oddziału Nauki o Żywności IRZiBŻ PAN, który przedstawił problematykę lektyn w żywności, w świetle aktualnego stanu wiedzy w tej dziedzinie.

Poza gośćmi FORUM, autorami (lub pierwszymi współautorami) prezentowanych ustnie lub na plakatach prac byli wyłącznie młodzi pracownicy nauki, głównie, choć nie wyłącznie – doktoranci z różnych ośrodków akademickich.

Hasłem wiodącym tegorocznej Sesji była „Jakość i prozdrowotne cechy żywności”, z podtytułem „Nauka – w praktyce”.

Problematyka prezentowanych prac była bardzo różnorodna. Obejmowała ona zarówno charakterystykę niektórych mniej znanych surowców i dodatków do żywności, zagadnienia związane z przebiegiem procesów technologicznych i wielostronną oceną uzyskanych w ich wyniku produktów, aspekty metodyczne (w tym np. zastosowania technik biologii molekularnej do wykrywania i identyfikacji mikroorganizmów oraz modelowania molekularnego do wyjaśnienia przebiegu reakcji zachodzących w śro-

dowisku produktu i mających istotne znaczenie dla jego jakości) – aż do zagadnień żywieniowych oraz mikrobiologicznego i chemicznego bezpieczeństwa żywności.

W wielu pracach wyraźnie podkreślony był związek prowadzonych badań z praktyką produkcji żywności i zapewnieniem jej wysokiej jakości, rozumianej w kategoriach jakości „żywności nowej generacji” – obejmującej obok tradycyjnych elementów jakości, jak wartość odżywcza i bezpieczeństwo, atrakcyjność sensoryczna oraz trwałość i dyspozycyjność – również elementy nowe, jakimi są prozdrowotne cechy żywności, np. właściwości antyoksydacyjne lub probiotyczne. Stąd podtytuł Sesji „Nauka – w praktyce” znajdował pokrycie w treści prezentowanych prac.

Przedstawione ustne doniesienia charakteryzowały się w znakomitej większości wysokim poziomem naukowym oraz świetną prezentacją – zarówno pod względem merytorycznym (przejrzystego układu), jak i technicznym (eleganckiej, nowoczesnej ilustracji przedstawianych zagadnień).

Dzięki sprawności przewodniczących poszczególnych sesji referatowych – a także dyscyplinie czasowej referentów – wszystkie trzy sesje zmieściły się w przewidzianym programem ramach czasowych.

Bardziej zróżnicowany był poziom doniesień plakatowych. Obok bardzo interesujących i dobrze przedstawionych plakatów były i takie, które albo nie zawierały tak istotnych elementów, jak uzasadnienie podjęcia badań, czy ważne dla oceny uzyskanych wyników szczegóły dotyczące metodyki oraz charakterystyki badanego materiału. Nie we wszystkich przypadkach wnioski znajdowały przekonujące i udowodnione uzasadnienie w przedstawionych wynikach; dopiero po dyskusji z autorami okazywało się, że wnioski odnoszą się także do innych – wykonanych, ale nie przedstawionych na plakacie wyników badań. Jest to oczywiste formalne niedociągnięcie: jest podstawową zasadą, że wnioski są oparte wyłącznie na wynikach, prezentowanych w komunikacie plakatowym. Tylko wtedy są podstawy do oceny ich zasadności lub merytorycznej dyskusji z autorem.

Były to jednak tylko drobne usterki, nie zakłócające ogólnego, bardzo pozytywnego obrazu Sesji, jako dojrzałej i reprezentującej wysoki poziom konferencji naukowej.

Wyrównany wysoki poziom prezentowanych prac oraz ich liczebność i różnorodność tematyczna postawiły trudne zadanie przed stworzonym ad hoc zespołem złożonym z kilku profesorów oraz przedstawicieli Komitetu Organizacyjnego Sesji, który miał wybrać trzy najlepiej prezentowane ustnie prace oraz trzy najlepsze plakaty. Po dyskusji, w drodze konsensu, postanowiono wyróżnić i przedstawić do nagrody następujące prace:

I. Komunikaty prezentowane na sesjach referatowych:

- Wojciech Barszczewski (AR Wrocław): *Wykrywanie dzikich drożdży w browarnictwie w oparciu o PCR-RFLP rDNA i RAPD;*

- Wanda Mączka (AR Wrocław): *Zastosowanie biotransformacji do otrzymania optycznie czystych dodatków do produktów żywnościowych;*
- Dorota Sosnowska (Politechnika Łódzka): *Wydzielanie glikozydów antocyjanowych i ich aktywność antyoksydacyjna.*

II. Komunikaty plakatowe:

- Aneta Jarosławska (AR Wrocław): *Tarczycza bajkalska (Scutellaria baicalensis) jako przeciwutleniacz emulsji typu olej-woda;*
- Magdalena Kitlas, Małgorzata Ziarno (SGGW Warszawa): *Badania nad wzbogacaniem serów twarogowych w wapń;*
- Katarzyna Strzelczyk (AR Poznań): *Wykorzystanie analizy obrazu do badania napięcia powierzchniowego układów spożywczych metodą kropli wiszącej.*

Relacjonując to interesujące i udane wydarzenie naukowe należy podkreślić również wzorowe przygotowanie i przebieg Sesji od strony organizacyjnej. Jest ono wyłączną zasługą Komitetu Organizacyjnego Sesji pod przewodnictwem mgr inż. Anety Jarosławskiej we współpracy z Zarządem Sekcji Młodej Kadry Naukowej – co z całą satysfakcją należy odnotować. Życzliwe wsparcie ze strony Oddziału Wrocławskiego PTTŻ, głównie w osobie prof. dr hab. Teresy Smolińskiej dało efekt synergizmu.

Dopełnieniem programu naukowego Sesji było sympatyczne wieczorne spotkanie towarzyskie w plenerze, czemu sprzyjała piękna wiosenno-letnia aura.

Sesje organizowane przez Sekcję Młodej Kadry Naukowej PTTŻ od czterech lat stały się samodzielnymi konferencjami naukowymi, zaś od trzech lat nie tylko ich organizacja, ale również profil naukowy oraz wybór i kwalifikacja prac, układ programu, wydanie streszczeń itp. – jest dziełem Koleżanek i Kolegów z Sekcji Młodych. Tegoroczna Sesja po raz kolejny dowiodła, że umieją to robić profesjonalnie i bardzo sprawnie. „Starsi” (profesorowie) życzliwie śledzą tę działalność, czasem zaś doradzą i cieszą się widząc jak rosną następcy.

A w perspektywie są już zaplanowane dwie następne sesje: w przyszłym roku w Olsztynie i w roku 2004 w Krakowie. Sesje Młodej Kadry Naukowej umacniają swą pozycję jako coroczne regularne konferencje naukowe tych, od których zależy przyszłość polskiej nauki o żywności.

Życzymy im wytrwałości i pełnej satysfakcji z tego, czym się zajmują.

Prof. dr hab. Nina Barylko-Pikielna

ANNA BERTHOLD, IRENA MOLSKA

WYSTĘPOWANIE *BACILLUS CEREUS* W MLEKU SUROWYM

Streszczenie

Określono występowanie *B. cereus* (ogólną liczbę oraz NPL przetrwalników) w mleku surowym, pobieranym od pojedynczych krów (108 prób) z dwóch gospodarstw wielkostadnych o różnym poziomie higieny pozyskiwania mleka oraz w mleku zbiorczym (19 prób) z jednego z tych gospodarstw. W mleku od pojedynczych krów (20 prób) i mleku zbiorczym (19 prób) pozyskiwanym w gospodarstwie o wysokim poziomie higieny doju ogólna liczba *B. cereus* jak i NPL jego przetrwalników nie przekraczały 2 w 1 cm³. W mleku pozyskiwanym w gospodarstwie o niższym poziomie higieny doju (88 prób od pojedynczych krów) ogólna liczba komórek *B. cereus* zawierała się w granicach 5,0–6,0·10² j.t.k., a NPL przetrwalników – w granicach 0,018 – > 1,6·10² w 1 cm³.

Słowa kluczowe: mleko surowe, higiena produkcji, gospodarstwo wielkostadne, *Bacillus cereus*.

Wstęp

Podjęte w ostatnich latach działania w zakładach mleczarskich doprowadziły do zauważalnego podniesienia higieny produkcji, co przyczyniło się do poprawy jakości i wydłużenia trwałości produktów mleczarskich. Dalszy postęp w tym zakresie powinien doprowadzić w przyszłości do prawie całkowitego wyeliminowania zanieczyszczeń popasteryzacyjnych (wtórnych) bakteriami (z grupy coli, psychrotrofowymi, kwaszącymi), które stanowią główny czynnik skracający okres przydatności do spożycia wielu artykułów. Po wyeliminowaniu wspomnianych zanieczyszczeń dalsza poprawa jakości tych artykułów będzie uzależniona od zmniejszenia liczby bakterii ciepłoopornych w surowcu. W ostatnich latach szczególne zainteresowanie w tej grupie bakterii wzbudza gatunek *Bacillus cereus*, uważany za jeden z najbardziej szkodliwych. Drobnoustrój ten może być przyczyną wad różnych produktów mleczarskich,

jak też powodować zatrucia pokarmowe wskutek wytwarzania enterotoksyn. O wzrastającym znaczeniu *B. cereus* świadczy coraz większa liczba ukazujących się publikacji dotyczących jego występowania, charakterystyki cech biochemicznych, zdolności do wytwarzania enterotoksyn, do rozwoju w niskich temperaturach oraz powodowania wad produktów mleczarskich.

Gatunek ten stanowi trudny do całkowitego wyeliminowania składnik mikroflory mleka surowego. Do mleka dostaje się zarówno w formie komórek wegetatywnych, jak i przetrwalników z powierzchni brudnych strzyków i kubków udojowych podczas doju oraz z przewodów i zbiorników do przetrzymywania mleka surowego.

Jak podają różni badacze, *B. cereus* występuje w trawie, paszy, kale i ściółce. W sianie i kiszonkach stwierdza się, zależnie od ich jakości, odpowiednio, 10^2 – 10^4 i 10^1 – 10^5 przetrwalników *B. cereus* w przeliczeniu na 1 g suchej substancji. Pierwotnym źródłem zanieczyszczenia jest jednak gleba, w której stwierdza się najwięcej komórek wegetatywnych i przetrwalników *B. cereus*, bo odpowiednio od 10^3 do 10^7 j.t.k. w 1 g i 10^2 – 10^5 j.t.k. w 1 g. Z gleby przetrwalniki dostają się do paszy i do przewodu pokarmowego zwierząt i w niezmienionym stanie przechodzą do kału, a stąd na powierzchnię strzyków. Jeśli strzyki nie są myte i dezynfekowane przed dojem, przetrwalniki dostają się do mleka. Również ziemia oblepiająca brudne strzyki stanowi przyczynę bezpośredniego silnego zanieczyszczenia mleka tym gatunkiem. Dodatkowym niepożądanym zjawiskiem jest to, że przetrwalniki *B. cereus* występujące w ziemi i kale należą do szybko kiełkujących w mleku (to znaczy takich, które kiełkują w ciągu 24 godz. przetrzymywania mleka w temp. 20°C , uprzednio ogrzewanego w temp. 72°C przez 10 s; przetrwalniki wolno kiełkujące nie wykiełkują w takich warunkach) [2, 6, 10, 14, 21, 24, 26].

Do zanieczyszczenia mleka dochodzić może także w wyniku stosowania niezdezynfekowanego sprzętu do doju i przetrzymywania mleka [10, 23, 27]. Niekiedy drobnostrój ten występuje w wymieniu, gdyż stwierdza się przypadki (choć rzadkie) zapaleń wymienia powodowanych przez *Bacillus cereus* [10, 12].

W literaturze zagranicznej jest wiele danych na temat występowania *B. cereus* w mleku surowym. Dane co do częstotliwości występowania i liczby komórek tego gatunku w mleku surowym w różnych krajach są jednak zróżnicowane.

Ahmed i wsp. [1] przebadali w USA 100 próbek mleka surowego i w 9% tych próbek wykryli obecność komórek wegetatywnych i przetrwalników *B. cereus* w liczbie od poniżej 10 do 10^2 j. t. k. w 1 cm^3 . Griffiths [7] wyodrębnił z około 60% próbek mleka surowego psychrotrofowe bakterie, z których większość należała do *B. cereus*. W mleku surowym pochodzącym z około 40% poddanych badaniom farm, Slaghuis i Wolters [22] stwierdzili od 1 do 120 przetrwalników *B. cereus* w 10 cm^3 . Na 24 próbki mleka surowego badanego przez Rangasamy'ego i wsp. [20] w Australii, z 6 próbek wyizolowano *B. cereus*, przy czym liczba komórek wegetatywnych i przetrwalników

nie przekraczała 10 w 1 cm³. Ziemann [28] w Niemczech poddał badaniom 407 próbek mleka, dostarczanego do zakładów mleczarskich w cysternach, i stwierdził obecność *B. cereus* w 28,4% próbek. Z kolei Te Giffel i wsp. [6] w Holandii wykazali obecność przetrwalników *B. cereus* w 13-40% próbek mleka spośród 190 pobranych od pojedynczych krów.

Dane krajowe na temat występowania *Bacillus cereus* w mleku surowym są nieliczne. Molska i Mazurek [15] przebadali 100 próbek mleka surowego od indywidualnych dostawców. W 98% badanych próbek przetrwalniki *B. cereus* stwierdzono w 100 cm³, w 81% w 10 cm³, w 32% w 1 cm³ i w 10% w 0,1 cm³. Najbardziej prawdopodobna liczba przetrwalników *B. cereus* wahała się w granicach od 4 do ponad 1,1·10³ w 100 cm³ mleka.

W publikacjach z krajów o cieplejszym klimacie i o niższym poziomie higieny pozyskiwania mleka znajdują się doniesienia o silniejszym, niż podane wyżej, zanieczyszczeniu go przez *B. cereus*. W latach 80. XX w., w mleku analizowanym w Egipcie, w około 70% próbek przetrwalniki *B. cereus* stwierdzono w liczbie od 10² do 10⁶ w 1 cm³ [11]. Mleko analizowane w Maroku [9] zawierało średnio 5,7·10² przetrwalników *B. cereus* w 1 cm³.

Jak podają niektórzy badacze [2, 3, 4, 6, 8, 13, 16, 17, 21, 25], liczba *B. cereus* w mleku surowym jest różna zależnie od sezonu. Gatunek ten występuje częściej i w większej liczbie w mleku w okresie letnim niż zimowym.

Za cel niniejszej pracy przyjęto określenie występowania *B. cereus* w mleku surowym pochodzącym od pojedynczych krów z dwóch obór wielkostadnych o różnym poziomie higieny doju i bytowania krów oraz w mleku zbiorczym z tych obór.

Materiał i metody badań

Mleko od pojedynczych krów pobierano z dwóch obór wielkostadnych, oznaczonych w dalszym tekście jako obora A i B, w dwóch wybranych gospodarstwach. W oborze A wymienione badania przeprowadzano także w mleku zbiorczym od całego stada. Z prób, w których stwierdzono występowanie bakterii przypuszczalnie należących do *B. cereus* izolowano je do dalszych badań.

Zarówno w oborze A, jak i B, stosowany był dój mechaniczny przy użyciu dojarek przewodowych. Podczas pobierania prób mleka nie ingerowano w przebieg doju.

Obora A, w której liczba krów wynosiła 80, była typu płytkego, bezściółkowa; dój odbywał się w hali udojowej. Zabiegi higieniczne przed dojem obejmowały umycie wymion strumieniem bieżącej wody z prysznica, spryskanie ich płynem dezynfekującym i wytarcie do sucha papierowym ręcznikiem. Po doju strzyki zanurzone były w płynie dezynfekcyjnym. Instalacja do doju, w tym także kubki udojowe, myta była w obiegu zamkniętym.

Obora B była również typu płytkiego, ale ze ściółką. W stadzie znajdowało się 100 krów. Dój odbywał się bezpośrednio w oborze. Zabiegi higieniczne polegały na umyciu wymion przed dojem bawełnianą ściereczką zanurzaną w wodzie (tej samej dla 2–3 kolejnych krów) z dodatkiem płynu dezynfekcyjnego. Po doju strzyki nie były dezynfekowane. Instalacja do doju i kubki udojowe myte były w obiegu zamkniętym.

W oborze A próby mleka zbiorczego pobierano zwykle 1 raz w miesiącu po 2 próby w ciągu 8 miesięcy. Było to mleko zbiorcze z doju wieczornego i rannego od całego stada. Po wymieszaniu całości mleka w tanku chłodniczym pobierano po ok. 600 cm³ mleka do jałowych butelek Schotta.

Mleko od pojedynczych krów z obory A pobierano przez okres 2 miesięcy (miesiące letnie) po 10 prób od wybranych losowo krów w każdym miesiącu. Od wybranych krów w czasie doju wieczornego pobierano po około 100 cm³ mleka do jałowych butelek Schotta.

W oborze B nie było możliwe pobieranie prób mleka zbiorczego z tanku chłodniczego. Pobierano tylko próby mleka od wybranych pojedynczych krów w ciągu 8 miesięcy – zwykle od 10 krów. Próby, po ok. 100 cm³ od pojedynczych krów, pobierano w czasie doju wieczornego do jałowych butelek Schotta.

Bezpośrednio po pobraniu prób mleka schładzano je w wodzie z lodem do temperatury 2–4°C i przewożono do laboratorium Zakładu Technologii Mleka SGGW (Z.T.M.), gdzie niezwłocznie poddawano je badaniom. Oznaczano zarówno ogólną liczbę komórek *B. cereus*, jak też liczbę przetrwalników *B. cereus*.

Oznaczanie liczby bakterii *B. cereus* ogółem wykonywano metodą posiewu powierzchniowego według metody opisanej w PN-93/A-86034/14 [19]. Stosowano pożywkę MYP (Merck, nr kat. 1.05463). Na podstawie liczby charakterystycznych kolonii oznaczano liczbę przypuszczalnego *B. cereus*.

Ze względu na małą oczekiwaną liczbę przetrwalników *B. cereus* w mleku zastosowano metodę oznaczania NPL 5-probówkową. W tym celu 5-krotnie pobierano porcje badanego mleka o objętościach: 100 i 10 cm³ oraz 1 i 0,1 cm³ (uzupełnione jałowym mlekiem do 10 cm³), po czym ogrzewano je w łaźni wodnej w temp. 80°C ± 1°C przez 10 min. Następnie mleko schładzano do temp. około 30°C, inkubowano w tej temperaturze przez około 24 godziny i z każdej próbki z mlekiem posiewano materiał rysowo eż na powierzchnię pożywki MYP, przygotowanej w płytkach Petriego wg cytowanej normy. Po inkubacji płytek w temp. 30°C ± 1°C przez 20–24 godz. obserwowano pojawienie się typowego dla *B. cereus* wzrostu, na podstawie którego obliczano z tabel wskaźnik, który przeliczano na NPL przetrwalników przypuszczalnego *B. cereus*. Stosowano tabelę zamieszczoną w normie PN-93/A-86034/12 [18].

Podczas prowadzenia badań pobierano materiał z charakterystycznych kolonii i/lub z posiewu rysowego *B. cereus* i przesiewano na pożywkę PCSMA (Plate Count Skim Milk Agar, Merck, nr kat. 1.15338). O ile to było możliwe, z każdej badanej

próbki mleka przesiewano po kilka charakterystycznych kolonii. Zaszczepioną pożywkę inkubowano w temp. $30^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ przez 20–24 godz., a po uzyskaniu wzrostu przechowywano w stanie zamrożonym. Szczepy te uznano za przypuszczalnie należące do *B. cereus*.

Testy potwierdzające przynależność wyizolowanych szczepów do gatunku *B. cereus* przeprowadzono zgodnie z metodyką opisaną w PN-93/A-86034/14 [19].

Wyniki i dyskusja

Występowanie *B. cereus* określono w próbach mleka pobieranych z dwóch obór wielkostadnych oznaczonych jako A i B.

Łącznie przebadano 108 prób mleka od pojedynczych krów (20 prób z obory A, 88 prób z obory B) oraz 19 prób mleka zbiorczego z obory A. Wyizolowano 152 szczepy, z których wszystkie po wykonaniu badań potwierdzających, ujętych w PN-93/A-86034/14 [19], zaliczono do gatunku *B. cereus*.

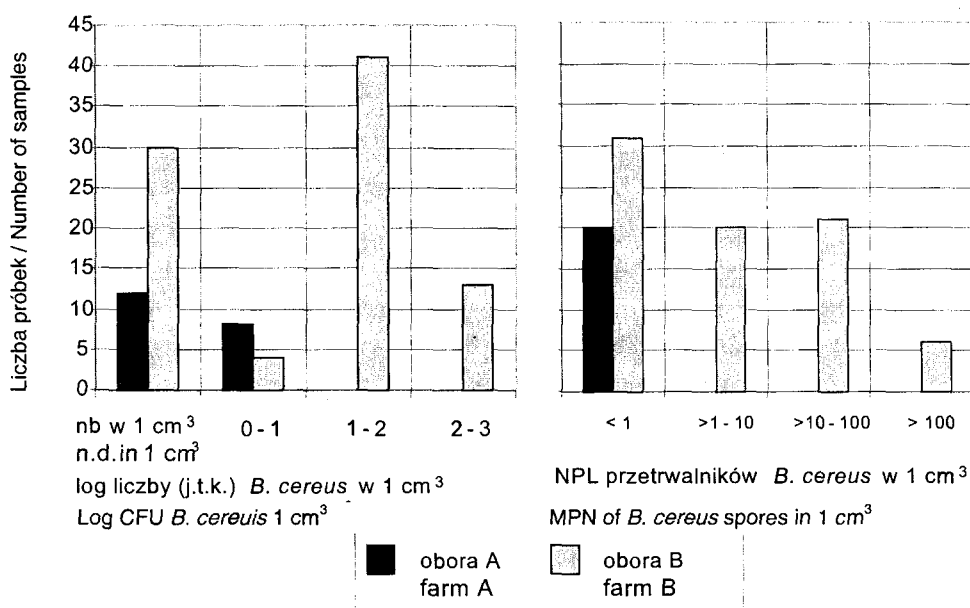
Wyniki badań przedstawiono w tab. 1 i na rys. 1. Wyniki te wskazują na różny poziom zanieczyszczenia gatunkiem *B. cereus* mleka pochodzącego z obu obór.

Tabela 1

Liczba *B. cereus* w mleku surowym z obory A i B.
Number of *B. cereus* in raw milk from farm A and B.

| Bakterie Bacteria | Liczba badanych prób Number of samples | Procent prób dodatnich Percentage of positive samples | Zakres liczby j.t.k. lub NPL w 1cm^3 Range CFU or MPN in 1cm^3 |
|---|---|--|---|
| Mleko zbiorcze z obory A Bulk tank milk from farm A | | | |
| - <i>B. cereus</i> ogółem total / <i>B. cereus</i> | 19 | 0 | nie stwierdzono not detected |
| - przetrwalniki <i>B. cereus</i> / <i>B. cereus</i> spores | 19 | 100 | 0,018 – 1,4 |
| Mleko od pojedynczych krów z obory A Milk from individual cows from farm A | | | |
| - <i>B. cereus</i> ogółem / total <i>B. cereus</i> | 20 | 40 | $1,0 \cdot 10^0$ – $2,0 \cdot 10^0$ |
| - przetrwalniki <i>B. cereus</i> / <i>B. cereus</i> spores | 20 | 100 | < 0,018 – 0,79 |
| Mleko od pojedynczych krów z obory B Milk from individual cows from farm B | | | |
| - <i>B. cereus</i> ogółem total <i>B. cereus</i> | 88 | 66 | $5,0 \cdot 10^0$ – $6,2 \cdot 10^2$ |
| - przetrwalniki <i>B. cereus</i> <i>B. cereus</i> spores | 78 | 100 | 0,018 – $> 1,6 \cdot 10^2$ |

W żadnej próbie mleka zbiorczego z obory A (tab. 1) nie stwierdzono w 1 cm^3 obecności *B. cereus*, jeżeli posiewano do płytek Petriego bezpośrednio 1 cm^3 tego mleka. NPL przetrwalników tego gatunku zawierała się w granicach $0,02-1,4$ w 1 cm^3 ($2 - 1,4 \cdot 10^2$ w 100 cm^3). W 8 próbach (40%) mleka od pojedynczych krów z obory A liczba *B. cereus* ogółem nie przekraczała $2,0 \cdot 10^0$ j.t.k. w 1 cm^3 , a w 12 pozostałych próbach (60%) nie stwierdzono obecności *B. cereus* w 1 cm^3 przy oznaczaniu jego ogólnej liczby (rys. 1). NPL przetrwalników *B. cereus* w tym mleku wynosiła we wszystkich próbach poniżej 1,0 w 1 cm^3 (od $< 0,018$ do 0,79). W przeliczeniu na 1 dm^3 największa NPL wynosiła $7,9 \cdot 10^2$ (rys. 1, tab. 1).



Rys. 1. Liczba *Bacillus cereus* w mleku surowym od pojedynczych krów (obora A – 20 próbek; obora B – 88 próbek).

Fig. 1. Number of *Bacillus cereus* in raw milk from individual cows (farm A – 20 samples; farm B – 88 samples).

W mleku od pojedynczych krów z obory B, w 30 próbach (34%) nie wykryto w 1 cm^3 *B. cereus* przy oznaczaniu ogólnej jego liczby, natomiast w pozostałych 58 próbach liczba ta była zróżnicowana, przy czym w 45 próbach (51%) wynosiła od poniżej 10 do 10^2 w 1 cm^3 , a tylko w 13 próbach (15%) – w granicach 10^2-10^3 w 1 cm^3 (rys. 1). NPL przetrwalników *B. cereus* w mleku z obory B w 51 próbach (65%) wynosiła ≤ 10 , w 21 próbach (27%) była w granicach 10^1-10^2 , a w 6 próbach (8%) – w granicach 10^2-10^3 w 1 cm^3 .

Przedstawione wyżej dane, szczególnie widoczne na rys. 1, świadczą o znacznym zróżnicowaniu stopnia zanieczyszczenia przez *B. cereus* mleka pochodzącego z badanych obór i o istotnym wpływie higieny bytowania krów i higieny doju na liczbę tych bakterii w mleku. Stosowana w oborze A metoda utrzymywania czystości wymion i higieny doju okazała się bardziej skuteczna niż w oborze B.

W oborze B wymiona łatwo ulegały zanieczyszczeniu ze środowiska (ze ściółki zmieszanej z kałem), a stosowany sposób ich mycia i dezynfekcji przed dojem nie zapewniał odpowiedniej czystości. Zróżnicowany poziom liczebności bakterii *B. cereus* w mleku od poszczególnych krów z obory B świadczy o tym, że nie przestrzegano starannego przygotowania do doju każdej krowy i sprzętu. O tym, że możliwe było właściwe umycie wymion i sprzętu do doju w oborze B świadczy brak *B. cereus* w 1 cm^3 w pewnej części próbek mleka z tej obory. Warto zauważyć, że ogólna liczba *B. cereus* i NPL jego przetrwalników były w niektórych próbach mleka na zbliżonym poziomie. Zanieczyszczenie tak dużą liczbą przetrwalników mogło pochodzić właśnie z powierzchni strzyków lub wnętrza kubków udojowych dojarek.

Publikacje z różnych krajów dotyczące występowania bakterii *B. cereus* w mleku surowym są liczne, lecz dane, co do ich liczebności są dosyć zróżnicowane. Mogło to być spowodowane z jednej strony stosowaniem różnych metod oznaczania liczby tego gatunku (np. oznaczanie zarówno komórek wegetatywnych, jak i przetrwalników lub tylko przetrwalników, zastosowanie różnych pożywek), z drugiej zaś – rzeczywiście różnym poziomem zanieczyszczenia mleka. Zdaniem niektórych badaczy [15, 16], w mleku surowym istotne znaczenie mają tylko przetrwalniki, ze względu na ich oporność na temperaturę pasteryzacji i przechodzenie do artykułów mlecznych.

Śledząc wyniki badań z różnych krajów dotyczące występowania przetrwalników *B. cereus* w mleku surowym można zauważyć, że liczba tych przetrwalników systematycznie zmniejsza się. Na przykład Te Giffel i wsp. [5, 6], cytując dane różnych badaczy z lat 70. XX w. podali, że liczba ta wahała się od poniżej 10^1 do 10^2 w 1 cm^3 mleka. Podobne dane podają też Ahmed i wsp. [1]. Według Slaghuis i Woltersa [22] oraz Rangasamy'ego i wsp. [20] liczba tych form w mleku była dziesięciokrotnie mniejsza. Ostatnie publikacje [2, 5, 21] zawierają dane wskazujące na liczbę przetrwalników *B. cereus* < 1 w 1 cm^3 , a nawet < 10 w 1 dm^3 mleka. Wiąże się to z ogólną poprawą jakości mleka surowego w różnych krajach.

W niniejszej pracy stwierdzono zróżnicowany poziom liczby *B. cereus* w mleku surowym pochodzącym z 2 gospodarstw, również zależny od poziomu higieny doju. W mleku od pojedynczych krów z obory A, w której zapewniono wysoki poziom higieny bytowania krów i higieny doju występowały znacznie mniejsze liczby zarówno komórek wegetatywnych jak i przetrwalników *B. cereus* niż w mleku pochodzącym od krów z obory B o niższym poziomie tej higieny.

Z publikacji omówionych we wstępie wynika, że *B. cereus* łatwo może dostać się do mleka surowego z różnych źródeł. W naszym kraju brak jest danych co do występowania tego gatunku na przykład w kale krów, różnych paszach, ściółce czy glebie, skąd może dostawać się na powierzchnię wymion. Badacze z innych krajów zaobserwowali, że zabrudzone wymię stanowi (obok brudnej instalacji udojowej) główne źródło zanieczyszczenia mleka tym gatunkiem. Strzyki łatwo ulegają zanieczyszczeniu kałem czy ziemią, dlatego powinny być one przed każdym dojem starannie myte i dezynfekowane.

Jak podają van Heddeghem i Vlaemynck [10], nawet mała ilość kału czy ziemi pozostająca na strzykach może zanieczyścić mleko znaczną liczbą przetrwalników bakterii. Wymienieni badacze podali liczby przetrwalników *B. cereus* w mleku surowym udojonym po dokładnym umyciu strzyków i bez ich umycia. Jeśli strzyki były starannie umyte, to w 67% prób mleka liczba przetrwalników *B. cereus* wynosiła nie więcej niż 1 w 10 cm³, a tylko w 2 próbach na 90 przebadanych liczba ta przekraczała 5 w 10 cm³. W mleku pozyskanym bez mycia strzyków w 1/3 prób stwierdzono ponad 5 przetrwalników *B. cereus* w 10 cm³.

Wnioski

1. Poziom higieny obory i pozyskiwania mleka miały wyraźny wpływ na stopień zanieczyszczenia mleka formami wegetatywnymi i przetrwalnikami bakterii *Bacillus cereus*.
2. W mleku pozyskiwanym w gospodarstwie o wyższym poziomie higieny doju liczba *B. cereus* (zarówno w mleku od pojedynczych krów jak i zbiorczym) nie przekraczała 2 j.t.k. w 1 cm³, natomiast w mleku od pojedynczych krów, pozyskiwanym w gospodarstwie o niższym poziomie higieny, liczba komórek zawierała się w granicach od 5,0·10⁰ do 6,0·10² j.t.k. w 1 cm³, a NPL przetrwalników wynosiła od 0,018 do ponad 1,6·10² w 1 cm³.

Badania wykonano w ramach grantu KBN 6PO6G 03620.

LITERATURA

- [1] Ahmed A. A-H., Moustafa M. K., Marth E. H.: Incidence of *Bacillus cereus* in milk and some milk products. J. Food Prot., 1983, **46**, 126-128.
- [2] Christiansson A., Bertlissson J., Svensson B.: *Bacillus cereus* spores in raw milk: factors affecting the contamination of milk during the grazing period. J. Dairy Sci., 1999, **82**, 305-313.
- [3] Crielly E.M., Logan N.A., Anderton A.: Studies on the *Bacillus* flora of milk and milk products. J. Appl. Bacteriol., 1994, **77**, 256-263.
- [4] Te Giffel M.C., Beumer R.R., Bonestroo M.H., Rombouts F.H.: Incidence and characterization of *Bacillus cereus* in two dairy processing plants. Neth. Milk Dairy J., 1996, **5** (50), 479-492.

- [5] Te Giffel M.C., Beumer R.R., Christiansson A., Griffiths M.W.: *Bacillus cereus* in milk and milk products. Advances in detection, typing and epidemiology, Bulletin of the IDF, 2000, **357**, 47-54.
- [6] Te Giffel M.C., Beumer R. R., Slaghuis B. A., Rombouts F. M.: Occurrence and characterization of (psychrotrophic) *Bacillus cereus* on farms in the Netherlands. Neth. Milk Dairy J., 1995, **49**, 125-137.
- [7] Griffiths M. W.: *Bacillus cereus* in liquid milk and other milk products. Bulletin of the IDF, 1992, **275**, 36-39.
- [8] Griffiths M.W., Phillips J. D.: Incidence, source and some properties of psychrotrophic *Bacillus* spp. found in raw and pasteurized milk. J. Soc. Dairy Technol., 1990, **43**, 62-66.
- [9] Hamana A., El-Moukhtafi M.: Study of the hygienic quality of raw milk produced in Morocco, Mahgreb Veterinaire, 1990, **5**(23), 17-20. In: Dairy Sci. Abstr., 1993, **1** (55), 306, abs. 306.
- [10] Van Heddeghem A., Vlaemynek G.: Factors affecting the growth of *Bacillus cereus*. Bulletin of the IDF, 1992, **275**, 26-29.
- [11] Helmy Z.A., Abd-El-Bakey A., Mohamed E.J.: Occurrence of *Bacillus cereus* in milk and milk products in Egypt. Zentralblatt für Mikrobiologie, 1984, **2** (139), 129-133. In: Dairy Sci. Abstr., 1985, **1** (47), 38, abs. 339.
- [12] Kramer J. M., Gilbert R. J.: *Bacillus cereus* and other *Bacillus* species. In: Foodborne bacterial pathogens. Edited by M. P. Doyle. Marcel Dekker Inc., Nowy Jork 1989, pp. 21-70.
- [13] Larsen H.D., Jorgensen K.: The occurrence of *Bacillus cereus* in Danish pasteurized milk., Int. J. Food Microbiol., 1997, **2** (34), 179-186.
- [14] McKinnon, C.H., Pettipher, G.L.: A survey of sources of heat resistant bacteria in milk with particular reference to psychrotrophic spore-forming bacteria. J. Dairy Res., 1983, **50**, 163-170.
- [15] Molska I., Mazurek L.: Występowanie *Bacillus cereus* w mleku surowym i spożywanym pasteryzowanym, Roczn. Inst. Mlecz., 1999, **1** (23), 35-42.
- [16] Molska I., Ziarno M.: Występowanie i znaczenie *Bacillus cereus* w mleku spożywanym, pasteryzowanym. Przem. Spoż., 1996, **6**, 14-16.
- [17] Phillips J.D., Griffiths M.W.: Factors contributing to the seasonal variation of *Bacillus* spp. in pasteurized dairy products, J. Appl. Bacteriol., 1986, **4** (61), 275-285.
- [18] PN-93/A-86034/12: Mleko i przetwory mleczarskie. Badania mikrobiologiczne. Przetwarzalniki bakterii beztlenowych redukujących siarczyny – wykrywanie obecności, oznaczanie najbardziej prawdopodobnej liczby (NPL).
- [19] PN-93/A-86034/14: Mleko i przetwory mleczarskie. Badania mikrobiologiczne. *Bacillus cereus* – oznaczanie liczby metodą płytkową w temperaturze 30°C.
- [20] Rangasamy P. N., Iyer M., Rogiński H.: Isolation and characterization of *Bacillus cereus* in milk and dairy products manufactured in Victoria. Austr. J. Dairy Technol., 1993, **48**, 93-95.
- [21] Slaghuis B. A., Giffel M. C., Beumer R. R., Andre G.: Effect of pasturing on the incidence of *Bacillus cereus* spores in raw milk. Int. Dairy J., 1997, **7**, 201-205.
- [22] Slaghuis B.A., Wolters G.M.V.H.: *Bacillus cereus* spores in raw milk from different farms. Bulletin of the IDF, 1993, **287**, 26.
- [23] Slaghuis B.A., de Vries T., Verheij J.G.P.: Bacterial load of different materials which can contaminate milk during production. Milchwissenschaft, 1991, **9** (46), 574-578.
- [24] Stadhouders J., Hup G., Langeveld L.P.M.: Some observations on the germination, heat resistance and outgrowth of fast-germinating and slow-germinating spores of *Bacillus cereus* in pasteurized milk. Neth. Milk Dairy J., 1980, **4** (34), 215-228.
- [25] Sutherland A.D., Murdoch R.: Seasonal occurrence of psychrotrophic *Bacillus* sp. in raw milk and studies on the interactions with mesophilic *Bacillus* sp. Int. J. Food Microbiol., 1994, **21**, 279-292.

- [26] Świącicka J., Hauschild T.: Rodzaj *Bacillus* – występowanie i znaczenie w środowiskach naturalnych, Post. Mikrobiol., 1996, **1** (35), 27-43.
- [27] Waes G.: Sources of contamination of the milk with *Bacillus cereus*. Bulletin of the IDF, 1993, **287**, 16.
- [28] Ziemann H.: Zum Nachweis von *Bacillus cereus* in Rohmilch und mögliche Verminderung bei der Gewinnung. Thesis, Tierärztliche Hochschule. Hanover, 1992. In: Dairy Sci. Abstr., 1993, **2** (55), 138, abs. 1214.

THE OCCURRENCE OF *BACILLUS CEREUS* IN RAW MILK

Summary

The presence of *Bacillus cereus* (the total number of cells and the most probable number of spores – MPN) in raw milk from individual cows (108 samples) from 2 farms and in bulk tank milk (19 samples) from one of these farms has been determined. In milk from individual cows (20 samples) and in bulk tank milk (19 samples) from farm where the hygienic level of milking was high the total number of *B. cereus* and MPN of spores not exceeded 2 in 1 cm³. In milk from second farm (88 samples from individual cows) the total number of *B. cereus* was in the range 5.0–6.0·10² CFU and MPN of spores – in the range 0.018–> 1.6·10² in 1 cm³.

Key words: raw milk, hygiene of production, farm, *Bacillus cereus*. ☒

SYLWIA CHUDY, JAN PIKUL

CHARAKTERYSTYKA LODÓW Z ZAMIENNIKIEM TŁUSZCZU I CUKRU

Streszczenie

W pracy otrzymano lody niskotłuszczowe o zawartości 0,3% tłuszczu, niskotłuszczowe i niskocukrowe o zawartości 0,3% tłuszczu i 5% sacharozy oraz lody o zawartości 8,5% tłuszczu i 11% sacharozy, które stanowiły próbę odniesienia. W mieszankach lodowych dokonano pomiaru kwasowości miareczkowej i czynnej oraz lepkości. W lodach oznaczono stopień napowietrzenia oraz dokonano oceny sensorycznej i konsumenckiej. Lody badano bezpośrednio po wytworzeniu i po 10 tygodniach przechowywania w temperaturze -20°C . Po okresie przechowywania, w badanych lodach nastąpiło zmniejszenie stopnia napowietrzenia, za wyjątkiem lodów o zawartości 8,5% tłuszczu i 11% sacharozy. W ocenie sensorycznej i konsumenckiej najwyższe noty uzyskała próba kontrolna.

Słowa kluczowe: lody, zamiennik tłuszczu, zamiennik cukru.

Wstęp

Wartość energetyczna i żywieniowa lodów zależy od ilości i rodzaju składników, z których je wyprodukowano, tzn. od udziału: sacharydów (sacharozy, laktozy), tłuszczu (mlecznego, roślinnego), białek i pozostałych dodatków [7, 11].

Z uwagi na wymagania klientów, na rynku jest bardzo duży wybór lodów, od beztłuszczowych i bezcukrowych do pełnotłustych i o bardzo wyraźnym słodkim smaku. W trendach zachodnich już od dłuższego czasu obserwuje się dążenie do obniżania kaloryczności lodów, we wschodnich natomiast niechęć do rezygnacji z tradycyjnych lodów o wysokiej zawartości tłuszczu [1]. W USA 62% konsumentów zwraca baczną uwagę na zawartość tłuszczu w lodach. Jest to trzecia pod względem ważności cecha, wymieniana po smaku i cenie, decydująca o wyborze lodów [8]. W Polsce, na kalo-

ryczność tego rodzaju produktów zwracają uwagę przede wszystkim ludzie młodzi. W przedziale wiekowym 14–19 lat, 60% ankietowanych ogranicza spożycie deserów mrożonych z obawy przed wzrostem masy ciała [5].

Wychodząc naprzeciw tym problemom, surowce wysokokaloryczne takie, jak tłuszcz i cukier zastępuje się innymi o niższej kaloryczności. Zamiennikami tłuszczu w lodach mogą być m.in. koncentraty białek serwatkowych, różnego rodzaju skrobie oraz inulina.

Koncentraty białek serwatkowych mają bardzo korzystny skład, z uwagi na wysoką zawartość białka (ok. 80%) przy niskiej zawartości tłuszczu (5%) i laktozy (4%), w porównaniu z odtłuszczonym mlekiem w proszku (ok. 36% białka, 1% tłuszczu i 50% laktozy).

Niewielka ilość laktozy, wprowadzana wraz z wysokobiałkowymi koncentratami białek serwatkowych, pozwala uniknąć wady jaką jest piaszczystość, wynikająca z nadmiaru laktozy w lodach.

Laktitol, sorbitol, polidekstroza, oligofruktoza i maltodekstryny w połączeniu z substancjami słodzącymi, jak aspartam lub acesulfam K, mogą pełnić funkcje sacharozy [10]. Nową propozycją włoskich producentów na rynku zamienników są surowce do produkcji lodów typu „light” otrzymane z ryżu [9].

Celem pracy było zbadanie wpływu polidekstrozy, koncentratu białek serwatkowych i aspartamu na właściwości i charakterystykę sensoryczną lodów.

Material i metody badań

Material do badań stanowiły lody o zawartości 0,3% tłuszczu i 10% sacharozy (niskotłuszczowe) oraz lody o zawartości 0,3% tłuszczu i 5% sacharozy (niskotłuszczowe i niskocukrowe). Próbę odniesienia stanowiły lody tradycyjne o zawartości 8,5% tłuszczu i 11% sacharozy. Do otrzymania lodów niskotłuszczowych użyto następujących surowców: płynne, odtłuszczone mleko, cukier, odtłuszczone mleko w proszku, koncentrat białek serwatkowych o zawartości 82% albuminy i globuliny, polidekstroza oraz mieszanka stabilizująco-emulgująca. Lody niskotłuszczowe i niskocukrowe zawierały dodatkowo aspartam. Lody tradycyjne zawierały w swoim składzie: płynne mleko, śmietankę, cukier, odtłuszczone mleko w proszku i mieszankę stabilizująco-emulgującą.

Prace prowadzono w warunkach laboratoryjnych. Do eksperymentalnego wytworzenia lodów użyto poziomego frezera o działaniu okresowym firmy Giusti. Lody oceniano bezpośrednio po wytworzeniu oraz po 10 tygodniach przechowywania w temperaturze -20°C . Przeprowadzono pomiary kwasowości miareczkowej [12] i czynnej, lepkości mieszanek lodowych przed i po okresie dojrzewania, stopnia napowietrzenia lodów przed i po okresie przechowywania. Do pomiaru lepkości mieszanek lodowych użyto wiskozymetru, typ RN z trzpieniem M1. Szybkość obrotów

rotora wynosiła 4 s^{-1} . Stopień napowietrzenia lodów obliczano korzystając z równania [2]:

$$\text{Napowietrzenie lodów} = [(m_m - m_l) \cdot m_l^{-1}] \cdot 100 [\%],$$

gdzie:

m_l – masa lodów [g],

m_m – masa mieszanki przed zamrożeniem [g].

Dokonano również oceny sensorycznej lodów z użyciem karty do oceny lodów, opracowanej przez American Dairy Science Association [13]. Przeliczanie punktów uzyskanych w ocenie sensorycznej na klasę jakości lodów przedstawiono w tab. 1.

Tabela 1

Punktacja do określania klasy jakości lodów na podstawie oceny sensorycznej [13].
Quality class estimation of ice cream according to points obtained in sensory test.

| Ocena smaku i zapachu Flavour evaluation | Ocena konsystencji i tekstury [pkt] Body and texture evaluation [points] | Klasa jakości Quality class |
|---|---|--------------------------------|
| 40-39,6 | 30-29,6 | doskonała excellent |
| 39,5-37,6 | 29,5-27,6 | dobra good |
| 37,5-35,6 | 27,5-25,6 | średnia average |
| 35,5 lub mniej or less | 25,5 lub mniej or less | zła poor |

Przeprowadzono także ocenę konsumencką, w której zastosowano metodę profilową oceny ogólnej pożądalności lodów. Dziesięciocentymetrową skalę liniową oznaczono na obu jej końcach: na lewym (0 jednostek) – „bardzo nie lubię”, a na prawym (10 jednostek) „bardzo lubię”. W ocenie udział wzięło 40 osób w różnym wieku. Zakodowane próbki lodów podawano w jednorazowych, plastikowych pojemnikach o pojemności 200 cm^3 , w losowej kolejności [6].

Podane w pracy wyniki są wartościami średnimi z trzech serii i trzech powtórzeń. Do określenia statystycznie istotnych różnic między uzyskanymi wynikami na poziomie istotności $\alpha = 0,05$ wykorzystano test F Snedecora [3].

Wyniki i dyskusja

Analizując wyniki badań fizykochemicznych można stwierdzić, że mieszanki lodowe niskotłuszczowe oraz niskotłuszczowe i niskocukrowe charakteryzowały się wyższą kwasowością w porównaniu z mieszanką, z której przygotowano lody tradycyjne (tab. 2). W badaniach Danków i wsp. [4], nad właściwościami lodów w zależno-

ści od dodatku preparatu białek mleka, również zaobserwowano, że wraz ze wzrostem udziału w mieszance białek serwatkowych kwasowość mieszanki lodowej wzrasta.

Tabela 2

Kwasowość czynna i miareczkowa mieszanek lodowych.
pH and titration acidity of ice cream mixes.

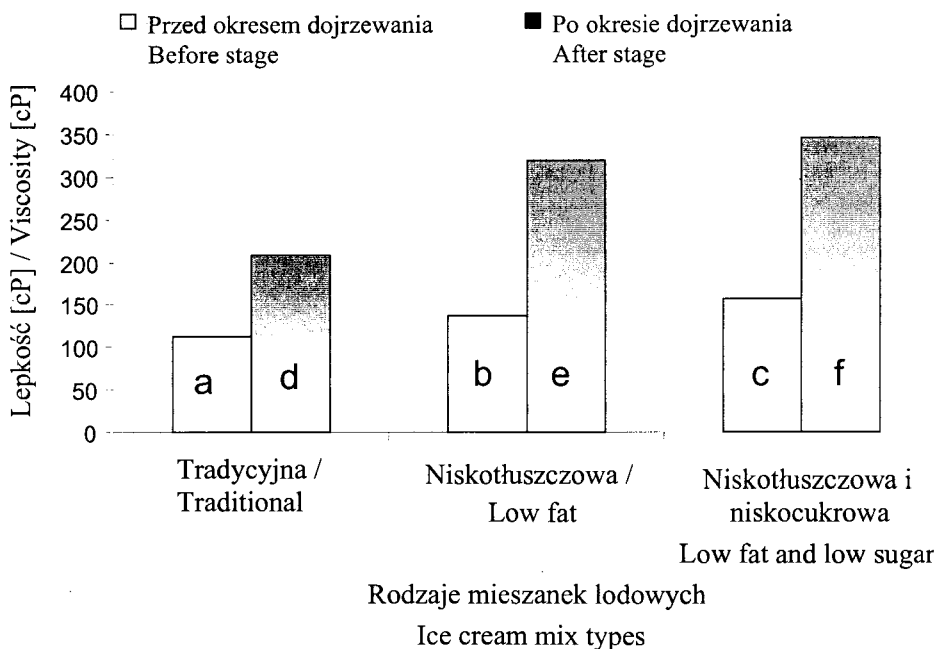
| Rodzaj mieszanek lodowych Ice cream mix types | Kwasowość czynna [pH] Active acidity [pH] | Kwasowość miareczkowa [°SH] Titratable acidity [°SH] |
|--|--|---|
| Mieszanka tradycyjna Traditional ice cream mix | 6,6 b | 6,8 a |
| Mieszanka niskotłuszczowa Low fat ice cream mix | 6,3 a | 7,4 b |
| Mieszanka niskotłuszczowa i niskocukrowa Low fat and low sugar ice cream mix | 6,4 a | 7,0 b |

a, b – różne litery w kolumnach oznaczają statystycznie istotne różnice na poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

a, b – different capital letters in a column mean significant difference ($\alpha = 0,05$).

Lepkość mieszanki lodowej tradycyjnej przed okresem dojrzewania była najniższa (112 cP), natomiast mieszanka o zawartości 0,3% tłuszczu i 5% sacharozy charakteryzowała się najwyższą lepkością (156 cP). Po okresie dojrzewania mieszanek, tendencja ta utrzymała się (rys. 1). Wykazano, że lepkość mieszanki niskotłuszczowej i mieszanki niskotłuszczowej i niskocukrowej wzrosła przeszło dwukrotnie w porównaniu z mieszanką tradycyjną.

Stopień napowietrzenia lodów był najwyższy w mieszance niskotłuszczowej i niskocukrowej, i wynosił 76%, w mieszance tradycyjnej i niskotłuszczowej był na tym samym poziomie, tj. 59% (rys. 2). Wynika z tego, że koncentrat białek serwatkowych wraz z polidekstrozą wspomaganą aspartamem, pozwoliły na największe napowietrzenie mieszanki. Jednak lody tradycyjne charakteryzowały się największą odpornością na zmiany stopnia napowietrzenia podczas przechowywania. W lodach tych nie zaobserwowano istotnego obniżenia stopnia napowietrzenia po 10 tygodniach przechowywania. W lodach o zawartości 0,3% tłuszczu i 10% sacharozy miało miejsce największe, tj. 6% obniżenie stopnia napowietrzenia. Lody o zawartości 0,3% tłuszczu i 5% sacharozy straciły około 5% na puszystości.



a, b – różne małe litery w kolumnach oznaczają statystycznie istotną różnicę na poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

a, b – different small letters in columns mean significant difference $\alpha = 0.05$.

Rys. 1. Lepkość mieszank lodowych.

Fig. 1. Viscosity of ice cream mixes.

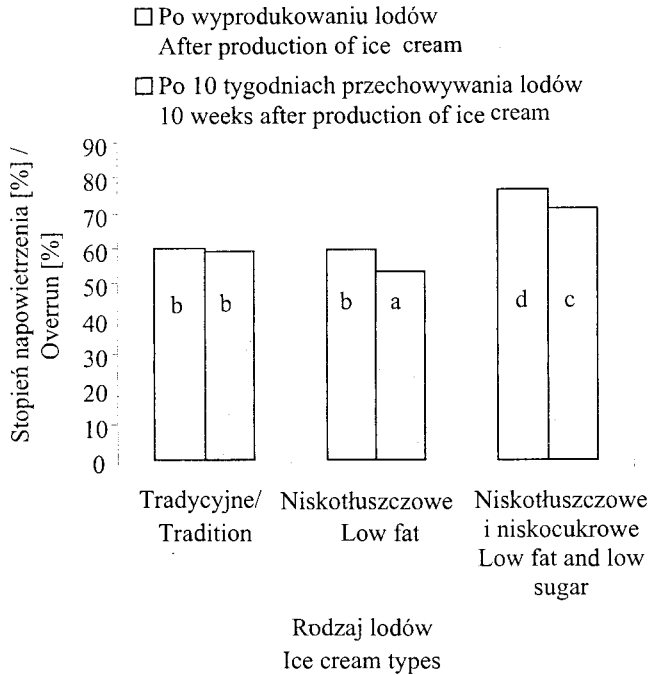
Wyniki oceny sensorycznej wskazują, że najwyższe noty uzyskały lody tradycyjne (tab. 3). Lody te zostały zakwalifikowane do doskonałej klasy jakości. Lody niskotłuszczowe oraz lody o niskiej zawartości tłuszczu i cukru znalazły się w dobrej klasie jakości. Dziesięciodniowy okres przechowywania nie wpłynął na zmianę jakości lodów tradycyjnych. Lody niskotłuszczowe i niskocukrowe uzyskały natomiast niższe noty, chociaż nie spowodowało to zmiany ich klasy jakości.

Na podstawie oceny konsumenckiej uszeregowano lody pod względem pożądalności. Największą liczbę punktów otrzymały lody tradycyjne, a następnie lody o obniżonej zawartości tłuszczu i cukru (rys. 3), jednak pomiędzy wynikami brak było różnic istotnych statystycznie.

Tabela 3

Wyniki oceny sensorycznej wyprodukowanych lodów.
Results of sensory evaluation of ice cream.

| Rodzaj lodów Ice cream types | Ocena punktowa i jakościowa Point and quality estimation | Ocena smaku i zapachu Flavour evaluation | | Ocena konsystencji i tekstury Body and texture evaluation | |
|--|---|--|---|--|---|
| | | Bezpośrednio po wytworzeniu After production | Po 10 tyg. przechowywania After 10 weeks of storage | Bezpośrednio po wytworzeniu After production | Po 10 tyg. przechowywania After 10 weeks of storage |
| Tradycyjny Traditional | Punkty Points | 39,8 | 39,7 | 29,8 | 29,6 |
| | Klasa jakości Quality class | doskonała excellent | doskonała excellent | doskonała excellent | doskonała excellent |
| Niskotuszczowy Low fat | Punkty Points | 39,5 | 38,9 | 29,5 | 28,9 |
| | Klasa jakości Quality class | dobra good | dobra good | dobra good | dobra good |
| Niskotuszczowy i niskocukrowy Low fat and low sugar | Punkty Points | 39,5 | 39,1 | 29,6 | 28,9 |
| | Klasa jakości Quality class | dobra good | dobra good | dobra good | dobra good |



a, b – różne małe litery w kolumnach oznaczają statystycznie istotną różnicę na poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

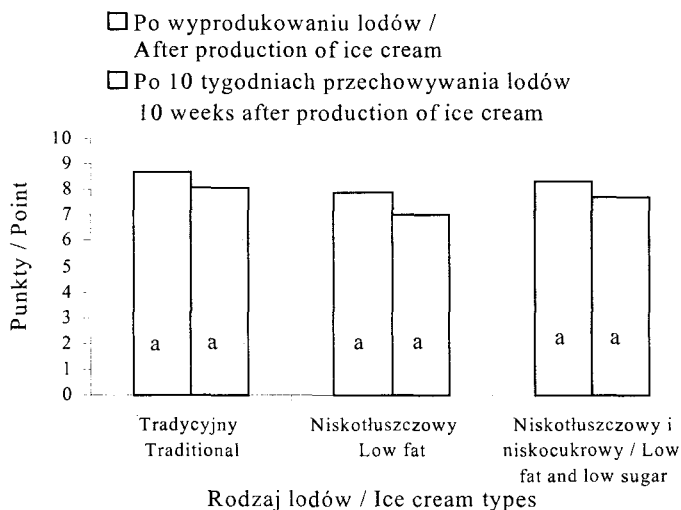
a, b – different small letters in columns mean significant difference $\alpha = 0,05$.

Rys. 2. Stożenie napowietrzenia lodów.

Fig. 2. Overrun of ice cream.

Wnioski

1. Receptura, w skład której wchodziła polidekstroza, koncentrat białek serwatkowych i aspartam, użyta do otrzymania lodów o zawartości 0,3% tłuszczu i 5% sacharozy, okazała się najlepsza do osiągnięcia najwyższego stopnia napowietrzenia tych lodów.
2. Uzyskane napowietrzenie lodów niskotłuszczowych i lodów o zawartości 0,3% tłuszczu i 5% sacharozy oraz jego zmniejszenie po dziesięciodziesięciodniowym okresie przechowywania sugeruje, że produkty te powinny się wytwarzać jako lody typu „soft” (tzn. niepoddane procesowi hartowania i przechowywania)
3. Wyniki oceny sensorycznej dowodzą, że należy przeprowadzić dalsze próby w celu otrzymania lodów o obniżonej kaloryczności, ale nieodbiegające w ocenie sensorycznej od lodów tradycyjnych.



a, b – różne małe litery w kolumnach oznaczają statystycznie istotną różnicę na poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

a, b – different small letters in columns mean significant difference $\alpha = 0,05$.

Rys. 3. Konsumencka ocena lodów.

Fig. 3. Consumer's sensory evaluation of ice cream.

Literatura

- [1] Anonim: Na rosyjskim rynku lodów dominują producenci regionalni. *Przegl. Piek. Cuk.*, 2001, **2** (49), 58-59.
- [2] Arbuckle W.S.: *Ice cream*, AVI Publishing Company, INC, Westport, Connecticut, USA 1977.
- [3] Bobrowski D., Łybacka K.: *Wybrane metody wnioskowania statystycznego*. Wyd. Politechniki Poznańskiej, Poznań 1995.
- [4] Danków R., Oziemkowski P., Pikul J.: Wybrane właściwości lodów w zależności od rodzajów i dodatku preparatu białek mleka. *Chłodnictwo*, 2000, **8** (35), 44-46.
- [5] Jędrzejewska J., Wąsowicz L.: Rynek lodów w Polsce. *Przegl. Piek. Cuk.*, 1999, **8** (47), 47-51.
- [6] Matuszewska I., Szczecińska A., Baryłko-Pikielna N.: Przydatność sensorycznej metody profilowej w interpretacji preferencji konsumenckich wybranych produktów. *Żywność. Technol. Jakość*, 1998, **1** (14), 5-21.
- [7] Pluta A.: Wartość odżywcza lodów. *Przegl. Piek. Cuk.*, 1998, **7** (46), 55-56.
- [8] Polak E.: Tendencje w światowej produkcji i konsumpcji lodów. *Przegl. Piek. Cuk.*, 1999, **3** (47), 56-59.
- [9] Polak E.: INTER-ICE '99. *Przegl. Piek. Cuk.*, 2000, **3** (48), 61-63.
- [10] Polak E., Kałuziak H.: Tendencje w technologii lodów. *Przegl. Piek. Cuk.*, 2000, **4** (48), 74-75.
- [11] Polak E.: Wartość odżywcza lodów. *Przegl. Piek. Cuk.*, 2001, **7** (49), 64-67.
- [12] PN-67/A-86430: Mleko i przetwory mleczarskie. Lody. Metody badań chemicznych.
- [13] Ziarno M., Pluta A.: Ocena organoleptyczna w produkcji lodów. *Przegl. Piek. Cuk.*, 1998, **9** (46), 69-71.

CHARACTERISTIC OF ICE CREAM WITH FAT AND SUGAR REPLACER

Summary

In a framework of research work low fat (0,3% of fat), low fat (0,3%) and low sugar (5% of sucrose) ice creams and as a reference product ice cream containing 8,5% of fat and 11% of sucrose were produced. pH and titration acidity and viscosity of ice cream mixes were determined. An overrun was determined and sensory evaluation and consumer's tests were carried out. Ice creams were tested directly after production as well as 10 weeks after production, in this case ice creams were stored in temperature -20°C. During the storage a decrease of overrun of low fat ice cream and low fat, low sugar ice cream was observed. It was no overrun decrease in case of reference ice cream, containing 8,5% of fat and 11% of sucrose. After sensory and consumer's tests reference ice cream received the highest scores.

Key words: ice cream, fat replacer, sugar replacer. ☒

SYLWIA CHUDY, JAN PIKUL, MAGDALENA RUDZIŃSKA,
PRZEMYSŁAW OZIEMKOWSKI

WŁAŚCIWOŚCI FIZYKOCHEMICZNE I FUNKCJONALNE KONCENTRATÓW BIAŁEK SERWATKOWYCH

Streszczenie

W pracy podjęto próbę otrzymania suszonych koncentratów białek serwatkowych z serwatki kwasowej i podpuszczkowej. Oznaczono skład chemiczny, kwasowość czynną i miareczkową serwatki kwasowej, podpuszczkowej, płynnych i suszonych koncentratów białek serwatkowych. Zbadano i porównano właściwości funkcjonalne koncentratów białek serwatkowych. Koncentrat białek serwatkowych w proszku otrzymany z serwatki kwasowej, pod względem zdolności tworzenia emulsji i tej trwałości po obróbce cieplnej, wykazał lepsze właściwości od koncentratu białek serwatkowych otrzymanych z serwatki podpuszczkowej, natomiast gorsze właściwości pod względem ilości wiązanego oleju i jego absorpcji na powierzchni białka w utworzonej emulsji, w porównaniu z koncentratem białek serwatkowych uzyskanych z serwatki podpuszczkowej. Analiza zdolności żelujących 10% roztworów otrzymanych z koncentratów białek serwatkowych wykazała, że oba te koncentraty nie tworzą silnych żeli.

Słowa kluczowe: serwatka, koncentraty białkowe, właściwości funkcjonalne, właściwości fizykochemiczne

Wstęp

Ze względu na korzystne właściwości fizykochemiczne i biologiczne, białka serwatkowe są obecnie postrzegane jako składniki odżywcze w produkcji żywności dietetycznej, fizjologicznie aktywne w produkcji żywności funkcjonalnej i strukturotwórcze w produkcji żywności tradycyjnej i żywności nowej generacji. Spożycie 14 g białek serwatkowych pokrywa dzienne zapotrzebowanie na aminokwasy egzogenne osoby o masie ciała 70 kg, co odpowiada 23 g kazeiny lub 17 g białka jaja kurzego. Aktualnie, białka serwatkowe cieszą się dużym zainteresowaniem z racji swojej aktywności bio-

Mgr inż. S. Chudy, prof. dr hab. J. Pikul, Katedra Technologii Mleczarstwa, mgr inż. Magdalena Rudzińska, Zakład Koncentratów Spożywczych, Akademia Rolnicza im. A. Cieszkowskiego w Poznaniu, ul. Wojska Polskiego 31, 60-624 Poznań, tel. (61) 848 73 15, dr inż. Przemysław Oziemkowski, APC – POLSKA, ul. Miczurina 20 paw. 9; 60-318 Poznań

logicznej i związanej z tym możliwości wykorzystania ich w produkcji tzw. żywności funkcjonalnej [6]. Skład suchej masy serwatki w pełni uzasadnia celowość jej wykorzystania jako surowca do dalszej obróbki technologicznej. Celem zmniejszenia kosztów operacji koncentracji serwatki coraz częściej stosowane jest zagęszczanie z wykorzystaniem ultrafiltracji. Do czynników, które są niekorzystne w przetwórstwie serwatki zaliczyć należy niską ogólną zawartość suchej substancji (5-6%) oraz krótki okres trwałości, zdeterminowany wysoką ilością mikroflory (wprowadzonej do mleka z zakwasem). Skład serwatki, temperatura w zakresie od 25 do 38°C oraz wysoki współczynnik aktywności wody tworzą bardzo korzystne warunki do rozwoju drobnoustrojów [4].

Zależnie od pochodzenia białka i sposobu jego pozyskiwania, preparaty białkowe mogą wykazywać zróżnicowane właściwości funkcjonalne [7]. Można je rozpatrywać w dwóch różnych układach:

- w układzie wodnym – jako roztwór preparatu białkowego w wodzie,
- w układzie produktu spożywczego – zachowanie preparatu białkowego jako komponentu w produkcie spożywczym.

Białka uczestniczą w dużej mierze w tworzeniu wyglądu zewnętrznego, barwy, soczystości i tekstury żywności, a także cech reologicznych ważnych przy rozdrabnianiu, mieszaniu, formowaniu i przemieszczaniu surowców i produktów żywnościowych [14].

Celem pracy była ocena wybranych właściwości funkcjonalnych koncentratów białek serwatkowych oraz porównanie tych właściwości w zależności od użytego surowca.

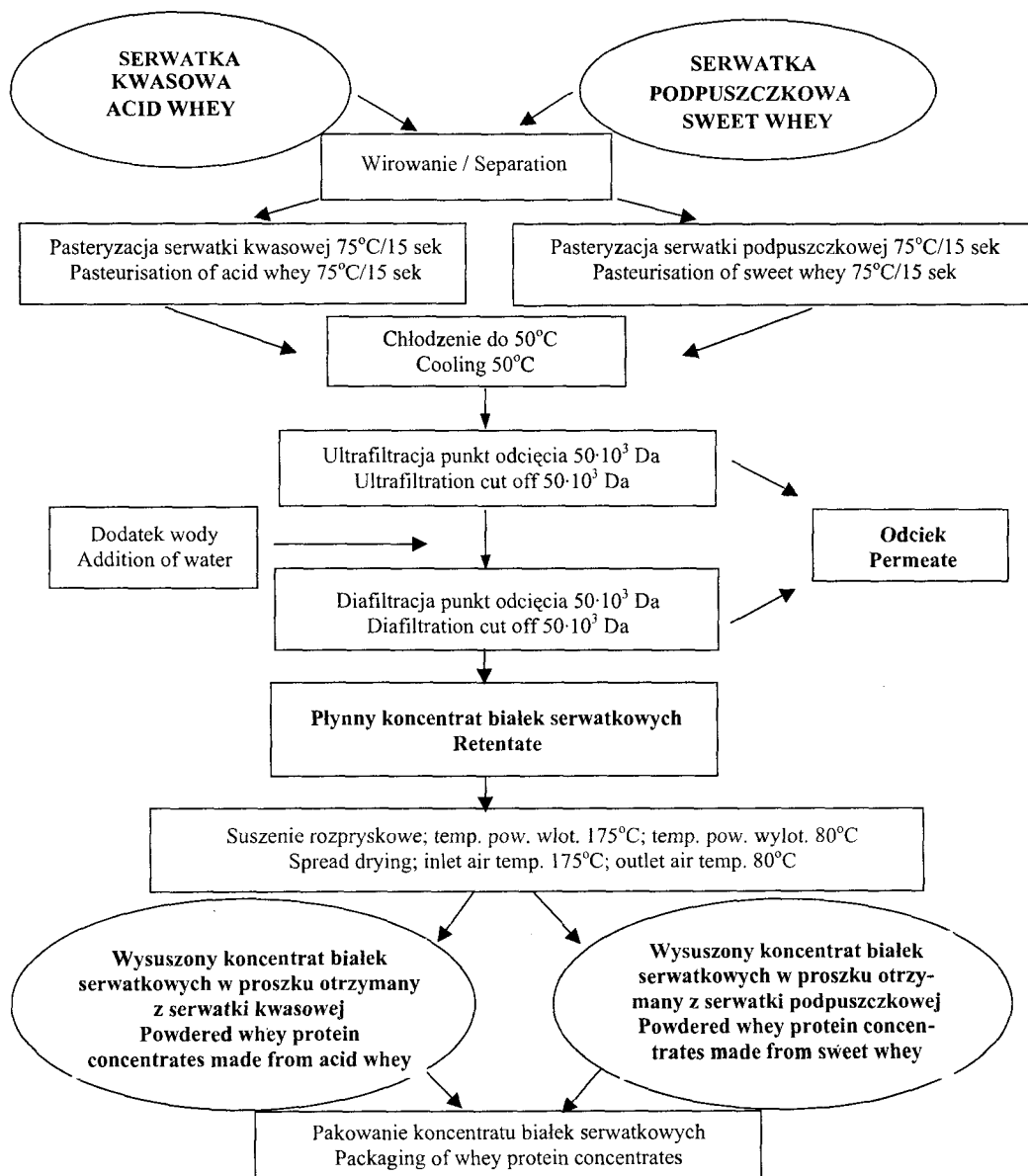
Materiał i metody badań

Materiał do badań stanowiły: serwatka kwasowa i podpuszczkowa (pobrana po produkcji twarogu i sera), płynny koncentrat (po diafiltracji serwatki) kwasowy i podpuszczkowy, odciek (mieszanina produktu ubocznego otrzymana w procesie ultra- i diafiltracji) oraz koncentraty białek serwatkowych suszone rozpryskowo.

Pobraną serwatkę odwirowywano. Odtuszczoną serwatkę poddawano procesowi pasteryzacji, chłodzenia, a następnie ultrafiltracji (na membranach o punkcie odcięcia $50 \cdot 10^3$ Da). Otrzymany retentat rozcieńczano wodą technologiczną w proporcji 1:1 i przeprowadzano proces diafiltracji. Otrzymany koncentrat suszono w wieży rozpyłowej. Proces technologiczny otrzymywania koncentratu białek serwatkowych w proszku (KBS) przedstawiono na rys. 1.

W wymienionych surowcach, półproduktach i produktach określano podstawowy skład chemiczny, tj. zawartość tłuszczu, białka, laktozy, suchej substancji (s.s.) i suchej substancji beztłuszczowej (s.s.b.) oraz dokonywano pomiaru kwasowości czynnej i oznaczano kwasowość miareczkową. Oznaczenie zawartości białka i suchej substan-

cji przeprowadzano zgodnie z Polską Normą [12]. Do oznaczenia zawartości tłuszczu i laktozy wykorzystano aparat Milkoscan 133B. Kwasowość KBS badano w 10% roztworach [9, 15].



Rys. 1. Schemat produkcji suszonych koncentratów białek serwatkowych otrzymanych z serwatki kwasowej i podpuszczkowej.

Fig. 1. Flow chart of powdered whey protein concentrates made of acid and sweet whey.

W otrzymanych wysuszonych koncentratach białek serwatkowych analizowano właściwości funkcjonalne, takie jak aktywność emulgowania, trwałość emulsji, wydajność emulgowania, absorpcję tłuszczu, rozpuszczalność, indeks rozpuszczalności i zdolność żelowania zgodnie z metodami podanymi przez Rutkowskiego i Kozłowską [13].

Podane w pracy wyniki są wartościami średnimi uzyskanymi z trzech serii oraz trzech powtórzeń. Statystycznie istotne różnice między uzyskanymi wynikami na poziomie istotności $\alpha = 0,05$ badano testem F Snedecora [2].

Wyniki i dyskusja

Skład serwatki uzależniony jest od: składu mleka przeznaczonego do przerobu, stopnia jego ogrzania podczas pasteryzacji, charakteru stosowanego krzepnięcia mleka i obróbki skrzepu [9]. Wydzielająca się podczas obróbki technologicznej serwatka kwasowa (podpuszczkowa) wykazuje zwykle następujący skład: 0,8–1,0% (0,8–1,0) białek, 0,1–0,2% (0,3–0,6) tłuszczu, 3,7–4,2% (3,9–5,0) laktozy i 94–95% (93–94) wody [11].

Zawartość białka w serwatce kwasowej i podpuszczkowej analizowanej w pracy wynosiła odpowiednio 0,58 i 0,63% (rys. 2). Bednarski [1] w swoich opracowaniach podaje średnią zawartość białka w serwatce 0,76%. Zawartość tłuszczu w serwatce kwasowej i podpuszczkowej wynosiła odpowiednio 0,50 i 0,45%. W serwatce kwasowej zawartość laktozy wynosiła 3,80%, a w podpuszczkowej 3,95%. Podobne wartości w przypadku serwatki podpuszczkowej (od 3,40 do 3,95%) otrzymali w swoich badaniach Pawlik i wsp. [8].

Kwasowość czynna (pH) serwatki kwasowej wynosiła 4,57 jednostki (tab. 1), a miareczkowa 37,3 °SH (tab. 2), podczas kiedy w serwatce podpuszczkowej wartości te wynosiły odpowiednio: pH 6,38 i 6,4 °SH. Dane literaturowe wskazują, że kwasowość czynna serwatki kwaśnej waha się w granicach pH 4,5–4,7, a serwatki podpuszczkowej pH 6,2–6,6 [3, 10].

Po procesie diafiltracji serwatki kwasowej i podpuszczkowej, w płynnych koncentratach istotnie wzrosła zawartość białka, suchej substancji i suchej substancji beztłuszczowej. Natomiast zawartość laktozy w odniesieniu do suchej substancji obniżyła się. Skład chemiczny odcieku był zbliżony do składu serwatek, jedynie poziom białka widocznie się obniżył. Podobne wyniki w swojej publikacji zamieścili Kroll i Budzyński [4].

Kwasowość czynna płynnego koncentratu i filtratu z serwatki kwasowej i podpuszczkowej pozostała na niezmiennym poziomie po procesie zagęszczania. Natomiast kwasowość miareczkowa płynnego koncentratu otrzymanego z serwatki kwasowej wzrosła o 14,7 °SH, a z serwatki podpuszczkowej o 6,3 °SH. Wyższa kwasowość miareczkowa preparatów otrzymanych z serwatki kwasowej wynikała z charakteru

procesu technologicznego otrzymywania twarogów, w czasie którego wytworzone zostają, przez bakterie wprowadzone z zakwasem, duże ilości kwasu mlekowego.

Tabela 1

Kwasowość czynna serwatek, płynnych koncentratów, filtratów i suszonych koncentratów białek serwatkowych.

Active acidity of whey, retentates, permeates and powdered whey protein concentrates.

| Produkt Product | Kwasowość czynna [pH] Active acidity [pH] | Produkt Product | Kwasowość czynna [pH] Active acidity [pH] |
|--|--|---|--|
| Serwatka kwasowa Acid whey | 4,57 aA | Serwatka podpuszczkowa Sweet whey | 6,38 bB |
| Płynny koncentrat kwasowy Acid retentate | 4,56 aA | Płynny koncentrat podpuszczkowy Sweet retentate | 6,54 bB |
| Odciek kwasowy Acid permeate | 4,54 aA | Odciek podpuszczkowy Sweet permeate | 6,54 bB |
| KBS otrzymany z serwatki kwasowej WPC made from acid whey | 4,75 aA | KBS otrzymany z serwatki podpuszczkowej WPC made from sweet whey | 6,66 bB |

a, b; A, B – różne małe litery w rzędach i różne wielkie litery w kolumnach oznaczają statystycznie istotną różnicę na poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

a, b; A, B – different small letters in rows and different capital letters in columns mean significant difference $\alpha = 0.05$.

Tabela 2

Kwasowość miareczkowa serwatek, płynnych koncentratów, filtratów i suszonych koncentratów białek serwatkowych.

Titrateable acidity of whey, retentates, permeates and powdered whey protein concentrates.

| Produkt Product | Kwasowość miareczkowa [°SH] Titrateable acidity [°SH] | Produkt Product | Kwasowość miareczkowa [°SH] Titrateable acidity [°SH] |
|--|--|---|--|
| Serwatka kwasowa Acid whey | 37,3 aA | Serwatka podpuszczkowa Sweet whey | 6,4 bA |
| Płynny koncentrat kwasowy Acid retentate | 52,0 aC | Płynny koncentrat podpuszczkowy Sweet retentate | 12,7 bC |
| Odciek kwasowy Acid permeate | 37,1 aA | Odciek podpuszczkowy Sweet permeate | 13,6 bC |
| KBS otrzymany z serwatki kwasowej WPC made from acid whey | 32,8 aB | KBS otrzymany z serwatki podpuszczkowej WPC made from sweet whey | 9,7 bB |

a, b; A, B – różne małe litery w rzędach i różne wielkie litery w kolumnach oznaczają statystycznie istotną różnicę na poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

a, b; A, B – different small letters in rows and different capital letters in columns mean significant difference $\alpha = 0.05$.

W wyniku suszenia płynnych koncentratów serwatki kwasowej i podpuszczkowej otrzymano koncentraty białek serwatkowych (KBS). Wykazano, że w KBS otrzymanym z serwatki kwasowej i podpuszczkowej zawartość: białka wzrosła w porównaniu z serwatką niezagęszczoną odpowiednio ponad 108- i 96,3-krotnie, tłuszczu 8,5- i 6,8-krotnie, laktozy 4,4- i 5,6-krotnie oraz suchej substancji 18,9- i 19,3-krotnie. W koncentratkach białek serwatkowych w proszku, otrzymanych z serwatki kwasowej i podpuszczkowej, zawartość białka wynosiła odpowiednio 62,7 i 60,7%. Oba otrzymane preparaty można było zakwalifikować do koncentratów białek serwatkowych o zawartości białka ok. 60% (KBS-60). Wymagana zawartość białka w KBS-60 wynosi od 58 do 62% [9].

Kwasowość czynna KBS otrzymanych z serwatki kwasowej wynosiła 4,79 jednostek pH, z serwatki podpuszczkowej 6,66, natomiast kwasowość miareczkowa wynosiła odpowiednio 32,8 °SH i 9,7 °SH.

Powierzchniowe właściwości białek serwatkowych są związane z naturalną skłonnością ich cząstek do obniżania napięcia na granicy faz przez adsorpcję na niej. W technologii żywności powierzchniowe właściwości białek mają podstawowe znaczenie w procesach związanych z wytwarzaniem emulsji i pian [6]. Koncentrat białek serwatkowych otrzymany z serwatki kwasowej wykazał aktywność emulgowania na poziomie 64%, a koncentrat białek serwatkowych otrzymany z serwatki podpuszczkowej 57%. Koncentrat otrzymany z serwatki kwasowej wykazał lepszą aktywność emulgowania, czyli charakteryzował się większą zdolnością do tworzenia emulsji. Ta sama ilość preparatu (2,5 g) otrzymanego z serwatki kwasowej wiązała większą ilość oleju niż preparat otrzymany z serwatki podpuszczkowej. Na uzyskany wynik mogła mieć wpływ kwasowość środowiska. Adsorpcja białek na granicy faz jest silnie uzależniona od kwasowości środowiska, a jej szybkość jest największa przy kwasowości odpowiadającej punktom izoelektrycznym poszczególnych białek, wchodzącym w skład KBS. Ilość białek zaadsorbowanych na granicy faz jest największa w środowisku o kwasowości czynnej pH 4,9. Ze względu na zwiększenie lepkości środowiska uważa się, że cukry pogarszają właściwości powierzchniowe białek serwatkowych [6].

Po ogrzewaniu emulsji – otrzymanej z 2,5 g suchego preparatu białkowego, 50 cm³ wody destylowanej i 50 cm³ oleju – w temp. 80°C stwierdzono, że wyższą trwałością charakteryzowała się emulsja otrzymana z kwasowego KBS. Emulsja ta wykazywała trwałość na poziomie 65%. Z kolei emulsja otrzymana z KBS z serwatki podpuszczkowej wykazała trwałość na poziomie 55%.

Kwasowy KBS charakteryzował się słabszą wydajnością emulgowania tłuszczu niż preparat uzyskany z serwatki podpuszczkowej. 100 mg białka zawartego w KBS z serwatki kwasowej wiązało 166 mg oleju, a 100 mg białka zawartego w KBS z serwatki podpuszczkowej – 233 mg oleju.

Analiza zdolności absorpcji tłuszczu przez KBS (po przeliczeniu, wyrażona w ilości gramów tłuszczu absorbowanego przez 1 g preparatu) wskazuje, że 1 g KBS otrzymany z serwatki kwasowej absorbował 0,88 g oleju, natomiast ta sama ilość KBS otrzymany z serwatki podpuszczkowej absorbowała 1,92 g oleju. Wynik ten wyraźnie wskazuje na to, że preparat kwasowy gorzej absorbował tłuszcz niż preparat podpuszczkowy.

W metodzie określania zdolności emulgujących wprowadza się wiele licznych modyfikacji polegających przeważnie na optymalizacji warunków pomiaru. Precyzja tych metod w dużym stopniu zależy od takich parametrów oznaczania jak szybkość emulgowania, temperatura emulgowania, wartość siły jonowej i pH, a nawet geometrii naczynek pomiarowych. Rezultatem tego są rozbieżne wyniki badań zdolności emulgujących KBS uzyskane przez poszczególnych autorów w odniesieniu do podobnych preparatów białkowych [7].

Z hydratacyjnymi właściwościami białek serwatkowych są związane takie właściwości funkcjonalne, jak: rozpuszczalność, żelowanie, pęcznienie, zdolność zatrzymywania wody (retencja wody).

Koncentrat białek serwatkowych otrzymany z serwatki kwasowej wykazał rozpuszczalność na poziomie 48% przy indeksie rozpuszczalności 2 cm³ (osadu), natomiast KBS z serwatki podpuszczkowej 88% przy indeksie 1,5 cm³ (osadu). Rozpuszczalność preparatów białek serwatkowych, produkowanych przemysłowo metodą ultrafiltracji, wynosi od ok. 80% (przy pH 3) do ok. 90% (przy pH 7) i pozostaje w korelacji ze stopniem zdenaturowania białek, mieszczącym się w granicach 5 do 50% [6].

Badania koncentratów białek serwatkowych wskazują, iż wodne roztwory zawierające 10% udział preparatu KBS (co odpowiada 6,27% ilości białka w przypadku KBS uzyskanego z serwatki kwasowej i 6,07% ilości białka w przypadku KBS uzyskanego z serwatki podpuszczkowej) nie tworzą żeli. Wynika z tego, że aby uzyskać trwałe żele konieczny jest większy dodatek preparatu. W 10% roztworze koncentratu białek serwatkowych, uzyskanym z serwatki kwasowej, zauważono jedynie oznaki tworzenia sieci, ale nie doszło do całkowitej budowy sieci żelowej. W konsystencji roztwór ten przypominał kwaśne mleko z widocznymi ziarnami. Koncentrat białek serwatkowych otrzymany z serwatki podpuszczkowej tworzył bardzo luźny żel, konsystencją przypominający lekko związany budyń. Powierzchnia żelu była gładka, nieporowata, jednolita bez zgrubień, łatwo rozpadająca się. Powodem uzyskania tak słabych żeli (lub ich braku) może być zbyt niska zawartość białka w roztworze. Rutkowski i Kozłowska [13] podają, że w celu uzyskania trwałego, silnego żelu zawartość białka w roztworze powinna wynosić powyżej 8%. Czynnikiem hamującym żelowanie w koncentratkach białek serwatkowych może być duże stężenie jonów wapnia (powyżej 20 mmol/dm³), które w roztworze białek serwatkowych powoduje ich nadmierną agregację.

Żelujące właściwości białek serwatkowych są wykorzystywane w modyfikacji tekstury wielu produktów mięsnych i roślinnych, w których zwiększają twardość, kohezję i elastyczność. W produktach o konsystencji półpłynnej (np. jogurt i śmietana) białka serwatkowe zapobiegają synerezie lub nadają im nową jakość, jaką jest stała konsystencja [5, 6].

Wnioski

1. Podczas procesu technologicznego otrzymywania suszonych koncentratów białek serwatkowych kwasowość czynna zarówno surowca jakim była serwatka kwasowa i podpuszczkowa, jak i płynnego i suchego koncentratu pozostała na niezmiennym poziomie.
2. Najniższą kwasowością miareczkową (w produktach kwasowych) charakteryzował się suchy koncentrat białek serwatkowych, wyższą surowa serwatka i odciek, a najwyższą płynny koncentrat. Produktami podpuszczkowymi, uszeregowanymi według wzrastającej kwasowości miareczkowej, były kolejno: serwatka, koncentrat białek serwatkowych, płynny koncentrat i odciek.
3. Koncentrat białek serwatkowych w proszku, otrzymany z serwatki kwasowej, pod względem zdolności tworzenia emulsji i jej trwałości, po obróbce cieplnej wykazywał lepsze właściwości od koncentratu białek serwatkowych otrzymanych z serwatki podpuszczkowej.
4. Koncentrat białek serwatkowych, wyprodukowany z serwatki kwasowej, wykazywał gorsze właściwości emulgujące pod względem ilości wiązanego oleju i jego absorpcji na powierzchni białka w utworzonej emulsji, w porównaniu z koncentratem białek serwatkowych uzyskanych z serwatki podpuszczkowej.
5. Analiza zdolności żelujących roztworów otrzymanych z koncentratu białek serwatkowych wykazała, że oba te koncentraty nie tworzyły silnych żeli przy stężeniu preparatu na poziomie 10%, przy czym roztwór koncentratu białek serwatkowych otrzymany z serwatki podpuszczkowej miał lepsze właściwości do tworzenia sieci żelowej.

Literatura

- [1] Bednarski W.: Zagospodarowanie produktów ubocznych. W: Mleczarstwo zagadnienia wybrane. Tom 2, pod red. S. Ziajki, Wydawnictwo ART, Olsztyn 1997.
- [2] Bobrowski D., Łybacka K.: Wybrane metody wnioskowania statystycznego. Wyd. Politechniki Poznańskiej, Poznań 1995.
- [3] De la Fuente M.A., Hemar Y., Tamehana M., Munro P.A., Singh H.: Process-induced changes in whey proteins during the manufacture of whey protein concentrates. *Int. Dairy J.*, 2002, **12**, 361-369.
- [4] Kroll J., Budzyński J.: Zastosowanie procesów membranowych w przetwórstwie serwatki. *Przegl. Mlecz.*, 2001, **2**, 66-68.

- [5] Leman J.: Struktura białka i jego właściwości funkcjonalne. *Przem. Spoż.*, 1988, **10** (42), 285-289.
- [6] Leman J.: Funkcjonalne właściwości białek serwatkowych. *Przem. Spoż.*, 1999, **5** (53), 45-49.
- [7] Panfil-Kuncewicz H., Kuncewicz A., Gierszewski M., Rogowski L.: Właściwości funkcjonalne wysokobiałkowych koncentratów mlecznych wyprodukowanych z zastosowaniem ultrafiltracji. *Przem. Spoż.*, 1992, **5** (46), 39-41.
- [8] Pawlik S., Dzik B., Skrzypek J., Dolińska E., Baranowski A., Zgiernicka A.: Charakterystyka jakościowa serwatki oraz koncentratu białek serwatkowych uzyskanego technika ultrafiltracji w warunkach przemysłowych. *Przegl. Mlecz.*, 1995, **9**, 239-244.
- [9] Pawlik S.: Produkcja koncentratów mlecznych. Oficyna Wydawnicza „HOŻA”, Warszawa 1996.
- [10] Pijanowski E.: Zarys chemii i technologii mleczarstwa. Tom 1, PWRiL, Warszawa 1971.
- [11] Pijanowski E., Gaweł J.: Zarys chemii i technologii mleczarstwa. Tom 3, PWRiL, Warszawa 1986.
- [12] PN-78/A- 86030: Mleko i przetwory mleczarskie. Mleko w proszku. Metody badań.
- [13] Rutkowski A., Kozłowska H.: Preparaty żywnościowe z białka roślinnego. WNT, Warszawa 1981.
- [14] Sikorski Z.E.: Białka – budowa i właściwości. Funkcjonalne właściwości białek. W: Chemiczne i funkcjonalne właściwości składników żywności. Red. Z. E. Sikorski, WNT, Warszawa 1994.
- [15] Szpendowski J., Panfil-Kuncewicz H., Staniewski B.: Changes in some physicochemical and functional properties of whey protein concentrate and sodium caseinate during storage. *Natural Sci.*, 2001, **9**, 438-447.

PHYSICO-CHEMICAL AND FUNCTIONAL PROPERTIES OF WHEY PROTEIN CONCENTRATES

S u m m a r y

In a framework of research work powdered whey protein concentrates made of sweet whey and whey from fresh acid cheese production were obtained. Chemical composition, pH and titration acidity were determined in sweet whey and whey from fresh acid cheese production and also in liquid and powdered whey protein concentrates. Functional properties of whey protein concentrates were determined and compared between themselves and compared with concentrates obtained by other researchers. Powdered whey protein concentrate made of whey from fresh acid cheese production had better emulsifying properties and better emulsion stability after heat treatment in comparison with whey protein concentrate made of sweet whey. But whey protein concentrate made of whey from fresh acid cheese production bound less amount of oil and absorbed less amounts of oil on its surface in the emulsion in comparison to whey protein concentrate made of sweet whey. Tests of gelation properties of 10% solutions of whey protein concentrates showed that both concentrates did not form strong gels.

Key words: whey, protein concentrates, functional properties, physico-chemical properties. ☒

ILONA GAŁĄZKA

SKŁAD MĄCZKI CYKORIOWEJ WYBRANYCH ODMIAN CYKORII, ZRÓŻNICOWANYCH WIELKOŚCIĄ I TERMINEM ZBIORU KORZENI

Streszczenie

W pracy dokonano oceny przydatności korzeni cykorii do przerobu na mączkę. Czynnikiem różnicującymi próby mączki były: wielkość korzeni i pora ich zbioru oraz odmiana cykorii (Polanowicka i Fredonia).

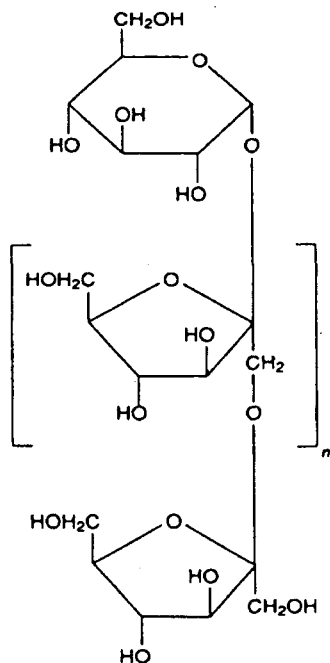
Stwierdzono, że skład korzeni cykorii był wyrównany w okresie ich dojrzałości zbiorczej. Mączka cykoriowa zawierała średnio 6% błonnika, 3,7% białka, 74% substancji rozpuszczalnych, w tym około 63% inuliny. Największą zawartość inuliny (około 70%) uzyskano z mączki dużych korzeni, zebranych na przełomie września i października. Korzenie małe, o masie poniżej 200 g, oceniono jako mniej przydatne do przerobu na mączkę, z uwagi na najmniejszą zawartość inuliny. Odmiana cykorii nie miała istotnego wpływu na skład uzyskanej mączki. Do przerobu wytypowano jednak cykorię odmiany Polanowicka, gdyż jej korzenie w trakcie prowadzonego procesu technologicznego nie ulegały brunatnieniu.

Słowa kluczowe: cykoria korzeniowa, mączka cykoriowa, skład chemiczny.

Wstęp

Cykoria należy do rodziny *Astereaceae* (*Compositae*), rodzaju *Cichorium* L., gatunku *Cichorium intybus* L. Gatunek ten zawiera następujące odmiany botaniczne: *var. silvestre* Bisch. – cykorię podróżnik stosowaną w przemyśle farmaceutycznym. *var. sativum* Bisch. – cykorię korzeniową, *var. foliosum* Bisch. – cykorię sałatową [2].

Główną grupę związków, wchodzących w skład korzeni cykorii, stanowią polisacharydy, z których dominująca jest inulina; ponadto obecne są: oligosacharydy, sacharoza, glukoza i fruktoza. Pozostałe składniki, jak białka czy związki mineralne nie decydują o wartości żywieniowej korzeni cykorii.



Rys. 1. Wzór inuliny

Fig. 1. Structure of inulin.

Źródło: [13]

Inulina po raz pierwszy została wyizolowana i zidentyfikowana z *Inula helenium* około 1800 roku. Stanowi ona zapasy energetyczne ponad 36 000 gatunków roślin. W znacznych ilościach występuje w wielu warzywach. Najbogatszym źródłem inuliny jest cykoria i topinambur (tab. 1).

Inulina to polisacharyd, którego liniowy łańcuch zbudowany jest z cząsteczek fruktozy, połączonych wiązaniami β -1,2-glikozydowymi, jest często zakończony cząsteczką glukozy (rys. 1). Liczba DP (reszt fruktozy) w inulinie wynosi 10–70, w zależności od pochodzenia [10] i terminu zbioru korzeni [5, 6].

Inulina nie ulega hydrolizie do poziomu monosacharydów w górnej części przewodu jelitowego, nie wpływa na gospodarkę glukozy we krwi. Nie ma także wpływu na wydzielanie insuliny, przez co nadaje się do stosowania przez diabetyków. Inulina i produkty jej hydrolizy,

czyli oligofruktoza, są rozpuszczalne w wodzie, nieprzyswajalne przez organizm, ulegają w jelicie grubym fermentacji bakteryjnej, wskutek której powstają krótkołańcuchowe kwasy tłuszczowe oraz następuje obniżenie pH środowiska. Kwasy tłuszczowe są wchłaniane z przewodu pokarmowego z uwolnieniem energii w ilości około 4,19 kJ (1kcal)/g spożytej inuliny oraz 6,3 kJ (1,5 kcal)/g spożytej oligofruktozy. Inulina i oligofruktoza stanowią specyficzną frakcję błonnika pokarmowego, cennego szczególnie w przypadku diet niskoenergetycznych. Zalecana dawka inuliny lub oligofruktozy, jako błonnika pokarmowego, wynosi 3–6 g na dobę, a w przypadkach szczególnych do 10 g. Spożycie oligosacharydów w nadmiarze, w dawce jednorazowej około 20–30 g może powodować efekty laksacyjne [17].

Inulina nie ulega trawieniu, lecz pozytywnie wpływa na mikroflorę jelita grubego, poprzez selektywną stymulację rozwoju i/lub aktywizację metabolizmu niektórych typów bakterii poprawiających równowagę jelitową organizmu, dzięki czemu zaliczana jest do prebiotyków. Tym samym należy do funkcjonalnych składników żywności, korzystnie wpływających na zdrowie człowieka [3, 4, 6, 9, 10, 11, 16].

Tabela 1

Roślinne źródła inuliny.
Sources of inulin.

| Źródło Source | Część jadalna Edible part | Zawartość inuliny [%] Inulin content [%] |
|--|------------------------------|---|
| Cykoria Chicory | korzeń root | 15 - 20 |
| Topinambur Jerusalem arti- choke | bulwa bulb | 14 - 18 |
| Czosnek Garlic | cebulka bulb | 9 - 16 |
| Salsefia Salsify | korzeń root | 4 - 11 |
| Por Leek | cebulka bulb | 3 - 10 |
| Karczoch Artichoke | liście leaves | 3 - 10 |
| Cebula Onion | cebulka bulb | 2 - 6 |
| Jęczmień Barley | nasiona cereal | 0,5 - 1,5 |
| Żyto Rye | nasiona cereal | 0,5 - 1 |
| Banan Banana | owoc fruit | 0,3 - 0,7 |

Źródło: [4]

Dotychczas w Polsce, cykoria korzeniowa w postaci palonych i mielonych korzeni znalazła zastosowanie tylko do produkcji kawy zbożowej [2, 3]. Natomiast w Europie Zachodniej, zwłaszcza w krajach Beneluksu, Francji i w Wielkiej Brytanii, cykoria korzeniowa stosowana jest do produkcji wielu preparatów węglowodanowych [3, 4, 6].

W celu uzyskania dogodnych do stosowania preparatów inulinowych, korzenie cykorii wymagają odpowiedniego przetworzenia. Najprostszym sposobem przetworstwa tego surowca jest jego wysuszenie i zmielenie. Uzyskana w ten sposób mączka będzie najbardziej zbliżona pod względem składu do surowca wyjściowego, czyli korzenia.

Wdrożenie procesu otrzymywania mączki z korzeni cykorii powinno zostać poprzedzone badaniami. W Polsce występuje kilka odmian cykorii, a do najpowszech-

niejszych należą: Polanowicka i Fredonia, uprawiane na Kujawach oraz w Lubuskim (Międzyrzecz).

Próby wyjaśnienia mechanizmów przemian węglowodanów zachodzących w korzeniach cykorii podczas ich wegetacji oraz przechowywania podjęli Ernst i wsp. [7]. Doświadczenia zostały wykonane w 1993 roku w okolicach Strasburga. Oznaczenia zawartości fruktanów prowadzono od 21 czerwca do 21 września 1993 r. W tym okresie autorzy zaobserwowali trzy etapy zmian zawartości fruktanów: wzrost do 21 lipca, następnie stały ich poziom do 30 sierpnia, a po tym terminie następował spadek zawartości fruktanów.

Celem pracy była ocena przydatności korzeni cykorii do otrzymywania mączki (zmielonego suszu cykoriowego), poprzez określenie poziomu wybranych składników w mączce cykoriowej w zależności od wielkości korzeni i terminu ich zbioru oraz odmiany cykorii.

Materiał i metody badań

Materiałem badawczym były korzenie cykorii odmian:

- Polanowicka, z plantacji towarowych w kampanii 2001, zebrane w następujących terminach: 31.08.01, 15.09.01, 15.10.01, 28.10.01 i 05.11.01;
- Fredonia, z plantacji towarowych w kampanii 2001, zebrane 05.11.01.

Badaniom porównawczym, uwzględniającym okorowanie i wielkość korzeni oraz termin ich zbioru, poddano cykorię odmiany Polanowicka.

Korzenie posegregowano wg wielkości na: małe (150-200 g), średnie (200-350 g) i duże (350-550 g). Z każdej grupy wzięto po 4-5 sztuk korzeni wybranych losowo i poddano czynnościom przygotowawczym w zależności od przeznaczenia.

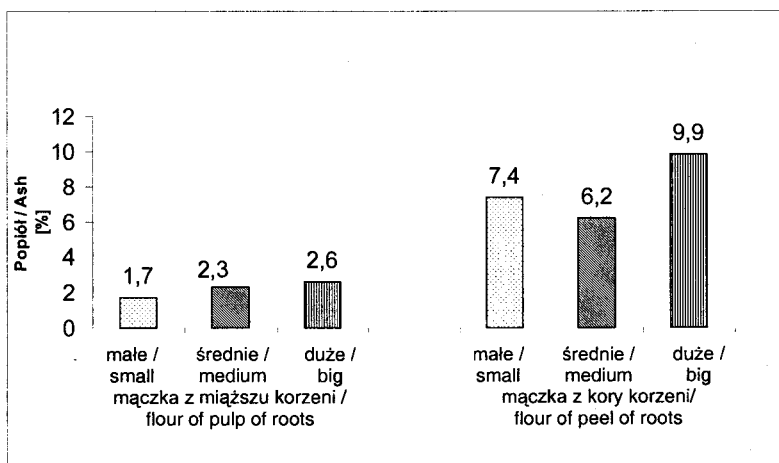
Korzenie przeznaczone do otrzymywania mączki myto, korowano (obierano ze skórki), krojono, suszono w suszarce w temp. 70°C przez 6h, rozdrabniano i przesiewano przez sito o wielkości oczek 0,8 mm. Obrane skórki przygotowywano w taki sam sposób jak okorowany korzeń (miąższ). Zarówno wysuszoną mączkę z miąższu, jak i wysuszoną i zmieloną korę z korzeni przechowywano w czasie prowadzonych badań w szczelnie zamkniętych pojemnikach.

Badania obejmowały oznaczenie zawartości: błonnika nierozpuszczalnego w wodzie metodą Kurschnera-Scharrera [1], białka metodą Kjeldahla [15], ekstraktu ogólnego metodą refraktometryczną [10], popiołu [12], inuliny, oligo-, di- oraz monosacharydów w korzeniach – metodą chromatografii cieczowej HPLC [9]. Zawartość białka i błonnika wykonano w trzech powtórzeniach, a zawartość składników rozpuszczalnych (w postaci ekstraktu ogólnego) w dwóch. W tabelach zamieszczono średnie wyniki oznaczeń. Analizę chromatograficzną prowadzono w chromatografii firmy Knauer, z systemem sterowania danych EuroChrom 2000, z zastosowaniem detektora RI i kolumny Aminex HPX 87C. Elucję wodą o temp. 85°C prowadzono z szybkością

przepływu 0,5 ml/min. Roztwory wodne po oznaczeniu ekstraktu ogólnego metodą refraktometryczną poddawano filtrowaniu na przegrodzie 0,45 μ m, następnie po 20 μ l roztworu nastrzykiwano bezpośrednio do układu chromatograficznego i rejestrowano chromatogram z wykorzystaniem programu EuroChrom 2000.

Wyniki i dyskusja

Ze względu na budowę i kształt, korzenie cykorii są zwykle zanieczyszczone resztkami gleby, trudnymi do usunięcia poprzez mycie. W celu zapewnienia należytej jakości mączki, otrzymanej z cykorii, za konieczne uznano okorowanie korzeni. Na rys. 1. przedstawiono wyniki zawartości popiołu w mączce z miąższu cykorii oraz w mączce z kory – skórki korzenia. Stwierdzono wysoką zawartość popiołu i duży rozrzut wyników w mączce z kory oddzielonej od korzenia, co można traktować jako wyróżnik zanieczyszczenia ziemią oraz obniżoną i wyrównaną zawartość popiołu w mączce z miąższu tj. okorowanej części korzenia. Średnia zawartość popiołu wynosiła odpowiednio 7,8% i 2,2%, podczas gdy zawartość popiołu w suszu otrzymanym ze starannie umytych korzeni nieokorowanych wynosiła 3%.



Rys. 1. Zawartość popiołu w mączce z miąższu i kory korzeni cykorii odmiany Polanowickiej, zebranych w kampanii 2001, w zależności od wielkości korzeni.

Fig. 1. Content of ash in the flours of pulp and peel of chicory root (cv. Polanowicka).

W tab. 2. przedstawiono wyniki zawartości białka, błonnika i ekstraktu ogólnego w mączce z okorowanych korzeni cykorii. Stwierdzono, że zawartość białka wynosiła 3,1–4,9%, średnio 3,7%. Zawartość białka powoli wzrastała do połowy października, a potem nieznacznie malała, nie zależała od wielkości korzeni. Zawartość błonnika w badanym produkcie wynosiła 5,3–7,7%, średnio 6,1%. Zawartość ta była nieco wyższa

w korzeniach z najwcześniejszego terminu zbioru, gdy korzenie są niedostatecznie dojrzałe i wynosiła średnio 7%. Średnia zawartość ekstraktu ogólnego (składników rozpuszczonych) wynosiła 74%. Zawartość ekstraktu ogólnego w korzeniach cykorii wzrastała z upływem czasu wegetacji. Największy wzrost ekstraktu ogólnego zaobserwowano w przypadku korzeni małych o masie 150–200 g. Korzenie wyrosnięte (o masie > 350 g) charakteryzowały się zawartością ekstraktu ogólnego powyżej 76%.

Tabela 2

Zawartość błonnika, białka i ekstraktu ogólnego w mące z okorowanych korzeni cykorii odmiany Polanowickiej, zebranych w kampanii 2001, w zależności od terminu zbioru i wielkości korzeni.
Content of dietary fibre, protein and total extract in the flour of peeled of roots chicory harvested in 2001 year.

| Termin zbioru / Date of harvest | Korzenie cykorii Chicory roots | Białko Protein [%] | Błonnik Dietary fibre [%] | Ekstrakt ogólny Total extract [%] |
|------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------|---------------------------------|---|
| 31.08.01 | małe/small | 3,6 | 6,7 | 68,0 |
| | średnie/medium | 3,3 | 7,7 | 70,9 |
| | duże/big | 3,6 | 6,7 | 76,0 |
| 15.09.01 | małe/small | 4,0 | 5,8 | 70,0 |
| | średnie/medium | 4,6 | 5,4 | 73,0 |
| | duże/big | 4,8 | 5,3 | 77,0 |
| 15.10.01 | małe/small | 4,3 | 5,5 | 69,3 |
| | średnie/medium | 4,8 | 5,6 | 74,0 |
| | duże/big | 4,9 | 5,7 | 77,0 |
| 28.10.01 | małe/small | 4,0 | 5,8 | 72,6 |
| | średnie/medium | 4,1 | 7,5 | 74,0 |
| | duże/big | 4,1 | 5,6 | 78,0 |
| 05.11.01 | małe/small | 3,7 | 6,2 | 73,5 |
| | średnie/medium | 3,1 | 6,7 | 76,0 |
| | duże/big | 3,3 | 5,4 | 78,0 |

W tab. 3. przedstawiono skład węglowodanów zawartych w mące z okorowanych korzeni cykorii. Czynnikiem różnicującym był termin zbioru oraz wielkość korzeni. Stwierdzono duże zróżnicowanie zawartości badanych składników. Dominującym składnikiem była inulina, której średnia zawartość wynosiła 63%. Zawartość inuliny była wyrównana w korzeniach zebranych w okresie września i października. Jej największą zawartość tzn. 70,8% stwierdzono w korzeniach dużych zebranych w po-

łowie września. Wyższa zawartość inuliny była zawsze w korzeniach wyrośniętych. W ostatniej dekadzie zbioru nastąpiło obniżenie zawartości inuliny. Dynamika zmian zawartości inuliny obserwowana w korzeniach cykorii z rejonu Kujaw była podobna do zmian zawartości fruktanów wg Ernsta i wsp. [7].

Tabela 3

Skład węglowodanów w mące z okorowanych korzeni cykorii odmiany Polanowickiej, zebranych w kampanii 2001, w zależności od terminu zbioru i wielkości korzeni.

Compositon of carbohydrates in the flour of peeled of roots chicory (Polanowicka) harvested in 2001 year.

| Termin zbioru / Date of harvest | Korzenie cykorii / Chicory roots | Inulina Inulin | Oligosacharydy Oligosaccharides | Sacharoza Saccharose | Glukoza Glucose | Fruktoza Fructose |
|---------------------------------|----------------------------------|-------------------|------------------------------------|-------------------------|--------------------|----------------------|
| | | [% s.s.] | | | | |
| 31.08.01 | małe/small | 56,0 | 2,7 | 5,4 | 2,2 | 1,4 |
| | średnie/medium | 61,6 | 3,3 | 3,5 | 1,5 | 1,0 |
| | duże/big | 67,9 | 3,0 | 4,5 | 0,2 | 0,7 |
| 15.09.01 | małe/small | 60,5 | 2,7 | 3,9 | 1,7 | 0,8 |
| | średnie/medium | 61,6 | 3,2 | 5,0 | 1,5 | 1,0 |
| | duże/big | 70,8 | 2,5 | 2,5 | 0,2 | 0,9 |
| 15.10.01 | małe/small | 59,1 | 3,2 | 4,6 | 0,5 | 1,5 |
| | średnie/medium | 64,6 | 2,9 | 3,9 | 1,3 | 1,3 |
| | duże/big | 62,0 | 2,6 | 3,4 | 1,2 | 0,8 |
| 28.10.01 | małe/small | 63,1 | 3,1 | 3,8 | 0,4 | 1,7 |
| | średnie/medium | 65,0 | 2,9 | 4,1 | 0,4 | 1,5 |
| | duże/big | 67,8 | 3,4 | 4,4 | 0,9 | 1,2 |
| 05.11.01 | małe/small | 58,9 | 5,1 | 5,8 | 0,4 | 1,4 |
| | średnie/medium | 60,5 | 5,8 | 7,1 | 0,3 | 1,7 |
| | duże/big | 65,2 | 4,8 | 5,7 | 0,4 | 1,5 |

W kolejnym etapie badań określono skład mączek z korzeni dwóch odmian cykorii, zebranych w tym samym czasie (5 listopada) (tab. 4). W celu określenia różnic pomiędzy odmianami, uzyskane wyniki poddano analizie testem t-Studenta, na poziomie istotności $\alpha = 0,05$. Nie stwierdzono istotnych różnic w składzie mączek uzyskanych z korzeni cykorii odmian: Polanowicka i Fredonia.

Jednak odmiana Fredonia w porównaniu z Polanowicką ulega szybciej reakcjom ciemnienia pod wpływem tlenu, przez co susz i mączka z korzeni tej odmiany mają ciemniejsze zabarwienie, a tym samym gorszą jakość. Tak więc do produkcji mączki bardziej odpowiednie są korzenie cykorii odmiany Polanowickiej.

Tabela 4

Skład mączek z okorowanych korzeni dwóch odmian cykorii: Polanowickiej i Fredonii [%].
Composition of flours obtained of peeled roots of two chicory cultivars: Polanowicka and Fredonia.

| Odmiana Cultivar | Korzenie Roots | Błonnik Dietary fibre | Białko Protein | Ekstrakt ogólny Total extract | Inulina Inulin | OLS | Sacharoza/ Saccharose | Glukoza Glucose | Fruktoza Fructose |
|---------------------------------|-------------------|-----------------------------|-------------------|--|-------------------|-----|--------------------------|--------------------|----------------------|
| Polano- wicka | małe | 6,2 | 3,7 | 73,5 | 58,9 | 5,1 | 5,8 | 0,4 | 1,4 |
| | średnie | 6,7 | 3,1 | 76,1 | 60,5 | 5,8 | 7,1 | 0,3 | 1,7 |
| | duże | 5,4 | 3,3 | 78,1 | 65,2 | 4,8 | 5,7 | 0,4 | 1,5 |
| Wartości średnie Mean values | | 6,1 | 3,4 | 75,8 | 61,5 | 5,2 | 6,2 | 0,4 | 1,5 |
| Fredonia | małe | 6,5 | 3,2 | 74,6 | 60,1 | 4,9 | 5,4 | 0,3 | 1,8 |
| | średnie | 6,2 | 3,2 | 73,8 | 60,4 | 5,3 | 6,2 | 0,1 | 2,1 |
| | duże | 6,6 | 3,6 | 76,3 | 63,5 | 4,8 | 5,1 | 0,5 | 1,9 |
| Wartości średnie Mean values | | 6,4 | 3,3 | 74,8 | 61,1 | 5,1 | 5,5 | 0,4 | 1,9 |

Wnioski

1. Skład okorowanych korzeni cykorii jest wyrównany w okresie dojrzałości zbiorczej, który przypada od połowy września do końca października. Mączka cykoriowa z tego okresu zawiera średnio 6% błonnika, 3,7% białka oraz 74% substancji rozpuszczalnych (w postaci ekstraktu ogólnego). W korzeniach zebranych w późniejszym terminie obserwuje się wzmożenie aktywności inulinazy, następuje obniżenie zawartości inuliny i wzrost produktów hydrolizy.
2. Korzenie drobne, niezależnie od terminu zbioru, są mniej wartościowym surowcem do przetwarzania cykorii na mączkę, ze względu na wyższe zawartości mono- i disacharydów i najniższe zawartości inuliny. Należy więc zadbać o eliminowanie z przerobu korzeni cykorii o masie poniżej 200 g.
3. Skład chemiczny korzeni odmian Polanowickiej i Fredonii jest bardzo zbliżony, jednak korzenie odmiany Fredonii wykazują większą podatność na brunatnienie, tym samym mniejszą przydatność do przerobu na mączkę.
4. Korzenie cykorii badanych polskich odmian są bogatym źródłem inuliny, w związku z tym stanowią dobry surowiec do produkcji preparatów inulinowych.

Literatura

- [1] BN-84/8091-05: Susz cykorii dla celów spożywczych.
- [2] Broda B.: Zarys botaniki farmaceutycznej. Wyd. Lek. PZWL, Warszawa 1998, s. 294.
- [3] Coussument P.A.A.: Inulin and Oligofructose: Safe Intakes and Legal Status. Am. Soc. Nutr. Sci., 1999, 1412S-1416S.

- [4] Crittenden R.G., Playne M. J.: Prebiotics, In: *Probiotics: A Critical Review*, Tannock G.W. ed. Horizon Scientific Press, Wymondham, UK, 1999, p.147.
- [5] De Leenheer L., Hoebregs H.: Progress in the Elucidation of the Composition of Chicory Inulin. *Starch/strake*, 1994, (46) 5, 193-196.
- [6] De Leenheer L.: Production and use of inulin: Industrial reality with a promising future, 1994, In: *Carbohydrates as Organic Raw Materials III*, Wageningen, The Netherlands, November 28-29, 1994.
- [7] Ernst M., Chatterton N.J., Harrison P.A.: Production, properties and applications of food-grade oligosaccharides. *Trends Food Sci. Technol.*, 1996, 7, 353-361.
- [8] Jaroniewski W.: Cykoria podróżnik w lecznictwie. *Wiadomości Zielarskie*, 1994, 1, 10-11.
- [9] Król B., Klewicki R.: Charakterystyka składu wybranych koncentratów oligosacharydów o właściwościach funkcjonalnych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 1999, 4 (21), Supl., 214-222
- [10] Linden G., Lorient. D.: *New ingrediens in food processing*. Woodhead Publishing Limited, Cambridge, UK, 1999, p. 224.
- [11] PN-90 A-75101/02: Przetwory owocowe i warzywne. Oznaczanie zawartości ekstraktu ogólnego.
- [12] PN-90 A-75101/08: Przetwory owocowe i warzywne. Oznaczanie zawartości popiołu ogólnego i jego alkaliczności.
- [13] Raaijmakers H.W.C., Kuzee H.C., Bolkenbaas M.E.B.: *Physicochemical Modification of Inulin: Properties and Application*, *Carbohydrates as Organic Raw Materials IV*, Vienna/Austria, March 20/21, 1997.
- [14] Śmigiel D., Lazarek B., Chorąży W.: Wartość odżywcza cykorii sałatowej. *Wiadomości Zielarskie*, 1992, 2, 8-9.
- [15] *Wybrane metody analityczne oceny wartości odżywczej żywności – pod red. H. Kunachowicz*, WNT, Warszawa 1997.
- [16] Zduńczyk Z.: Probiotyki i prebiotyki oddziaływanie lokalne i systemowe. *Przem. Spoż.*, 2002, 4, 8.
- [17] *Żywność wygodna i żywność funkcjonalna – pod red. F. Świdorskiego*, WNT, Warszawa 1999.

THE COMPOSITION OF CHICORY FLOUR OF SELECTED CHICORY CULTIVARS POLANOWICKA AND FREDONIA IN RELATION TO ROOT SIZES AND THE DATE OF HARVEST

S u m m a r y

The purpose of this research was to evaluate the usefulness of the roots of two chicory cultivars (Polanowicka i Fredonia) for chicory flour production. Selected components concentration in peeled chicory roots and their extracts in relation to the date of harvest, and size root was determined. Yields of protein, dietary fibre, total extract, and carbohydrate composition in peeled, small, average, and large chicory roots collected between september and october have been also analysed. The results of the research have showed significant differences in a composition of carbohydrates in relation to chicory root size and the date of harvest. Large roots of chicory collected between September and October gave the largest yields of inulin, while tiny roots below 200 g are less valuable raw material. The chicory roots of Polanowicka cv. were the better material for chicory flour production because the flour did not undergo the browning during the processing.



ILONA GAŁĄZKA, ANDRZEJ CZARNECKI

OTRZYMYWANIE INULINY I JEJ KONCENTRATÓW Z KORZENI CYKORII

Streszczenie

Celem pracy była ocena możliwości wytwarzania inuliny krystalicznej w oparciu o korzenie cykorii uprawianej w Polsce i ocena przydatności suszu do otrzymywania inuliny krystalicznej i jej koncentratów. Celem pracy było również porównanie przydatności korzeni cykorii różnej wielkości z różnych terminów zbioru, a także oznaczenie składu węglowodanów w koncentraty z korzeni cykorii metodą chromatografii cieczowej HPLC.

Uzyskany preparat charakteryzował się wysoką czystością, gdyż zawierał 94% inuliny krystalicznej. Wydajność inuliny krystalicznej zmieniała się w zależności od wielkości korzeni cykorii, a także w zależności od terminu ich zbioru. Największą wydajność uzyskano z korzeni dużych, ze zbiorów do 15 października. Największą 92% s.s. zawartość inuliny miały koncentraty otrzymane z korzeni dużych Susze przemysłowe charakteryzowały się niższą wartością technologiczną.

Słowa kluczowe: cykoria korzeniowa, inulina krystaliczna, koncentrat inulinowy, otrzymywanie.

Wstęp

Inulina jest polisacharydem zbudowanym z liniowych łańcuchów reszt fruktozy połączonych wiązaniami β -1,2-glikozydowymi, często zakończonych cząsteczką glukozy. Liczba DP (reszt fruktozy) w inulinie wynosi 10–70, w zależności od pochodzenia [2, 4, 6].

Ze względu na swoje właściwości funkcjonalne inulina budzi szerokie zainteresowanie technologów żywności i żywienia oraz konsumentów [5]. Wywiera ona pozytywny wpływ na mikroflorę jelita grubego co kwalifikuje ją do grupy prebiotyków [7, 8]. Inulina modyfikuje jakość artykułów spożywczych. Umożliwia zastąpienie znacznej ilości tłuszczu oraz wpływa na stabilizację emulsji nadając produktowi miękkość, dlatego znalazła zastosowanie w takich produktach, jak: jogurty, mleko acidofilne, serki

kremowe, desery mleczne, margaryny, produkty cukiernicze np. batony dietetyczne, czekolady i ciastka o małej wartości energetycznej, jak również pieczywo. Jest też stosowana jako błonnik pokarmowy w preparatach wysokobłonnikowych wspomagających odchudzanie [1, 4].

Jednym z surowców o znacznej zawartości inuliny jest cykorcia korzeniowa. Dotychczas w Polsce nie pozyskuje się tego składnika. W Europie korzenie cykorii znalazły zastosowanie nie tylko jako surowiec do produkcji inuliny, ale także do wytwarzania oligosacharydów, syropów fruktozowych i fruktozy krystalicznej [1, 3].

Proces technologiczny otrzymywania inuliny z korzeni cykorii na skalę przemysłową składa się z trzech etapów: I – ekstrakcja, nawapnianie i saturacja; II – demineralizacja poprzez wymianę jonów i odbarwianie węglem aktywnym; III - suszenie rozpyłowe. Pierwszy z etapów jest podobny do procesu stosowanego w przemyśle cukrowniczym, drugi wykazuje podobieństwo do technologii skrobi [3].

W Polsce brak jest instalacji do wytwarzania inuliny, aczkolwiek znajduje się dobrze zorganizowana baza surowcowa w postaci plantacji cykorii, którą wykorzystuje się do wytwarzania suszu, przeznaczonego jedynie do produkcji kawy zbożowej.

Celem pracy była ocena możliwości wytwarzania inuliny krystalicznej w oparciu o korzenie cykorii uprawianej w Polsce i ocena przydatności suszu do otrzymywania inuliny krystalicznej i jej koncentratów w procesie podobnym do stosowanego w cukrownictwie. Celem pracy było również porównanie przydatności korzeni cykorii różnej wielkości z różnych terminów zbioru, a także oznaczenie składu węglowodanów w koncentratach z korzeni cykorii.

Materiał i metody badań

Materiał badawczy stanowiły:

- korzenie cykorii odmiany Polanowicka, z plantacji towarowych w kampanii 2001, zebrane w następujących terminach: 31.08.01, 15.09.01, 15.10.01 28.10.01, 05.11.01;
- susze otrzymane w suszarni owiewowej, z przeznaczeniem do produkcji namiastek kawy;
- susz w postaci płatków, z korzeni okorowanych, wysuszony w suszarce laboratoryjnej.

Przygotowanie materiału do badań

Korzenie posegregowano wg wielkości na: małe (150-200 g), średnie (200-350 g) i duże (350-550 g). Z każdej grupy pobrano po 4-5 sztuk korzeni wybranych losowo i poddano czynnościom przygotowawczym w zależności od przeznaczenia. Korzenie przeznaczone do ekstrakcji myto i rozdrabniano do postaci krajanki (krajalnica labora-

toryjna, typ AM5). Susz otrzymywano w warunkach laboratoryjnych. Korzenie myto, korowano, krojono w plastry i suszono w suszarce w temp. 70°C, w ciągu 6 godz.

Otrzymywanie inuliny

Przebieg otrzymywania inuliny krystalicznej został oparty na ogólnym schemacie proponowanym przez De Leenher [4], z wprowadzeniem własnych modyfikacji związanych z etapem oczyszczania ekstraktów.

Rozdrobnione korzenie cykorii (krajanekę) poddawano czterostopniowej periodycznej ekstrakcji wodnej w temp. 60–65°C, w ciągu 60 min. Ekstrakcję prowadzono w naczyniu szklanym umieszczonym w łaźni wodnej. Do pierwszego stopnia ekstrakcji używano wody w stosunku 1:1 na masę korzeni. Krajanekę oddzielano od roztworu i poddawano kolejnym ekstrakcjom. W kolejnych stopniach ekstrakcji używano 1:0,7 wody na masę korzeni. Zawartość ekstraktu w połączonych czterech roztworach wynosiła 8 – 9,5 °Bx.

Ekstrakcję suszu wodą prowadzono w analogicznych warunkach temp. i czasu, z tym, że proporcje składników (woda-susz) wynosiły 4:1.

Uzyskane roztwory ogrzewano do 90°C, alkalizowano mlekiem wapiennym do pH = 11. Nawapnione roztwory przetrzymywano w tej temperaturze 10 min, następnie chłodzono do 80–85°C i poddawano saturacji z użyciem CO₂. Proces prowadzono przez ok. 20 min do uzyskania pH = 6,5. Następnie zawiesinę węglanu wapnia z dodatkiem ziemi okrzemkowej poddawano filtracji pod zmniejszonym ciśnieniem, stosując lejek Büchnera i przegrody filtracyjne HOBRA S40/N. Klarowne roztwory poddawano demineralizacji w kolumnach z wypełnieniem jonitowym, a następnie zatężano w wyparce rotacyjnej do zawartości ekstraktu 25°Bx. Otrzymane w ten sposób oczyszczone i podgęszczone roztwory tzw. koncentraty, poddawano krystalizacji przez ich ochłodzenie do 4°C i przetrzymywano w tej temperaturze 48 godz. Kryształy inuliny oddzielano od roztworu macierzystego drogą filtracji pod zmniejszonym ciśnieniem na lejku Büchnera, stosując przegrody filtracyjne HOBRA S40/N i oddzielnie zbierano roztwór macierzysty (odciek).

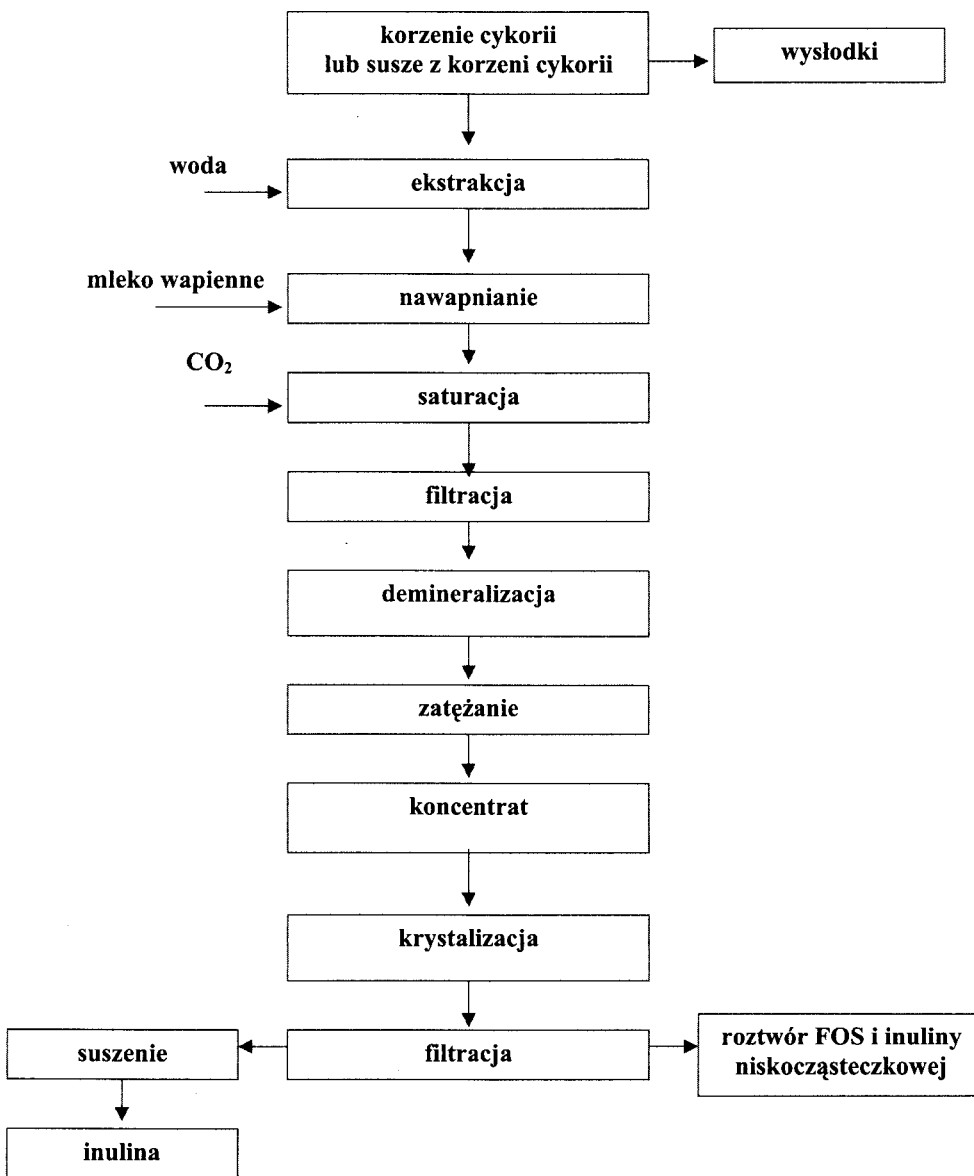
Suszenie kryształów inuliny prowadzono w suszarce próżniowej w temp. poniżej 50°C, w ciągu 4 godz. Sposób otrzymywania inuliny przedstawiono na rys. 1.

Ze względu na koloidowy charakter roztworów wprowadzono własne modyfikacje oczyszczania, które przebiegało w kilku etapach.

Celem nawapniania było:

- wytrącenie substancji koloidalnych drogą właściwej koagulacji,
- wytrącenie substancji koloidalnych oraz znajdujących się w ekstrakcie mikroorganizmów drogą adsorpcji przez tworzące się osady wapniowe,
- wytrącenie pektyn po ich destryfikacji wraz z częścią substancji białkowych,

- dodanie do soku wapna w nadmiarze, które podczas saturacji wytworzy węglan wapnia,
- zalkalizowanie roztworu w celu powstrzymania rozwoju drobnoustrojów.



Rys. 1. Schemat otrzymywania inuliny krystalicznej.

Fig. 1. Flow chart of crystalline inulin obtainment.

W czasie saturacji nawapnionej mieszaniny koloidy, wytrącone podczas nawapniania w postaci mazistego osadu, łączą się z powstającym węglanem wapniowym. Osad taki posiada konsystencję ziarnistą. Właściwości filtracyjne osadu poprawiają się w miarę postępu saturacji (obniżania pH). Węglan wapniowy, dzięki dużym właściwościom sorpcyjnym, adsorbuje również z roztworu sole wapniowe i substancje barwne.

W przypadku oczyszczonych roztworów z suszu laboratoryjnego, szybkość filtracji była kilkakrotnie mniejsza od szybkości filtracji roztworów otrzymanych z rozdrobnionych korzeni (krajanki). W przypadku roztworów z suszu przemysłowego, maziste osady charakteryzowały się złymi właściwościami filtracyjnymi. Szybkość filtracji takiej mieszaniny wzrastała po dodaniu węgla aktywnego po saturacji.

Metody badań

Oznaczenie zawartości inuliny, oligo-, di- oraz monosacharydów w koncentracie przeprowadzono metodą chromatografii cieczowej HPLC. Analizę prowadzono z użyciem chromatografu firmy Kuaner z systemem sterowania danych EuroChrom2000, z zastosowaniem detektora IR i kolumny Aminex HPX 87C. Chromatografię prowadzono z szybkością przepływu 0,5 ml/min. Próbkki koncentratów oraz roztworów inuliny krystalicznej filtrowano przez przegrodę ϕ 0,45 μm , po czym 20 μl roztworu wstrzykiwano do chromatografu.

Omówienie wyników

W tab. 1. przedstawiono skład węglowodanów w koncentratkach otrzymanych z korzeni cykorii i z suszów.

Zawartość inuliny w koncentratkach z korzeni cykorii i z suszu laboratoryjnego była średnio większa o 18% niż zawartość inuliny w ekstrakcie z suszu przemysłowego. Zawartość inuliny w koncentratkach zależała od wielkości korzeni. Największą zawartością inuliny (92% s.s.) charakteryzowały się koncentraty z korzeni dużych, a najmniejszą koncentraty z suszy przemysłowych (około 75% s.s.).

Zawartość oligosacharydów w koncentratkach z korzeni cykorii była dość równomierna i średnio wynosiła 4,6% s.s., jednak w ostatnim okresie wegetacji można było zauważyć podwyższenie ich zawartości we wszystkich korzeniach.

Stwierdzono podwyższenie zawartości cukrów prostych tj. glukozy i fruktozy w koncentracie z korzeni z ostatniego terminu zbioru. Obserwowano także duże zróżnicowanie zawartości fruktozy i glukozy w korzeniach małych, w porównaniu z dużymi. W małych korzeniach, zebranych w październiku, zawartość glukozy i fruktozy była największa.

Zawartość sacharozy w koncentratkach z korzeni cykorii zmieniała się nieznacznie w okresie zbioru tj. od 31 sierpnia do 28 października, średnio wynosiła 6% s.s.

Tabela 1

Zawartość węglowodanów w koncentratkach.

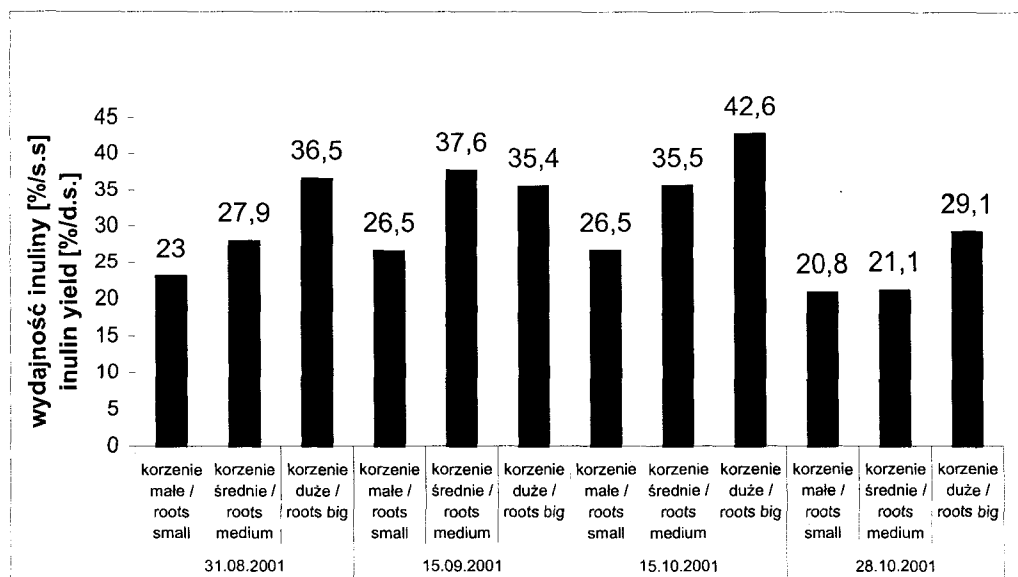
Percentage of saccharides in preparations from chicory roots.

| Surowiec, z którego otrzymano koncentrat Raw material | Rok zbioru Year of harvest | Inulina Inulin | Oligosacharydy Oligosaccharides | Sacharoza Saccharose | Glukoza Glucose | Fruktoza Fructose |
|--|-------------------------------|---------------------|------------------------------------|-------------------------|--------------------|----------------------|
| | | [%/s.s.] / [%/d.m.] | | | | |
| Susz przemysłowy z korzeni cykorii Industrial dried chicory roots | 1999 | 74,6 | 6,5 | 5,7 | 2,1 | 9,6 |
| | 2000 | 76,4 | 5,5 | 7,0 | 3,1 | 7,1 |
| Susz laboratoryjny z korzeni cykorii Dried chicory roots prepared in laboratory conditions | 2000 | 90,6 | 3,6 | 1,5 | 2,0 | 1,9 |
| Korzenie Roots 31.08.01 | Małe / Small | 82,4 | 4,0 | 7,9 | 3,3 | 2,1 |
| | Średnie Medium | 86,9 | 4,6 | 5,0 | 2,1 | 1,4 |
| | Duże / Big | 89,3 | 3,9 | 5,6 | 0,2 | 0,9 |
| Korzenie Roots 15.09.01 | Małe / Small | 86,4 | 3,9 | 5,6 | 2,4 | 1,1 |
| | Średnie Medium | 84,4 | 4,4 | 7,0 | 2,1 | 1,4 |
| | Duże / Big | 92,0 | 3,2 | 3,3 | 0,3 | 1,2 |
| Korzenie Roots 15.10.01 | Małe / Small | 85,3 | 4,6 | 6,6 | 0,7 | 2,2 |
| | Średnie Medium | 87,3 | 3,9 | 5,3 | 1,8 | 1,4 |
| | Duże / Big | 88,5 | 3,7 | 4,6 | 1,7 | 1,1 |
| Korzenie Roots 28.10.01 | Małe small | 86,9 | 4,3 | 5,3 | 0,6 | 2,4 |
| | Średnie medium | 87,9 | 3,9 | 5,6 | 0,6 | 1,7 |
| | Duże / Bbig | 87,0 | 4,3 | 5,6 | 1,1 | 1,6 |
| Korzenie Roots 5.11.01 | Małe / Small | 80,1 | 7,0 | 8,0 | 0,5 | 2,0 |
| | Średnie Medium | 79,5 | 7,6 | 9,4 | 0,4 | 2,3 |
| | Duże / Bbig | 83,6 | 6,2 | 7,3 | 0,5 | 1,9 |

Znaczny wzrost zawartości sacharozy w koncentratkach z korzeni cykorii obserwowano pod koniec wegetacji, wówczas średnia zawartość wynosiła 8,2% s.s. Jest to związane z uaktywnieniem się inulinyazy, a tym samym uruchomieniu mechanizmów hydrolizy.

W koncentratkach z suszów przemysłowych stwierdzono większą zawartość sacharozy i fruktozy, co świadczy o procesach hydrolizy zachodzących podczas przygotowania płatków z korzeni i przechowywania.

Różnice jakościowe suszów: przemysłowych i laboratoryjnych wynikają ze sposobu ich przygotowania. Susze przemysłowe przeznaczone do produkcji kawy zbożowej są otrzymywane przez suszenie gazami spalinowymi w temp. powyżej 85°C. W związku z tym ich barwa jest niejednolita, występują cząstki mocno skarmelizowane. Prowadzenie procesu suszenia korzeni cykorii w takich warunkach ma negatywny wpływ na zawartość węglowodanów, w tym inuliny. Ponadto podczas długotrwałego przechowywania korzeni zachodzi hydroliza inuliny. Płatki z korzeni cykorii przygotowywane w warunkach laboratoryjnych suszono w łagodnych warunkach (70°C). Dlatego też z tego surowca uzyskano znacznie wyższą wydajność inuliny krystalicznej niż z suszów przemysłowych.



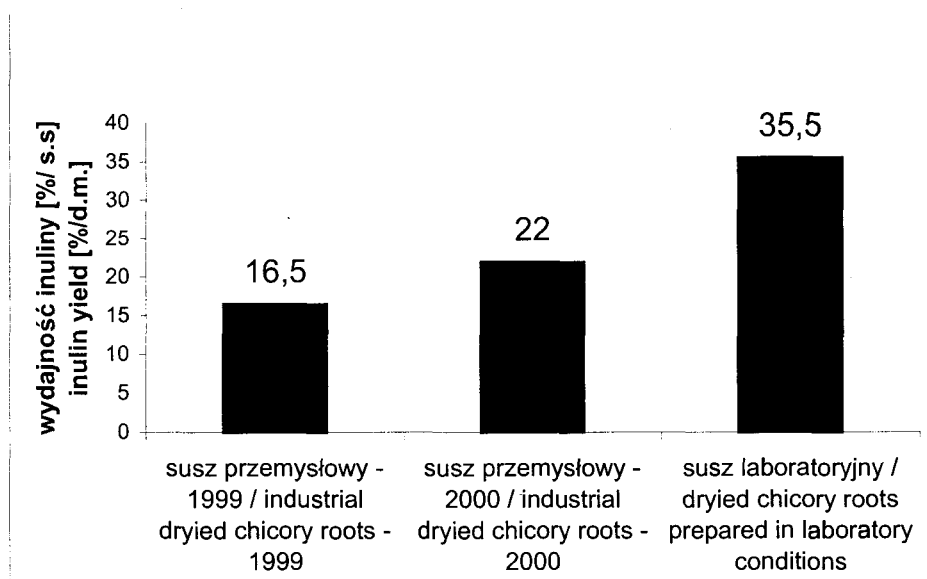
Rys. 2. Zależność wydajności inuliny krystalicznej od wielkości korzeni i terminu zbioru.

Fig. 2. The influence of the largeness of chicory roots and the date of harvest on the crystalline inulin yield.

Wydajność inuliny krystalicznej, otrzymywanej z korzeni cykorii, zmieniała się w zależności od wielkości korzenia, a także od terminu zbioru (rys. 2). Największą

wydajność uzyskano z korzeni dużych, ze zbiorów do 15 października. Po tym terminie następowało zmniejszenie wydajności, co mogło być spowodowane działaniem enzymów hydrolitycznych. W przypadku suszów większą wydajność inuliny krystalicznej uzyskano z płatków suszonych w temp. 70°C, w warunkach laboratoryjnych (rys. 3). Różnice w wydajności inuliny krystalicznej z suszów przemysłowych i laboratoryjnych wynikały ze sposobu uzyskania płatków, przede wszystkim procesu suszenia, a także przechowywania.

Za pomocą chromatografii cieczowej HPLC określono skład węglowodanów w preparacie inuliny krystalicznej uzyskanej z korzeni cykorii: inulina 94,7%, oligosacharydy 2,4%, sacharoza 1,6%, fruktoza 1,3%. Zawartość inuliny w preparacie była zbliżona do czystości preparatów handlowych.



Rys. 3. Wydajności inuliny krystalicznej otrzymanej z suszu przemysłowego i suszu laboratoryjnego.
Fig. 3. The yield of crystalline inulin extraction from dried chicory roots.

Wnioski

1. Jednostopniowa krystalizacja inuliny z koncentratów z korzeni cykorii uprawianych w Polsce lub suszów laboratoryjnych umożliwia otrzymanie inuliny krystalicznej z wydajnością 20-35%, o czystości 94% tj. zbliżonej do czystości preparatów handlowych.
2. Największe ilości inuliny w koncentratkach uzyskano z korzeni dużych.

3. Z korzeni dużych uzyskano większą wydajność inuliny krystalicznej w porównaniu z korzeniami małymi.
4. Termin zbioru korzeni ma wpływ na skład węglowodanów w koncentratkach z korzeni cykorii i wydajność inuliny krystalicznej tj. wydajność spada w przypadku korzeni zebranych w ostatniej dekadzie października i później.
5. Susze przemysłowe mają względnie niską przydatność technologiczną do otrzymywania inuliny krystalicznej.

Literatura

- [1] Coussument P.A.A.: Inulin and Oligofructose: Safe Intakes and Legal Status. American Society for Nutritional Sciences, 1999, 1412S-1416S.
- [2] Crittenden R.G., Playne M. J.: Prebiotics, in: Probiotics: A Critical Review, Tannock G.W. ed. Horizon Scientific Press, Wymondham, UK, 1999, p. 147.
- [3] De Leenher L.: Production and use of inulin: Industrial reality with a promising future, 1994, in: Carbohydrates as Organic Raw Materials III, Wageningen, The Netherlands, November 28-29, 1994.
- [4] Linden G., Lorient D.: New ingredients in food processing. Woodhead Publishing Limited, Cambridge, UK, 1999, p. 224.
- [5] Probiotyki. Warsztaty zorganizowane w ramach projektu Accompanying Measure do projektu Flair – Flow Europe IV PTTŻ. Wyd. Nauk., Kraków, 20 czerwiec 2002.
- [6] Raaijmakers H.W.C., Kuzee H.C., Bolkenbaas M.E.B.: Physicochemical Modification of Inulin: Properties and Application, Carbohydrates as Organic Raw Materials IV, Vienna/Austria, March 20/21, 1997.
- [7] Zduńczyk Z.: Probiotyki i prebiotyki oddziaływanie lokalne i systemowe. Przem. Spoż., 2002, 4, 8.
- [8] Żywność wygodna i żywność funkcjonalna; pod red. F. Świdorskiego, WNT, Warszawa 1999.

OBTAINMENT OF THE INULIN AND PREPARATIONS OF CHICORY ROOTS

Summary

The purpose of this research was to obtain a crystalline inulin of chicory roots, growing in Poland, and dried up in industrial terms, and also comparing useability of crystalline inulin, and the evaluation of composition of carbohydrates in inulin preparations. The carbohydrates composition was determined by HPLC method.

The crystalline inulin had a high purity {94%}. Yield of inulin changes in relation of chicory roots and also of the date of harvest. The largest yield of crystalline inulin has been collected of large roots of harvests to 15th October. The largest content of inulin {92%} was determined in inulin preparations which were obtained of large roots. Chicory roots dried up in industrial terms have the lower technological value.



KAMILA GODERSKA, MARTA MATUSZEWSKA, ZBIGNIEW CZARNECKI

CHARAKTERYSTYKA WYBRANYCH SZCZEPÓW *LACTOBACILLUS ACIDOPHILUS* I ICH PRZEŻYWALNOŚĆ W SOKU MARCHWIOWYM

Streszczenie

W pracy scharakteryzowano dwa szczepy potencjalnie probiotycznych bakterii *Lactobacillus acidophilus* pod względem przeżywalności w środowisku kwaśnym o pH zbliżonym do pH żołądka, a także pH odpowiadającemu kwasowości soku z marchwi. Ponadto zbadano tolerancję tych szczepów na żółć. Badania te wykazały wysokie prawdopodobieństwo przeżycia obydwu szczepów w zróżnicowanych warunkach przewodu pokarmowego człowieka. Próba aplikacji tych bakterii do pasteryzowanego soku z marchwi pozwala wnioskować o możliwości otrzymania nowego produktu probiotycznego charakteryzującego się wysoką wartością odżywczą i dietetyczną.

Słowa kluczowe: sok marchwiowy, *Lactobacillus acidophilus*, probiotyki.

Wprowadzenie

Bakterie probiotyczne cieszą się obecnie szerokim zainteresowaniem. Wielu autorów podkreśla korzyści zdrowotne wynikające ze spożywania produktów z udziałem tych bakterii.

Opisane efekty zdrowotne probiotycznych szczepów to: modulacja systemu immunologicznego, utrzymywanie równowagi mikroflory jelitowej, redukcja aktywności enzymów fekalnych, działanie antyrakowe, zapobieganie biegunkom „podróżnych”, rotawirusowym i innym [5, 13, 14]. Należy jednak podkreślić, iż dodatnie cechy są charakterystyczne dla określonego szczepu bakterii. Poszukuje się więc nowych szczepów spełniających kryteria bakterii probiotycznych. W poszukiwaniach optymalnych szczepów probiotycznych uwzględnia się następujące cechy dotyczące wymagań ogólnych: pochodzenie, bezpieczeństwo, odporność na pH, kwasy żółciowe i soki

trawienne; wymagań technologicznych jak przeżywalność i aktywność w produkcji i procesach technologicznych oraz aspekty funkcjonalne jak adherencja do komórek śluzówki jelita, antagonizm wobec patogenów, aktywność antybiotyczna, stymulacja reakcji immunologicznej i wpływ na metabolizm gospodarza [13].

Jednym z kryteriów jakie powinny spełniać szczepy probiotyczne, które stanowią o skuteczności ich działania jest odporność na niskie pH i żółć [9, 12]. Pierwszą barierą dla mikroorganizmów jaka występuje w przewodzie pokarmowym człowieka jest kwasowość żołądka, która musi zostać pokonana przez bakterie nazwane bakteriami probiotycznymi [2]. Aplikacja bakterii spełniających powyższe wymagania do produktów roślinnych może poszerzyć listę szeroko dostępnych produktów spożywczych z udziałem probiotyków oraz poprawić wartość odżywczą i dietetyczną żywności fermentowanej. Właśnie produkty fermentowane z marchwi, buraków ćwikłowych, selera, pietruszki, zielonego groszku, fasolki, pomidorów, a także nasion ryżu i soi, w postaci soków czy sałatek, mają stanowić alternatywę uzupełnienia mikroflory przewodu pokarmowego dla ludzi nietolerujących laktozy i białek mleka, u których rozwój i obecność bakterii probiotycznych w przewodzie pokarmowym zostały zachwiane poprzez działanie różnych czynników. Do nich należy stan chorobowy i związane z tym długotrwałe przyjmowanie leków. Szczepy stosowane do produkcji warzywnych produktów fermentowanych to *Leuconostoc*, *Lactococcus*, *Pediococcus* i *Lactobacillus* [10, 11, 15]. Dlatego też postanowiono scharakteryzować oporność bakterii *Lactobacillus acidophilus* na pH odpowiadające pH żołądka oraz kwasowości fermentowanego soku z marchwi, a także tolerancję tych szczepów na żółć. Przy rozpatrywaniu potencjalnie terapeutycznych wartości preparatów probiotycznych i produktów fermentowanych z udziałem mikroflory jelitowej należy jednak pamiętać, że produkt musi zawierać dostateczną liczbę żywych i aktywnych komórek w chwili spożycia, minimalnie 10^6 komórek/cm³ produktu [9, 12].

Celem pracy była charakterystyka bakterii *Lactobacillus acidophilus* DSM 20079 i *Lactobacillus acidophilus* DSM 20242, jako bakterii potencjalnie probiotycznych i zbadanie ich przeżywalności w soku marchwiowym.

Materiał i metody badań

Materiał do badań stanowiły dwa szczepy bakterii: *Lactobacillus acidophilus* DSM 20079 i *Lactobacillus acidophilus* DSM 20242, pochodzące z kolekcji kultur DSMZ (Deutsche Sammlung von Mikroorganismen und Zellkulturen GmbH) w Niemczech. Obydwa szczepy hodowano na pożywkę MRS w temp. 37°C.

Przeżywalność bakterii w środowisku o pH = 2, 3, 4 i 5

Przeżywalność badanych szczepów w środowisku odpowiadającym warunkom panującym w przewodzie pokarmowym badano na płynnej pożywce MRS z regulacją kwasowości 1N HCl do pH = 2 i 3 (środowisko zbuforowano buforem Titrisol firmy Merck). W ten sam sposób wykonano badania odnoszące się do środowiska o pH = 4 i 5 – kwasowość zbliżona do fermentowanego soku z marchwi. W każdym przypadku 200 cm³ pożywki zaszczipiano 20 cm³ inokulum wielkości 6·10⁸ jtk/cm³. Hodowle inkubowano w temp. 37°C do momentu obniżenia liczby żywych bakterii do 0. Żywność bakterii oznaczano w określonych odstępach czasu poprzez posiew na płytki Petriego metodą zalewową, stosując podłoże MRS Agar. Czas inkubacji hodowli na płytkach wynosił 48 godz. Posiewy wykonywano w dwóch powtórzeniach.

Oznaczenie zdolności pałeczek do wzrostu w obecności żółci, w układzie modelowym z użyciem oxgallu

Hodowle bakterii na podłożu MRS Broth z dodatkiem odpowiednio 0; 0,1; 0,2; 0,3 i 0,4% oxgallu (odpowiada to stężeniu żółci 0; 1, 2,3 i 4%) inkubowano w temp. 37°C przez 8 godz. Do 200 cm³ podłoża dodawano 20 cm³ inokulum wielkości 5,5·10⁸ jtk/cm³. Liczbę żywych bakterii określano co 2 godz., przez 8 godz. prowadzenia hodowli. Gęstość hodowli mierzono spektrofotometrycznie przy λ=620 nm. Pomiary wykonywano w trzech powtórzeniach. Mierzono czas potrzebny do zwiększenia absorbancji o wartość 0,3 w podłożu bez żółci i z żółcią. Obliczano współczynnik zahamowania wzrostu bakterii (C_h) obydwu szczepów przez różny dodatek oxgallu. Współczynnik zahamowania wzrostu w obecności żółci w czasie 8 godz. inkubacji obliczano z równania [1, 6]:

$$C_h = (A_{620 \text{ nm}}^{\text{MRS}} - A_{620 \text{ nm}}^{\text{MRSO}}) \cdot (A_{620 \text{ nm}}^{\text{MRS}})^{-1}$$

gdzie:

$A_{620 \text{ nm}}^{\text{MRS}}$ – wartość absorbancji dla hodowli bakterii na podłożu MRS Broth,

$A_{620 \text{ nm}}^{\text{MRSO}}$ – wartość absorbancji dla hodowli bakterii na podłożu MRS Broth z odpowiednim % dodatkiem oxgallu.

Tolerancja na niskie pH pozwala przeżyć szczepom w żołądku, natomiast na żółć w jelicie cienkim [1, 2].

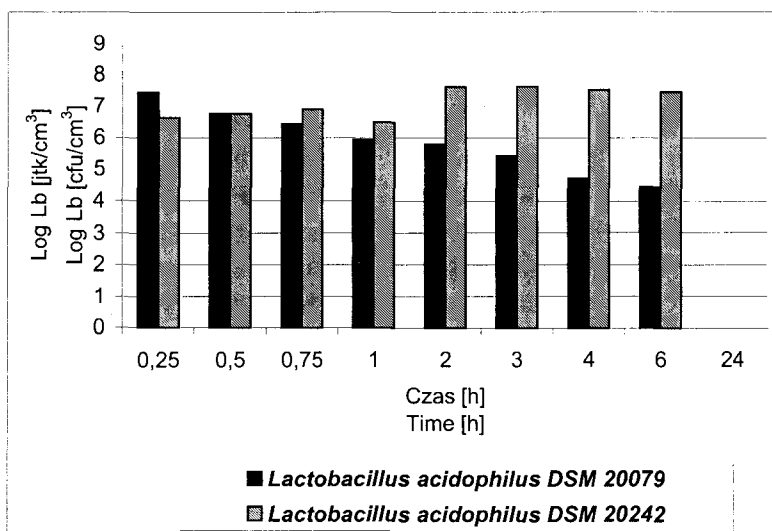
*Hodowla bakterii *Lactobacillus acidophilus* w pasteryzowanym soku z marchwi*

Przeprowadzono próbę adaptacji bakterii *L. acidophilus* w soku z marchwi firmy Marwit, dostępnym na naszym rynku. Sok ten przed zaszczipieniem bakterii pasteryzowano w temp. 80°C przez 15 min. Do 200 cm³ soku wprowadzano odwirowane w warunkach sterylnych bakterie, zawieszono w 20 cm³ jałowej soli fizjologicznej. Wielkość inokulum wprowadzanego do soku to 3,7·10⁷ jtk/cm³.

We wszystkich badaniach liczbę żywych bakterii oznaczano co 24 godz. przez 5 dni, poprzez posiew na płytki Petriego metodą zalewową. Hodowle na płytach inkubowano w temp. 37°C przez 48 godz. Posiewy wykonywano w dwóch powtórzeniach.

Wyniki i dyskusja

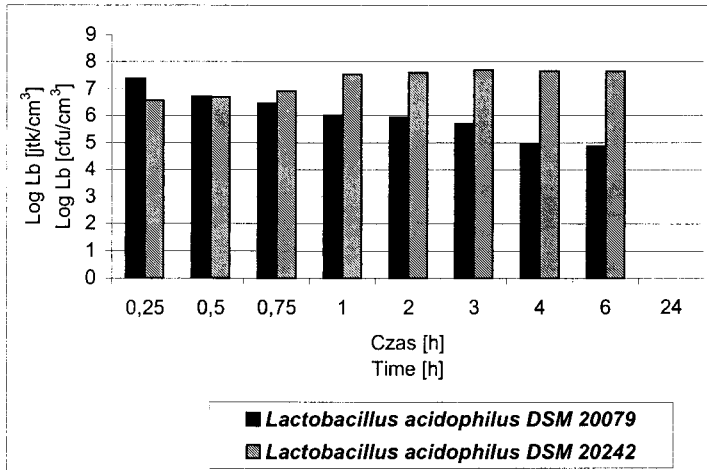
Otrzymane wyniki badań własnych wskazały również na zadowalający stopień przeżywalności obydwu szczepów bakterii *Lactobacillus acidophilus* w odniesieniu do czasu przebywania w przewodzie pokarmowym człowieka. Bakterie te przeżywają wystarczający czas w środowisku o pH < 3 – zbliżonym do pH żołądka człowieka. W 6. godz. hodowli w pH = 2 i 3 liczba żywych bakterii *Lactobacillus acidophilus* DSM 20079 osiągnęła odpowiednio wartości $2,8 \cdot 10^4$ jtk/cm³ i $7,35 \cdot 10^4$ jtk/cm³, a *Lactobacillus acidophilus* DSM 20242- $2,9 \cdot 10^7$ jtk/cm³ i $4,3 \cdot 10^7$ jtk/cm³. W 24. godz. hodowli żywotność bakterii obydwu szczepów w pH = 2 i 3 osiągnęła wartość 0 (rys. 1 i 2).



Rys. 1. Przeżywalność bakterii *Lactobacillus acidophilus* w środowisku o pH = 2.

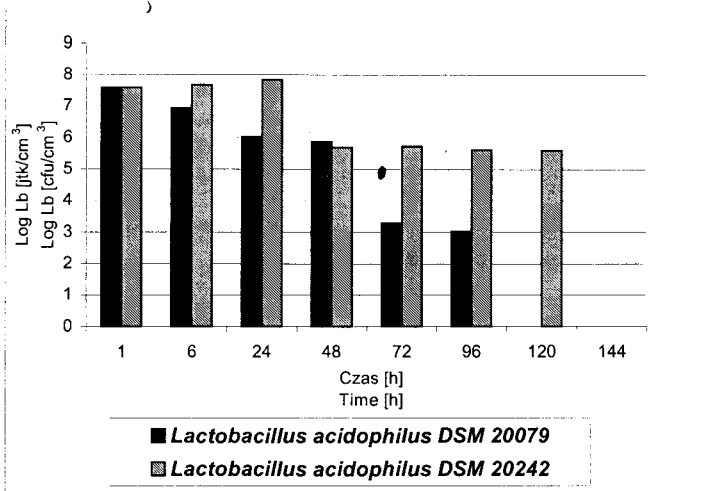
Fig. 1. Survival rate of *Lactobacillus acidophilus* in the medium of pH = 2.

Bardziej zróżnicowana była żywotność bakterii w pH 4 i 5. W środowisku o pH 4 (rys. 3) bakterie *Lactobacillus acidophilus* DSM 20079 przeżywały 4 dni i w tym czasie liczba żywych bakterii wynosiła $1,07 \cdot 10^3$ jtk/cm³, natomiast *Lactobacillus acidophilus* DSM 20242 przeżywały 5 dni, a liczba żywych bakterii wynosiła $4,00 \cdot 10^5$ jtk/cm³. Istotność różnic dwóch średnich badano na poziomie istotności $\alpha=0,05$.



Rys. 2. Przeżywalność bakterii *Lactobacillus acidophilus* w środowisku o pH = 3.

Fig. 2. Survival rate of *Lactobacillus acidophilus* in the medium of pH = 3.

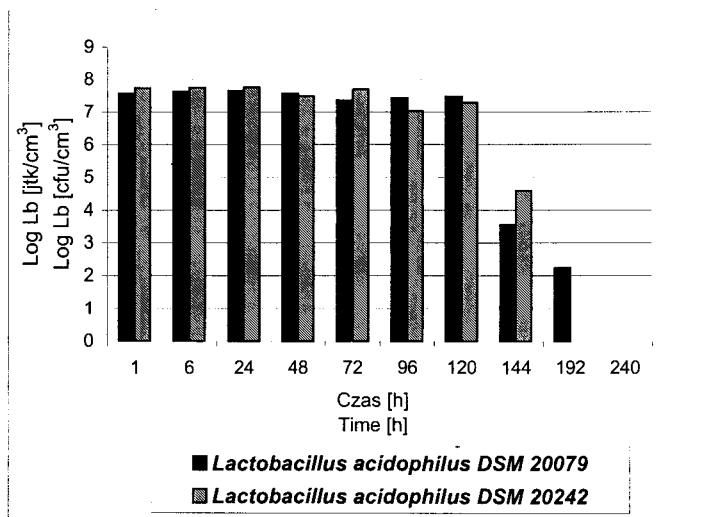


Rys. 3. Przeżywalność bakterii *Lactobacillus acidophilus* w środowisku o pH = 4.

Fig. 3. Survival rate of *Lactobacillus acidophilus* in the medium of pH = 4.

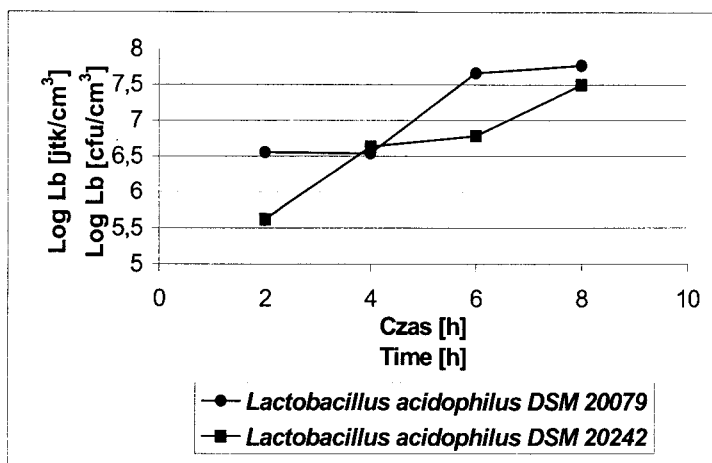
W środowisku o pH 5 (rys. 4) bakterie *Lactobacillus acidophilus* DSM 20079 przeżywały 8 dni i w tym czasie liczba żywych bakterii wynosiła $1,72 \cdot 10^2$ jtk/cm³, natomiast *Lactobacillus acidophilus* DSM 20242 6 dni, a liczba żywych bakterii osiągnęła wartość $3,95 \cdot 10^4$ jtk/cm³. Gupta i wsp. [7] scharakteryzowali 6 szczepów *Lactobacillus acidophilus* w środowisku o pH od 2 do 5. Żaden szczep nie rósł w pH = 2 przez 16 godz., czyli w takim czasie po jakim wykonano analizę. Tylko dwa z nich

wykazywały wzrost równy 16 godz. w pH = 3 i 4, ale wszystkie rosły w pH = 5. Dodatek 0,3% oxgallu całkowicie zahamował wzrost 3 spośród 7 badanych szczepów.



Rys. 4. Przeżywalność bakterii *Lactobacillus acidophilus* w środowisku o pH = 5.

Fig. 4. Survival rate of *Lactobacillus acidophilus* in the medium of pH = 5.



Rys. 5. Zdolność bakterii *Lactobacillus acidophilus* DSM 20079 i *Lactobacillus acidophilus* DSM 20242 do wzrostu w obecności 0,3% oxgallu.

Fig. 5. *Lactobacillus acidophilus* DSM 20079 and *Lactobacillus acidophilus* DSM 20242 bacteria growth potential to 0,3% oxgall.

Również Walker i wsp. [16] wykazali różną odporność i różny stopień tolerancji w zależności od szczepu. Hood i wsp. [8] scharakteryzowali wpływ niskiego pH na

szczep *Lactobacillus acidophilus* BG2F04 i wykazali, że w pH = 2 szczep ginie po 45 min, a 2-godzinna hodowla w pH = 3 i 4, w temp. 37°C, nie redukuje znacząco liczby żywych bakterii tego szczepu. Jak wskazują dane literaturowe, a także badania własne, przeżywalność bakterii w środowisku o niskim pH i różnym stężeniu żółci jest cechą charakterystyczną określonego szczepu.

Tabela 1

Zmiana absorbancji w czasie hodowli bakterii *Lactobacillus acidophilus* na podłożu z dodatkiem żółci.
Absorbance changes in bacteria cultures of *Lactobacillus acidophilus* on the substratum with bile added.

| Dodatek oxgallu [%] The oxgall added[%] | Czas [h] Time [h] | Wartość absorbancji hodowli <i>L. acidophilus</i> DSM 20242 The value of absorbance in culture of <i>L. acidophilus</i> DSM 20242 średnia / mean±SD | Wartość absorbancji hodowli <i>L. acidophilus</i> DSM 20079 The value of absorbance in culture of <i>L. acidophilus</i> DSM 20079 średnia / mean ±SD |
|--|----------------------|---|--|
| 0 | 2 | 0,105±0,002 | 0,15±0,003 |
| | 4 | 0,127±0,001 | 0,161±0,002 |
| | 6 | 0,144±0,004 | 0,201±0,003 |
| | 8 | 0,423±0,002 | 0,725±0,002 |
| 0,1 | 2 | 0,098±0,002 | 0,147±0,002 |
| | 4 | 0,123±0,002 | 0,159±0,002 |
| | 6 | 0,142±0,001 | 0,197±0,002 |
| | 8 | 0,421±0,001 | 0,72±0,001 |
| 0,2 | 2 | 0,094±0,001 | 0,144±0,002 |
| | 4 | 0,12±0,002 | 0,155±0,002 |
| | 6 | 0,138±0,002 | 0,193±0,002 |
| | 8 | 0,417±0,002 | 0,708±0,002 |
| 0,3 | 2 | 0,089±0,002 | 0,142±0,002 |
| | 4 | 0,118±0,002 | 0,154±0,002 |
| | 6 | 0,135±0,001 | 0,19±0,002 |
| | 8 | 0,413±0,002 | 0,704±0,002 |
| 0,4 | 2 | 0,082±0,003 | 0,14±0,002 |
| | 4 | 0,115±0,002 | 0,15±0,002 |
| | 6 | 0,127±0,002 | 0,188±0,001 |
| | 8 | 0,406±0,002 | 0,699±0,003 |

Po zaszczepieniu podłoża z różną zawartością żółci, inokulum bakterii rzędu 10^8 jtk/cm³, po 8 godz. inkubacji w temp. 37°C liczba żywych bakterii *Lactobacillus acidophilus* DSM 20079 i *Lactobacillus acidophilus* DSM 20242 zmniejszyła się o jeden rząd wielkości tj. do 10^7 jtk/cm³. W czasie 8 godz. hodowli obserwowano przyrost absorbancji, świadczący o braku hamującego wpływu żółci na wzrost badanych szczepów (tab. 1). Przyjęto także sugestię Gopala i wsp. [6], że przy ocenie wrażliwości

szczepów na żółć powinno się uwzględnić szybkość wzrostu na podłożach bez żółci i kryterium, że jeśli współczynnik zahamowania wzrostu jest mniejszy od 0,5, to szczepy te można uznać za dobrze tolerujące żółć (tab. 1). Krzywe obrazujące liczbę żywych bakterii obydwu szczepów w obecności żółci w ciągu 8 godzin mają różny przebieg dla każdego z nich, mimo że wartości liczbowe współczynnika zahamowania wzrostu czy też przyrostu absorbancji wskazują na podobieństwa (tab. 3; rys. 5).

Tabela 2

Wartość współczynnika zahamowania wzrostu szczepów *Lactobacillus acidophilus* w hodowli na podłożu z różnym dodatkiem żółci.

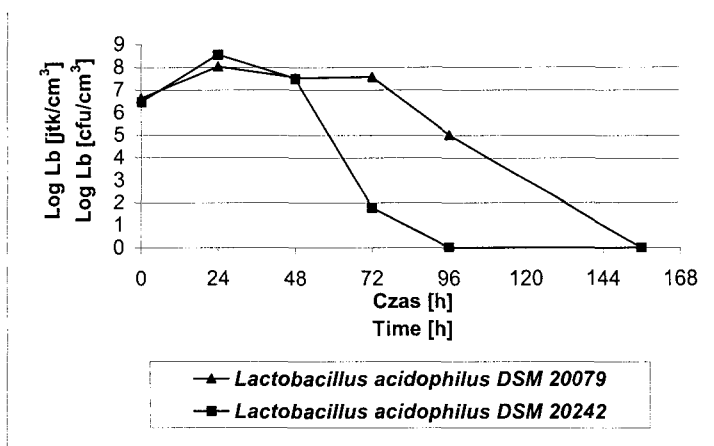
Growth inhibition ratio value in bacteria cultures of *Lactobacillus acidophilus* strains on the substratum with bile added.

| Dodatek oxgallu [%] The oxgall added [%] | Czas [h] Time [h] | Współczynnik zahamowania wzrostu <i>L. acidophilus</i> DSM 20242 The growth inhibition ratio <i>L. acidophilus</i> DSM 20242 | Współczynnik zahamowania wzrostu <i>L. acidophilus</i> DSM 20079 The growth inhibition ratio <i>L. acidophilus</i> DSM 20079 |
|---|----------------------|---|---|
| 0,1 | 2 | 0,067 | 0,020 |
| | 4 | 0,032 | 0,012 |
| | 6 | 0,014 | 0,020 |
| | 8 | 0,005 | 0,007 |
| 0,2 | 2 | 0,105 | 0,040 |
| | 4 | 0,055 | 0,037 |
| | 6 | 0,042 | 0,039 |
| | 8 | 0,014 | 0,023 |
| 0,3 | 2 | 0,152 | 0,053 |
| | 4 | 0,071 | 0,043 |
| | 6 | 0,062 | 0,055 |
| | 8 | 0,024 | 0,029 |
| 0,4 | 2 | 0,219 | 0,067 |
| | 4 | 0,095 | 0,068 |
| | 6 | 0,118 | 0,064 |
| | 8 | 0,040 | 0,036 |

Buck i wsp. [3] badali tolerancję na żółć wyizolowanych z kału szczepów bakterii *Lactobacillus acidophilus*. Żaden z 12 wybranych izolatów bakterii nie wykazywał wyższej tolerancji na żółć w porównaniu z wzorcowym szczepem *Lactobacillus acidophilus* ATCC 43121. Poziom wzrostu absorbancji wszystkich 12 szczepów wahał się od 2 do 2,8 godz. na podłożu MRS z dodatkiem 0,3% oxgallu. *Lactobacillus acidophilus* ATCC 43121 znacząco lepiej tolerował żółć i rósł szybciej niż pozostałe badane szczepy, ale izolowany był z treści jelit świnie i nie może być stosowany w diecie

człowieka [4]. W przedstawionych badaniach własnych, czas ten w przypadku obydwu szczepów był dłuższy i wynosił 8 godz. (tab. 1).

Próby adaptacji tych bakterii do soku z marchwi potwierdziły ich przeżywalność również w napoju jaki może stać się probiotykiem spożywanym w codziennej diecie człowieka. Bakterie *Lactobacillus acidophilus* DSM 20079 w 72. godz. hodowli osiągnęły liczbę żywych bakterii $3,68 \cdot 10^7$ jtk/cm³, a *Lactobacillus acidophilus* DSM 20242 liczbę żywych bakterii na tym samym poziomie osiągają w 48. godz. hodowli (rys. 6). Konieczna byłaby jednak ocena przeżywalności obydwu szczepów bakterii w czasie chłodniczego przechowywania soku z marchwi.



Rys. 6. Przeżywalność bakterii *Lactobacillus acidophilus* w soku marchwiowym.

Fig. 6. The survival rate of *Lactobacillus acidophilus* bacteria in carrot juice.

Wnioski

1. Bakterie *Lactobacillus acidophilus* DSM 20079 i 20242 są zdolne do przeżycia w hodowli o pH = 2 i pH = 3 przez co najmniej 6 godz., czyli w czasie w jakim przebywa pokarm w żołądku człowieka. Czas ich życia w pH środowiska fermentowanych produktów jest dłuższy, a między szczepami w środowisku o pH 4 i 5 zauważono istotne różnice.
2. Szczepy *Lactobacillus acidophilus* DSM 20079 i *Lactobacillus acidophilus* DSM 20242 należy uznać za szczepy dobrze tolerujące żółć.
3. Liczba żywych bakterii *Lactobacillus acidophilus* DSM 20079 i *Lactobacillus acidophilus* DSM 20242 w soku z marchwi utrzymuje się na poziomie 10^7 jtk/cm³ odpowiednio przez 3 i 2 dni od zaszczepienia.

Tabela 3

Zdolność bakterii *Lactobacillus acidophilus* DSM 20242 i *Lactobacillus acidophilus* DSM 20079 do wzrostu w obecności żółci.

Lactobacillus acidophilus DSM 20242 and *Lactobacillus acidophilus* DSM 20079 bacteria growth potential to bile presence.

| Dodatek oxgallu [%] The oxgall added [%] | Czas [h] Time [h] | Log Liczby bakterii szczepu DSM 20242 [jtk/cm ³] Log CFU DSM 20242 strain [cfu/cm ³] | Log Liczby bakterii szczepu DSM 20079 [jtk/cm ³] Log CFU DSM 20079 strain [cfu/cm ³] |
|---|----------------------|---|---|
| 0 | 2 | 5,74 | 6,70 |
| | 4 | 6,70 | 6,74 |
| | 6 | 6,84 | 7,74 |
| | 8 | 7,57 | 7,89 |
| 0,1 | 2 | 5,69 | 6,70 |
| | 4 | 6,66 | 6,70 |
| | 6 | 6,82 | 7,69 |
| | 8 | 7,54 | 7,85 |
| 0,2 | 2 | 5,67 | 6,65 |
| | 4 | 6,63 | 6,68 |
| | 6 | 6,80 | 7,69 |
| | 8 | 7,52 | 7,81 |
| 0,3 | 2 | 5,62 | 6,56 |
| | 4 | 6,63 | 6,54 |
| | 6 | 6,78 | 7,66 |
| | 8 | 7,50 | 7,77 |
| 0,4 | 2 | 5,60 | 6,37 |
| | 4 | 6,61 | 6,46 |
| | 6 | 6,76 | 7,59 |
| | 8 | 7,46 | 7,70 |

Literatura

- [1] Banach W., Bucholc B., Wójcik B.: Charakterystyka szczepów *Lactobacillus* wchodzących w skład preparatów farmaceutycznych. Med. Dośw. Mikrobiol, 2001, **53** (2), 143.
- [2] Brassart D., Schiffrin E.J.: The use of probiotics to reinforce mucosal defence mechanisms. Trends Food Sci. Technol., 1997, **10** (8), 321.
- [3] Buck L. M., Gilliland S. E.: Comparisons of Freshly Isolated Strains of *Lactobacillus acidophilus* of Human Intestinal Origin for Ability to Assimilate Cholesterol During Growth. J. Dairy Sci., 1994, **77**, 2929.
- [4] Gilliland S. E., Walker D. K.: Factors to Consider When Selecting a Culture of *Lactobacillus acidophilus* as a Dietary Adjunct to Produce a Hypocholesterolemic Effect in Humans. J. Dairy Sci., 1990, **73**, 905.
- [5] Goldin B.R.: Health benefits of probiotics. Br. J. Nutr., 1998, **80** (4) Suppl., 2, 203.

- [6] Gopal A., Shah N. P., Roginski H.: Bile tolerance, taurocholate and cholesterol removal by *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium spp.* *Milchwissenschaft*, 1996, **51** (11), 619.
- [7] Gupta P.K., Mital B. K., Garg S. K.: Characterization of *Lactobacillus acidophilus* strains for use as dietary adjunct. *Int. J. Food Microbiol.*, 1996, **29**, 105.
- [8] Hood S. K., Zottola E. A.: Effect of low on the ability of *Lactobacillus acidophilus* to survive and adhere to human intestinal cells. *J. Food Sci.*, 1998, **53** (5), 514.
- [9] Kołożyn- Krajewska D.: Żywność probiotyczna w aspekcie bezpieczeństwa zdrowotnego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość.* 2001, **4** (29), Supl., 93.
- [10] Łaniewska – Moroz Ł., Nalepa B., Rocznikowa B.: Fermentowane soki warzywne o właściwościach probiotycznych. *Przem. Spoż.*, 1996, **50** (10), 39.
- [11] Łaniewska – Moroz Ł., Rocznikowa B.: Szczepionka do produkcji fermentowanego soku z buraków ćwikłowych. *Przem. Spoż.*, 1993, **8** (47), 222.
- [12] Motyl I., Libudzisz Z.: Właściwości probiotyczne bakterii mlekowych i ich wykorzystanie w przetwórstwie mleczarskim. *Przegl. Mlecz.*, 1996, **3**, 72.
- [13] Shortt C.: The probiotic century: historical and current perspectives. *Trend Food Sci. Technol.*, 1999, **10**, 411.
- [14] Steer T., Carpenter H., Tuohy K., Gibson G.R.: Perspectives on the role of the human gut microbiota and its modulation by pro- and prebiotics. *Nutr. Res. Rev.*, 2000, **13** (2), 229.
- [15] Warمیńska – Radyko I., Łaniewska- Moroz Ł., Kujawa K.: Bakterie propionowe w fermentowanych sałatkach warzywnych. *Przem. Spoż.*, 1997, **7** (51), 38.
- [16] Walker D. K., Gilliland S. E., Relationships Among Bile Tolerance, Bile Salt Deconjugation, and Assimilation of Cholesterol by *Lactobacillus acidophilus*. *J. Dairy Sci.*, 1992, **76**, 956.

THE CHARACTERISTICS OF CHOSEN *LACTOBACILLUS ACIDOPHILUS* STRAINS AND THEIR SURVIVAL RATE IN CARROT JUICE

Summary

This paper describes two potentially probiotic *Lactobacillus acidophilus* bacterial strains, as far as their survival rate in acid environment of pH close to that of a stomach as well as pH equal to that of a carrot juice. Moreover, the tolerance of the strains to bile was investigated. The experiments proved that the survival rate of both strains and consequently the probability that they will survive in adverse environment of gastrointestinal tract is satisfied. The application of these bacteria to the pasteurised carrot juice allows to believe that it is possible to acquire a new probiotic product characterised by a high nutrition and dietetic value.

Key words: carrot juice, *Lactobacillus acidophilus*, probiotics. ☒

RADOSŁAW GRUSKA

WPLYW DODATKU WODOROTLENKU WAPNIA NA CZYSTOŚĆ SOKU BURAKA CUKROWEGO

Streszczenie

W artykule przedstawiono wyniki badań wpływu $\text{Ca}(\text{OH})_2$ dodawanego do krajanki buraczanej na czystość soku.

Wodorotlenek wapnia dodawano w ilości 0,03% na masę krajanki. Dodany przed procesem denaturacji powodował zwiększenie czystości odwirowanego soku o około 0,5 jednostki w porównaniu z czystością soku odwirowanego z krajanki niezdenaturowanej. W przypadku krajanki zdenaturowanej bez dodatku wodorotlenku wapnia, różnica ta była jeszcze większa i wynosiła około 3 jednostki.

Słowa kluczowe: sok buraka cukrowego, krajanka buraczana, wodorotlenek wapnia.

Wprowadzenie

Sacharoza jako węglowodan zapasowy wielu roślin, w tym buraków cukrowych, jest tanim i odnawialnym surowcem stosowanym w wielu dziedzinach gospodarki.

W Polsce tradycyjnym surowcem do otrzymywania sacharozy są buraki cukrowe. Niemal we wszystkich cukrowniach dominuje ten sam schemat technologiczny produkcji cukru białego. Z ogłowionych i umytych buraków sporządza się krajankę, z której w procesie gorącej ekstrakcji otrzymuje się tzw. sok surowy. Sok ten ze względu na dużą zawartość zanieczyszczeń poddaje się oczyszczaniu, otrzymując sok rzadki. Kolejnym etapem procesu technologicznego jest jego zatężanie, w wyniku czego otrzymuje się sok gęsty. Z soku gęstego w procesie kilkietapowej krystalizacji pozyskuje się krystaliczną sacharozę o wysokiej czystości.

O ile można zaobserwować stosunkowo duży postęp we wprowadzaniu do przemysłu cukrowniczego ulepszonych, a często i zupełnie nowych urządzeń, to propozycje modyfikacji czy zmian klasycznego schematu technologicznego opartego na gorą-

cej ekstrakcji, oczyszczaniu wapnem i kilkustopniowej krystalizacji, są raczej niewielkie. Przede wszystkim dotyczą one nieznacznych korekt parametrów dyktowanych przez technologię oraz związane są z zastosowaniem w cukrownictwie wielu niestosowanych dotąd związków chemicznych, których celem ma być usprawnienie np. procesu ekstrakcji sacharozy, wyżymania wysłodków, filtracji czy zagęszczania soku.

Z usprawnieniem procesu technologicznego wiąże się też problem zmniejszenia zużycia energii. Dotyczy on nie tylko aspektów ekonomicznych, ale także ekologicznych.

W ostatnich latach zaobserwować można wiele doniesień o doświadczeniach, których celem było zbadanie wpływu wapnowania krajanki na proces ekstrakcji, oczyszczania i wyżymania wysłodków [1, 2, 3, 4, 6, 7, 8]. Analizując wyniki doświadczeń w aspekcie ekstrakcji i oczyszczania można wyróżnić dwa skrajne poglądy.

Buchholz i Shliephake [3] twierdzą, że wapno dodane do krajanki buraczanej zdecydowanie pogarsza czystość zarówno soku surowego, jak i rzadkiego. Obserwowano wzrost zabarwienia i zawartości soli wapniowych. Tłumaczono to degradacją tkanki buraka, przyspieszoną przez wzrost kwasowości czynnej podczas ekstrakcji powyżej optymalnego pH.

Natomiast Acrosi i Zama [1] w swoich badaniach stwierdzili, że wprowadzone do krajanki wapno poprawia czystość soku surowego i rzadkiego oraz zdecydowanie poprawia efekt oczyszczania w przypadku przerobu buraków o złej jakości technologicznej, co z kolei ma korzystny wpływ na wydajność cukru białego [5].

Analizując wpływ wapna na usprawnienie wyżymania wysłodków, wśród autorów panuje całkowita zgodność: dodatek wapna zdecydowanie poprawia wytrzymałość mechaniczną krajanki, co pozwala na wyżęcie wysłodków nawet do ponad 30% suchej substancji [1, 3, 6].

Celem badań było określenie wpływu $\text{Ca}(\text{OH})_2$ na czystość soku otrzymanego z buraków cukrowych. Badania te są częścią eksperymentu, prowadzącego do opracowania sposobu usprawnienia procesu ekstrakcji sacharozy z krajanki buraczanej.

Materiał i metody badań

W doświadczeniach wykorzystywano buraki cukrowe świeże oraz przechowywane w warunkach chłodniczych w temperaturze $+4^\circ\text{C}$. Buraki czyszczone i myte, a następnie sporządzano z nich krajankę. W celu przygotowania krajanki buraczanej stosowano krajalnicę tarczową. Umocowane na tarczy noże dobierano tak, aby kształt i wymiary krajanki były w jak największym stopniu zbliżone do krajanki sporządzanej w cukrowniach. Używana w doświadczeniach krajanka charakteryzowała się liczbą Silina o wartości od 10 do 13.

W prowadzonych doświadczeniach dominowały dwa procesy: denaturacja oraz wirowanie.

Do denaturacji krajanki buraczanej używano łaźni wodnej z płynną regulacją temperatury i dokładnością jej stabilizacji $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$. Krajanka podczas denaturacji znajdowała się w szklanych, szczelnie zamkniętych naczyniach. Denaturację we wszystkich przypadkach prowadzono w temp. 75°C , stosując różne okresy czasu.

Celem wirowania było oddzielenie soku od fazy stałej – krajanki. W procesie wirowania wykorzystywano wirówkę z regulacją w zakresie od 0 do 8 tys. obrotów na minutę. Średnica sita wirówki wynosiła 115 mm, co przy maksymalnych obrotach dawało siłę odśrodkową o wartości rzędu 40 000 N/kg (około 4 000 kG/kg).

Doświadczenia określające wpływ wodorotlenku wapnia na czystość soku przeprowadzono w dwóch wariantach. W pierwszym wariacie krajankę buraczaną poddawano działaniu zasady wapniowej jeszcze przed przystąpieniem do jej denaturacji. Wariant drugi doświadczeń polegał na dodawaniu do krajanki wodorotlenku wapniowego już po zakończeniu denaturacji.

W obu wariantach doświadczenia krajankę spryskiwano 0,5N wodorotlenkiem wapnia. W rozpatrywanych przypadkach ilość dodawanego do krajanki wapnia wynosiła około 0,03% $\text{Ca}(\text{OH})_2$ w przeliczeniu na masę krajanki. Wynikało to z faktu, że dawka taka zapewniała widoczną zmianę czystości odwirowanego soku, jednocześnie nie powodując dużego wzrostu pH soku.

W otrzymanym soku oznaczano [9]: pozorną zawartość suchej substancji metodą refraktometryczną oraz zawartość sacharozy metodą polarymetryczną. Na podstawie otrzymanych wyników obliczano czystość soku, która wyraża procentową zawartość sacharozy w suchej substancji.

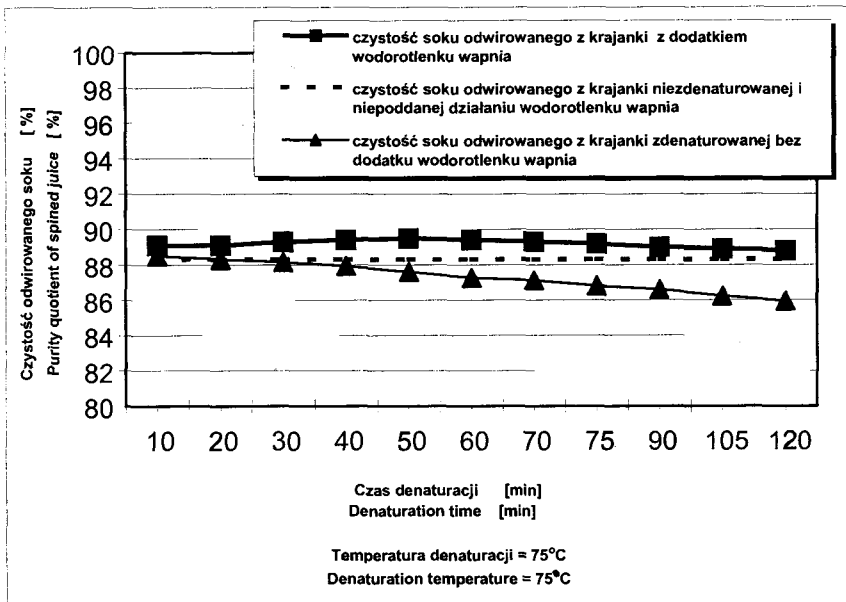
Każde doświadczenie powtarzano trzy razy, otrzymując trzy serie wyników. Czystość soku obliczano uwzględniając wartości średnie zarówno zawartości suchej substancji, jak i zawartości sacharozy.

Wyniki i dyskusja

Na podstawie otrzymanych wyników wykreślono zależności zaprezentowane na rys. 1 i 2.

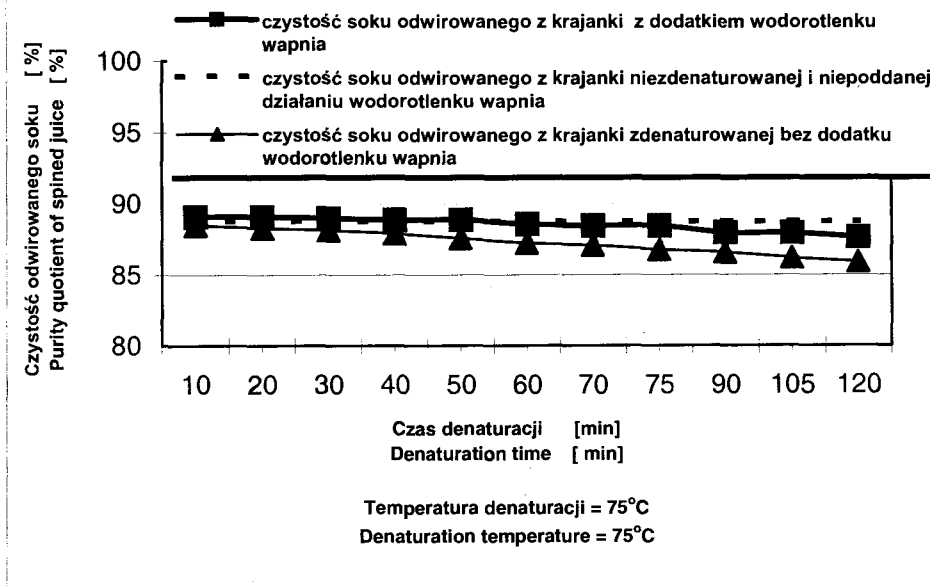
Analizując powyższe zależności można stwierdzić bardziej korzystny wpływ jonów wapniowych w przypadku dodawania wodorotlenku wapnia do krajanki przed przystąpieniem do denaturacji.

Stosując skrajnie wydłużony czas denaturacji (120 min) otrzymano sok o czystości (procentowym udziale sacharozy w suchej substancji) około 0,5 jednostki większej niż czystość soku odwirowanego z krajanki niepoddanej działaniu wysokiej temperatury (rys. 1).



Rys. 1. Wpływ czasu denaturacji na czystość soku z odwirowanej krajanki buraczanej, do której przed procesem denaturacji dodano wodorotlenek wapnia.

Fig. 1. The effect of denaturation time on the purity quotient of juice spined from cossette to which was Ca(OH)₂ added before denaturation.



Rys. 2. Wpływ czasu denaturacji na czystość soku z odwirowanej krajanki buraczanej, do której po procesie denaturacji dodano wodorotlenek wapnia.

Fig. 2. The effect of denaturation time on the purity quotient of juice spined from cossette to which was Ca(OH)₂ added after denaturation.

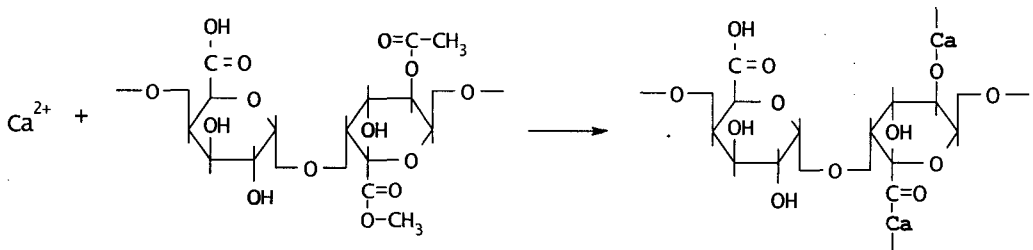
Różnica w czystościach stała się jeszcze wyraźniejsza, gdy porównano czystość soków otrzymanych z krajanki zdenaturowanej, z dodatkiem i bez dodatku wodorotlenku wapnia. Różnica wyniosła około 3 jednostki.

Wpływ kationów Ca^{2+} na czystość soku można było zauważyć także w przypadku dodatku $\text{Ca}(\text{OH})_2$ do krajanki już po jej zdenaturowaniu (rys. 2).

Otrzymane wyniki świadczą o korzystnym działaniu jonów wapniowych na negatywne skutki zbyt długiego przetrzymywania krajanki w wysokiej temperaturze. O ile czystość soku odwirowanego po „nawapnianiu” krajanki zdenaturowanej była mniejsza niż czystość soku otrzymanego z krajanki „surowej” (różnica przy 120 min wynosiła około 0,6 jednostki), to jednak nadal była wyższa (o około 1,8 jednostki) niż czystość soku pochodzącego z krajanki zdenaturowanej, lecz niepoddanej w dalszej kolejności działaniu wodorotlenku wapnia (rys. 2).

Na podstawie otrzymanych wyników można stwierdzić, że jakość soku pochodzącego z krajanki po jej denaturacji ulegała poprawie, gdy przed denaturacją do krajanki dodawany był $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Zaś w przypadku gdy wodorotlenek wapnia dodawany był do krajanki bezpośrednio po denaturacji, jakość soku pogarszała się tylko nieznacznie.

Ten pozytywny wpływ jonów wapnia na krajankę i czystość soku, szczególnie w przypadku dodawania wodorotlenku wapnia przed procesem denaturacji, wytłumaczyć można hydrolizą estrów. Umożliwia to powstawanie dodatkowych miejsc sieciowania łańcuchów pektyn drogą podstawiania kationów wapnia, co schematycznie przedstawiono na rys. 3.



Rys. 3. Deestryfikacja kwasu poligalakturonowego pod wpływem $\text{Ca}(\text{OH})_2$ w niskiej temperaturze.

Fig. 3. Deesterification of polygalacturonic acid under the influence of $\text{Ca}(\text{OH})_2$ at the low temperature.

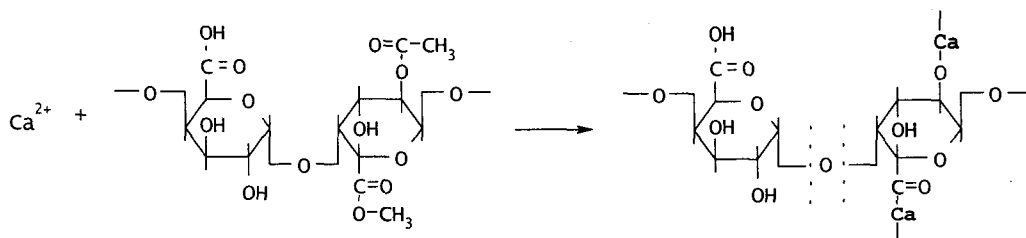
Dodatkowo wapń wnika w strukturę krajanki na zasadzie wymiany jonów, wypierając np. kationy sodu i potasu i również uczestniczy w tworzeniu wiązań między łańcuchami pektyn. Powstały w wyniku deestryfikacji kwas poligalakturonowy jest odporny na degradację alkaliczną, która przebiega głównie w sąsiedztwie grup zestryfikowanych. Tak więc wcześniejsza deestryfikacja chroni jednocześnie pektynę przed późniejszą degradacją w środowisku alkalicznym.

Różne poglądy badaczy, dotyczące aspektu działania wapnia na krajankę buraczaną [1, 3], mogą wynikać z faktu prowadzenia doświadczeń w różnych warunkach, przede wszystkim w różnej temperaturze.

W niskiej temperaturze, w nawapnionej krajance dominowała reakcja hydrolizy estrów, co umożliwiło powstawanie nowych miejsc sieciowania łańcuchów pektyn drogą podstawiania kationów wapnia. Jednocześnie wcześniejsza hydroliza estrów chroniła pektynę przed późniejszą degradacją pod wpływem temperatury i zasadowego środowiska.

Jeżeli natomiast działaniu wapnia poddawano krajankę gorącą (np. krajankę tuż po denaturacji), to jednocześnie z hydrolizą estrów następowała degradacja polimeru (rys. 4) przyspieszona przez zalkalizowanie środowiska. Degradacja pektyn powodowała, że zasocjowane z nimi hemicelulozy oraz poligalakturonian wapniowy stały się rozpuszczalne w wodzie, pogarszając czystość soku, zaś sama krajanka stała się mniej wytrzymała mechanicznie.

Jednakże nawet tak otrzymany sok charakteryzował się czystością wyższą niż sok otrzymany z krajanki zdenaturowanej, lecz niepoddanej działaniu wodorotlenku wapnia (rys. 2).



Rys. 4. Deestryfikacja kwasu poligalakturonowego pod wpływem $\text{Ca}(\text{OH})_2$ w wysokiej temperaturze.

Fig. 4. Deesterification of polygalacturonic acid under the influence of $\text{Ca}(\text{OH})_2$ at the high temperature.

Wnioski

1. Działanie wodorotlenku wapnia dodanego do krajanki przed procesem denaturacji, w ilości około 0,03% w przeliczeniu na masę krajanki, powoduje zwiększenie czystości odwirowanego soku o około 0,5 jednostki, w porównaniu z czystością soku odwirowanego z krajanki świeżej. W przypadku krajanki zdenaturowanej bez dodatku wodorotlenku wapnia różnica ta jest jeszcze większa i wynosi około 3 jednostki.
2. Mniej widoczny jest wpływ wodorotlenku wapnia na czystość soku w przypadku dodatku $\text{Ca}(\text{OH})_2$ do krajanki już po wykonaniu jej denaturacji. Stwierdzono łagodzące działanie jonów wapniowych na negatywne skutki zbyt długiego przetrzymywania krajanki w wysokiej temperaturze.

Literatura

- [1] Acrosi C. A., Zama F.: Alkalische extraktion von angefaulten Zuckerrüben. Zuckerind., 1993, **118**, 447.
- [2] Bliesener K. M., Miede D., Buchholz K.: Verfahrensentwicklungen zur Schnitzelentwässerung. Zuckerind., 1991, **116**, 979-986.
- [3] Buchholz K., Shliephake D.: Über die Kampagne 1988 und neuere technologische Entwicklungen. Zuckerind., 1989, **114**, 275-290.
- [4] Buchholz K., Bruns M.: Über die Kampagne 1995/1996 und neuere technologische Entwicklungen. Zuckerind., 1996, **121**, 305.
- [5] Buromski W. W., Butajenko I. F.: Wlijanije efekta oczistki na diffuziju i na vychod sachara. Sach. Prom., 1997, **12**.
- [6] Gruszecka H., Tomaszewska A.: Ustalenie wpływu wybranych substancji chemicznych na wzrost stopnia wyżęcia wysłodków. Gaz. Cukr., 1988, **9 (96)**, 167-168.
- [7] Mołotylin J. I., Orłowa N. W., Gorodecki W. O.: Resursosbieriegajuszczaja technologija počuczenija i oczistki diffuzionnogo soka. Sach. Prom., 1996, **5**, 4.
- [8] Mołotylin J. I., Orłowa N. W.: Kombinnowanijj sposob pogdotowki strużki k ekstrakcji. Sach. Prom., 1994, **5**, 2.
- [9] Przepisy kontroli fabrykacji w cukrowniach. STC, Warszawa 1979.

THE INFLUENCE OF CALCIUM HYDRATE ON THE POURITY QUOTIENT OF SUGAR BEET JUICE

Summary

This paper describes the effect of calcium hydroxide adding to cossettes on the purity quotient of sugar beet juice.

The calcium hydroxide added before denaturation (0.03% $\text{Ca}(\text{OH})_2$ on cossettes mass) improved the purity quotient about 0.5 in comparison with the purity quotient of juice from undenaturated cossettes.

In the event of the cossettes denaturated without $\text{Ca}(\text{OH})_2$ this difference was large too and it was about 3.0 units.

Key words: sugar beet juice, cossettes, calcium hydroxide. ☒

ANNA KAMIŃSKA, PIOTR P. LEWICKI

RUCH MASY W JABŁKACH ODWODNIONYCH OSMOTYCZNIE I PRZECHOWYWANYCH W ZRÓŻNICOWANEJ TEMPERATURZE

Streszczenie

W pracy przedstawiono wyniki badań, które objęły materiał odwodniony osmotycznie i przechowywany w 4°C przez 3 i 6 dni, w 15°C przez 3 dni i w 20°C przez 24 godziny. Badania te miały na celu określenie profilu suchej substancji i sacharozy w jabłkach odwodnionych osmotycznie w roztworze sacharozy i przechowywanych w zróżnicowanej temperaturze. Stwierdzono, że wytworzona różnica stężeń sacharozy w procesie odwadniania osmotycznego prowadzi do przenoszenia masy wewnątrz materiału, a szybkość tego procesu zależy od temperatury i czasu przechowywania prób.

Słowa kluczowe: ruch masy, odwadnianie osmotyczne, jabłko.

Wprowadzenie

Badania nad skutecznymi metodami utrwalania prowadzą w kierunku tych zabiegów, podczas których nie następuje niszczenie struktury materiału oraz zachowane zostają jego wartości odżywcze i sensoryczne. Metoda „dehydrofreezing” (D-F) polega na wstępnym usunięciu wody do utraty ok. 50% masy przez odwadniany materiał, a następnie na jego zamrożeniu [2]. W efekcie można uzyskać produkt zamrożony o zredukowanej masie i objętości oraz korzystnym wyglądzie po rozmrożeniu. Dowiedziono, że podczas zamrażania materiałów odwodnionych osmotycznie powstają małe kryształy lodu, które nie niszczą struktury, ograniczając tym samym wyciek soku po rozmrożeniu [1]. Badania nad zastosowaniem tej metody skupiały się dotychczas na teksturze otrzymanego produktu, pomijając zagadnienia związane z ruchem masy w materiale odwodnionym, a następnie zamrożonym.

Celem pracy było określenie profilu stężenia suchej substancji i sacharozy w jabłkach odwodnionych osmotycznie, a następnie przechowywanych w zróżnicowanej temperaturze.

Materiał i metody badań

Materiał do badań stanowiły jabłka odmiany Idared. Z jabłek wykrawano plastry o wysokości 20 mm. Plastry jabłek odwadniano w roztworze sacharozy, a następnie przechowywano w hermetycznie zamkniętych opakowaniach w temperaturze: 4, 15 i 20°C.

Odwadnianie osmotyczne jabłek prowadzono w roztworze sacharozy o stężeniu 61,5%, w temp. 30°C przez 3 godz. Plastry jabłka zanurzano w roztworze na głębokość 18 mm zachowując stosunek masowy roztworu osmotycznego do materiału odwadnianego na poziomie 4:1. Proces prowadzono z nieznaną cyrkulacją roztworu. Po upływie określonego czasu odwadniania, próbki oddzielano od roztworu osmotycznego, przemywano zimną wodą, a następnie osuszano na bibule filtracyjnej.

Próbki po odwodnieniu osmotycznym były pojedynczo pakowane w folię spożywczą i przechowywane przez 3 i 6 dni w 4°C oraz 3 dni w 15°C lub w warunkach otoczenia (24 h, 20°C).

Oznaczanie profilu rozkładu zawartości suchej substancji w próbach

Z prób jabłka wycinano korkoborem walec o średnicy 20 mm, a następnie za pomocą przyrządu zaopatrzonego w śrubę mikrometryczną, z walca (od strony odwadnianej) odcinano plastry o grubości 0,5 mm i oznaczano w nich zawartość suchej substancji według PN [5]. Uzyskano rozkład zawartości suchej substancji w materiale w odległości: 0–0,5 mm, 0,5–1,0 mm, 2,5–3,0 mm, 4,5–5,0 mm, 6,5–7,0 mm, 9,5–10,0 mm od strony powierzchni odwadnianej.

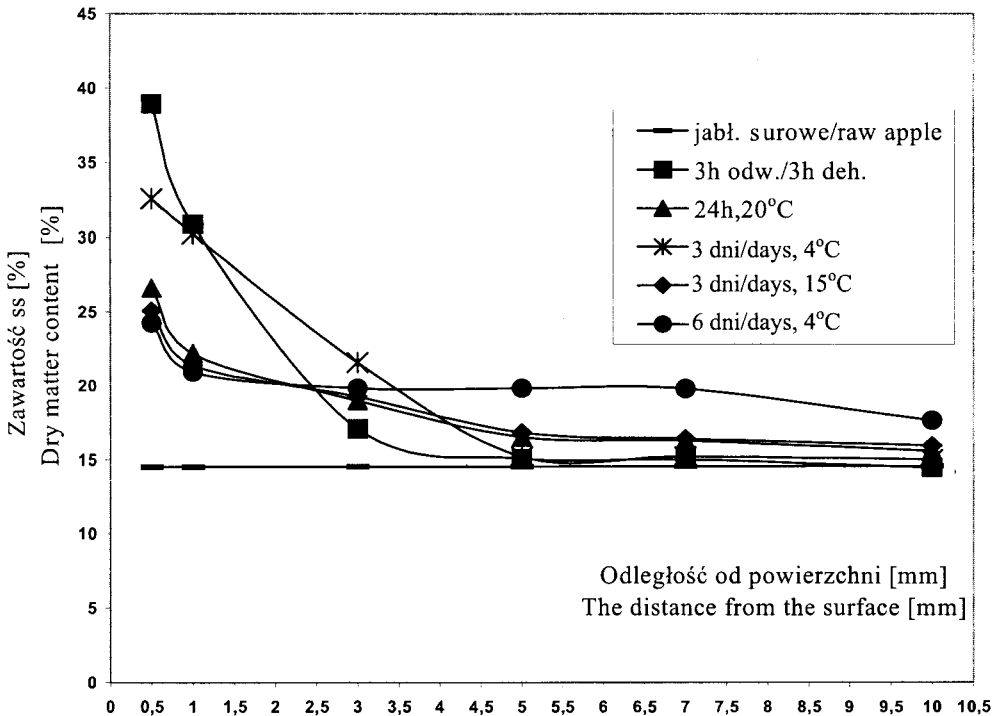
Oznaczanie stężenia sacharozy w plastrach o grubości 0,5 mm

Oznaczenie to prowadzono równoległe do oznaczenia zawartości suchej substancji i w ten sam sposób wykrawano plastry o grubości 0,5 mm. Zawartość cukrów oznaczano metodą kolorymetryczną z kwasem 3,5-dinitrosalicylowym [6]. Zawartość sacharozy oznaczano z różnicy sacharydów po hydrolizie i sacharydów bezpośrednio redukujących. Oznaczenia wykonano w trzech powtórzeniach.

Wyniki i dyskusja

W tab. 1. i na rys. 1. przedstawiono zmiany zawartości sacharozy i suchej substancji w poszczególnych próbach.

Po 3 godz. odwadniania osmotycznego stwierdzono, że stężenie sacharozy i suchej substancji, w odległości powyżej 5,0 mm od powierzchni próbek, było identyczne z wartościami stężeń uzyskanymi w jabłku surowym (tab. 1 i rys. 1). Potwierdziło to wcześniejsze badania wykonane w odniesieniu do jabłek w tych samych warunkach odwadniania [3, 4].



Rys. 1. Profil rozkładu suchej substancji w zależności od odległości od powierzchni.

Fig. 1. The dry matter content profile in different distance from the surface.

Podczas przechowywania prób następowało wyrównywanie stężeń zależne od temperatury i czasu przechowywania i nawet w odległości 10,0 mm od powierzchni prób zawartość sacharozy była na znacznie wyższym poziomie niż w próbach tuż po odwadnianiu, natomiast przy powierzchni prób zawartość sacharozy ulegała obniżeniu.

Po 24 godz. przechowywania w 20°C zawartość sacharozy na powierzchni próby wynosiła 13% i była o ponad 40% niższa w stosunku do prób po 3 godz. odwadniania. Dalszy rozkład stężenia sacharozy w tych próbach przedstawiono w tab. 1. W odległości powyżej 5,0 mm zawartość sacharozy była ponad 2 razy wyższa od zawartości sacharozy w jabłku surowym. W odległości 10,0 mm od powierzchni próby zawartość sacharozy wynosiła w zaokrągleniu 2,3% i była wyższa o 40% w stosunku do zawartości sacharozy w jabłku surowym.

Tabela 1

Zawartość sacharozy w jabłkach odwodnionych osmotycznie, w zależności od odległości od ich powierzchni, czasu i temperatury przechowywania.
The saccharose content in osmotically dehydrated apples.

| Odległość od powierzchni [mm] Distance from the surface [mm] | Zawartość sacharozy [%] / Saccharose content [%] | | | | | |
|--|--|--|---|--|--|--|
| | Warianty doświadczenia / Experiment variants | | | | | |
| | Jabłko surowe Raw apple | Jabłko po 3h odwadniania Apple after 3h dehydration | Jabłko odwodnione i przech. 24h w 20°C Apple after dehydration and 24h storage at 20°C | Jabłko odwodnione i przech. 3 dni w 15°C Apple after dehydration and 3 days storage at 15°C | Jabłko odwodnione i przech. 3 dni w 4°C Apple after dehydration and 3 days storage at 4°C | Jabłko odwodnione i przech. 6 dni w 4°C Apple after dehydration and 6 days storage at 4°C |
| 0-0,5 | 1,62 | 22,79 | 13,01 | 13,42 | 19,24 | 11,19 |
| 0,5-1,0 | 1,62 | 17,00 | 9,91 | 9,18 | 17,06 | 8,85 |
| 2,5-3,0 | 1,62 | 4,39 | 6,28 | 8,04 | 10,31 | 7,31 |
| 4,5-5,0 | 1,62 | 2,35 | 4,86 | 4,67 | 2,71 | 6,78 |
| 6,5-7,0 | 1,62 | 1,74 | 4,01 | 4,63 | 2,55 | 6,41 |
| 9,5-10,0 | 1,62 | 1,60 | 2,26 | 2,05 | 1,56 | 5,49 |

Po 3 dniach przechowywania w 15°C profil sacharozy kształtował się podobnie, jak w próbkach przechowywanych 24 godz. w 20°C.

W niższych temperaturach proces transportu masy był wolniejszy. Po 3 dniach przechowywania w temp. 4°C zawartość sacharozy na powierzchni próby kształtowała się na poziomie 19,2%, co stanowiło blisko 85% wartości wyjściowej. W odległości 10,0 mm od powierzchni zawartości sacharozy odpowiadała tej jaką stwierdzono w jabłku surowym (tab.1).

Po dłuższym przechowywaniu (6 dni) w temp. 4°C obserwowano dalsze przeniesienie masy wewnątrz próbki. W odległości powyżej 5,0 mm zawartość sacharozy była prawie czterokrotnie wyższa niż w jabłku surowym (tab. 1). W odległości 10,0 mm zawartość sacharozy wynosiła blisko 5,5%.

We wszystkich próbach profil sacharozy kształtował się podobnie do profilu suchej substancji (rys. 1).

Wnioski

1. Odwadnianie osmotyczne jest procesem powierzchniowym. Po 3 godzinach odwadniania osmotycznego w zadanych parametrach stwierdzono, że stężenie sacharozy i suchej substancji w warstwie odległej o 5,0 mm od powierzchni prób, było identyczne z ich stężeniami w jabłku surowym.
2. Wytworzony w czasie odwadniania osmotycznego gradient stężeń w produkcji powoduje, że w czasie przechowywania występuje ruch masy, którego intensywność zależy od temperatury otoczenia i czasu.
3. Proces transportu masy w tkance jabłka odwodnionego jest powolny i nawet po 6 dniach, w temperaturze 4°C, nie uzyskuje się wyrównania stężeń w materiale.

Literatura

- [1] Garrote R.L., Bertone R.A.: Osmotic concentration at low temperature of frozen strawberry halves. Effect of glycerol, glucose and sucrose solutions on exudate loss during thawing. *Lebensm.-Wiss. u. -Technol.*, 1989, **22**, 264-267.
- [2] La Belle R.L., Moyer J.C.: Dehydrofreezing of red tart cherries. *Food Technol.*, 1966, **20** (10), 105-106.
- [3] Pałacha Z., Babski R.: Wpływ wstępnej obróbki osmotycznej na przebieg procesu zamrażania marchwi. *Zesz. Nauk. Politechniki Opolskiej, Mechanika*, 2000, **254**, z.60, 229-236.
- [4] Pałacha Z., Kamińska A.: Wpływ wstępnej obróbki osmotycznej na przebieg procesu zamrażania jabłek. *Chłodnictwo*, 2001, **36** (3), 44-47.
- [5] PN-90-A75101/03: Przetwory owocowe i warzywne. Przygotowanie próbek i metody badań fizykochemicznych. Oznaczanie zawartości suchej substancji metodą wagową.
- [6] Toczko M., Grzelińska A.: Materiały do ćwiczeń z biochemii. Oznaczenie zawartości sacharydów w materiale biologicznym. Wyd. SGGW, Warszawa 1997, s. 38-41.

MASS TRANSFER IN OSMOTICALLY DEHYDRATED APPLES STORED AT DIFFERENT TEMPERATURES

S u m m a r y

This paper is about the research, which included osmotically dehydrated apples stored at 4°C for 3 and 6 days, at 15°C for 3 days and at 20°C for 24 hours. The aim of this study was to observe the dry matter content and saccharose profile in that kind of material.

The difference in saccharose concentration caused mass transfer inside the material. This process velocity depends on temperature and storage time.

Key words: mass transfer, osmotic dehydration, apples. ☒

MAGDALENA KITLAS, MAŁGORZATA ZIARNO

PRÓBA WZBOGACENIA SERÓW TWAROGOWYCH W WAPŃ

Streszczenie

Wzbogacanie żywności w wapń może zapobiegać takim chorobom cywilizacyjnym jak osteoporoza. Wzbogacanie serów twarogowych, które są ubogie w wapń, z użyciem chlorku wapnia i mleczanu wapnia wydaje się być pożądane. W badaniach zastosowano dodatek mieszanki sterylnego roztworu chlorku wapnia i mleczanu wapnia do mleka pasteryzowanego przeznaczonego do produkcji serów twarogowych. Dodatek wapnia do mleka w ilości 150, 225 i 300 mg% (w postaci wymienionych soli) spowodował zwiększenie zawartości wapnia do odpowiednio 216–239, 223–266 i 287–346 mg%. Najwyższa zawartość wapnia we wzbogaconych serach niepowodująca zmian sensorycznych wynosiła 244 mg%. Uzyskano ją przez dodatek 225 mg% wapnia do mleka w postaci mieszanki chlorku i mleczanu wapnia. Sery wzbogacono w wapń również poprzez dodatek mleczanu wapnia do skrzepu serowego. Akceptowalny poziom wapnia wprowadzonego z mleczanem wapnia wyniósł 210 mg% i nie spowodował niekorzystnych zmian cech sensorycznych.

Słowa kluczowe: sery twarogowe, wapń, wzbogacanie.

Wprowadzenie

Zmiany w stylu życia i modelu żywienia wpływają niekorzystnie na sytuację zdrowotną ludzi. Niedostateczna podaż wapnia w diecie powoduje wzrost liczby zachorowań na schorzenia związane z jego niedoborem, m.in. na osteoporozę. Z tego powodu wzbogacanie żywności w wapń uznaje się za najefektywniejszą i najtańszą metodę poprawy jakości zdrowotnej żywności oraz jedną z głównych metod eliminacji lub ograniczenia deficytu tego składnika w diecie [3, 10]. Wzbogaca się produkty charakteryzujące się masowym spożyciem, m.in. mąkę i przetwory zbożowe, produkty mleczne, soki i napoje owocowe. Jako nośniki wapnia najczęściej stosuje się jego sole,

takie jak: chlorek, węglan, fosforan, cytrynian, mleczan, glukonian wapnia [1, 2, 3, 5, 6, 7, 10, 13]. W Polsce nie praktykuje się powszechnego wzbogacania żywności w składniki deficytowe. Biorąc pod uwagę niezaprzeczalne dane wielu autorów, że głównym źródłem wapnia w pożywieniu ludzi jest mleko i jego przetwory oraz fakt, że w Polsce spożywa się ok. 260 tysięcy ton rocznie stosunkowo uboższego w wapń sera twarogowego, podniesienie zawartości wapnia w tych produktach może mieć duże znaczenie w bilansie spożycia tego pierwiastka [20]. Zwiększenie zawartości wapnia w serach twarogowych można zrealizować poprzez modyfikację procesu technologicznego ich wyrobu lub/i dodatek preparatów wzbogacających [4, 7, 8, 10, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19].

Celem niniejszej pracy było wzbogacenie serów twarogowych w wapń, przez dodatek dwóch jego soli i bez konieczności znaczącej zmiany procesu technologicznego ich otrzymywania oraz sprawdzenie, czy istnieje możliwość uzyskania serów twarogowych wzbogaconych w wapń do poziomu bliskiego jego zawartości w serach podpuszczkowych dojrzewających, o akceptowalnych cechach sensorycznych.

Material i metody badań

Produkcja twarogów odbywała się w warunkach laboratoryjnych z mleka pasteryzowanego standaryzowanego o zawartości 2% tłuszczu, w oparciu o mezofilną szczepionkę DVS typu LD firmy Chr. Hansen. Skrzep twarogowy otrzymywano przez koagulację mleka w temp. 20–25°C w czasie 14–16 godz. (do uzyskania w skrzepie pH ok. 4,6–4,7). Otrzymany skrzep krojono na kostkę 2 x 2 x 2 cm, dogrzewano w temp. 32–35°C/45 min, następnie chłodzono, oddzielano serwatkę, a uzyskaną masę serową poddawano prasowaniu.

W pierwszym etapie badań wzbogacanie serów w wapń prowadzono poprzez dodatek zróżnicowanych ilości sterylnych roztworów bezwodnego chlorku wapnia (cz.d.a.) oraz pięciowodnego mleczanu wapnia (cz.d.a.) do mleka przerobowego, uprzednio spasteryzowanego w temp. 74°C/10 min i schłodzonego do temp. 25°C. Zastosowane mieszanki wymienionych soli wapnia pozwoliły na wprowadzenie do mleką łącznie 150, 225 i 300 mg% tego pierwiastka (tab. 1). W drugim etapie badań podjęto próbę wzbogacania serów twarogowych w wapń przez dodatek bezwodnego chlorku wapnia do mleka przerobowego oraz dodatek pięciowodnego mleczanu wapnia do otrzymanego skrzepu twarogowego. Ilość wapnia wprowadzona z chlorkiem i mleczanem była zróżnicowana: od 75 mg% do 200 mg% wapnia wprowadzonego z chlorkiem wapnia oraz od 75 mg% do 1000 mg% wapnia z mleczanem wapnia (tab. 2).

W otrzymanych serach twarogowych oznaczano pH (pehametrem), zawartość tłuszczu (w tłuszczomierzu Van Gülüka), wody (przez suszenie w temp. 102°C) oraz wapnia (metodą atomowej spektroskopii absorpcyjnej AAS w obecności soli lantanu)

[9, 12]. Otrzymane sery oceniano sensorycznie metodą punktową w skali od 1 do 5, poszerzoną o oceny połówkowe. Ocena sensoryczną wykonywał zespół 5 osobowy. Przy wyliczaniu oceny średniej wszystkich trzech wyróżników ustalono następujące współczynniki ważkości: smak 0,6; konsystencja 0,3; zapach 0,1.

Tabela 1

Wielkość dodatku soli wapnia do mleka przerobowego oraz zawartość wapnia w otrzymanych serach twarogowych.

Amount of calcium salts added to pasteurised milk and calcium content in cottage cheese samples.

| Numer próbki No sample | Ilość wapnia dodanego z CaCl ₂ do mleka przerobowego [mg%] Amount of calcium added with CaCl ₂ to pasteurised milk [mg%] | Ilość wapnia dodanego z mleczanem wapnia do mleka przerobowego [mg%] Amount of calcium added with calcium lactate to pasteurised milk [mg%] | Zawartość wapnia w serze twarogowym [mg%] Calcium content in cottage cheese [mg%] |
|---------------------------|---|--|--|
| 1 | 0 | 0 | 71 |
| 2 | 0 | 150,0 | 239 |
| 3 | 50,0 | 100,0 | 229 |
| 4 | 100,0 | 50,0 | 216 |
| 5 | 75,0 | 75,0 | 226 |
| 6 | 0 | 225,0 | 266 |
| 7 | 150,0 | 75,0 | 223 |
| 8 | 75,0 | 150,0 | 244 |
| 9 | 112,5 | 112,5 | 228 |
| 10 | 100,0 | 200,0 | 346 |
| 11 | 200,0 | 100,0 | 313 |
| 12 | 150,0 | 150,0 | 287 |

Otrzymane wyniki poddano analizie statystycznej przy użyciu programu Statgraphics 4.0 w celu określenia zależności między ilością wapnia wprowadzonego (układem doświadczenia) a ilością wapnia pozostającego w serach twarogowych.

Wyniki i dyskusja

Wzbogacanie w wapń realizowano przez wprowadzanie roztworów soli wapnia do mleka po procesie jego pasteryzacji. Wynikało to z faktu, że wzrost zawartości wapnia w mleku obniża stabilność termiczną białek mleka w porównaniu z mlekiem o normalnej zawartości wapnia [1, 2, 7]. Flinger i wsp. [1] badali stabilność termiczną mleka o zwiększonej zawartości jonów wapniowych przy różnych poziomach wzbogacania mleczanem i glukonianem wapnia. Niezależnie od ilości dodatku soli wapnia,

mleko wzbogacone wykazywało zwiększoną wrażliwość na podwyższoną temperaturę. Gastaldi i wsp. [2] nie wykazali różnicy w tempie biologicznego ukwaszenia mleka wzbogaconego chlorkiem wapnia w porównaniu z mlekiem normalnym, pomimo że mleko wzbogacone miało początkowo niższe pH niż mleko niewzbogacone.

Tabela 2

Wielkość dodatku soli wapnia do mleka przerobowego i skrzepu serowego oraz zawartość wapnia w otrzymanych serach twarogowych.

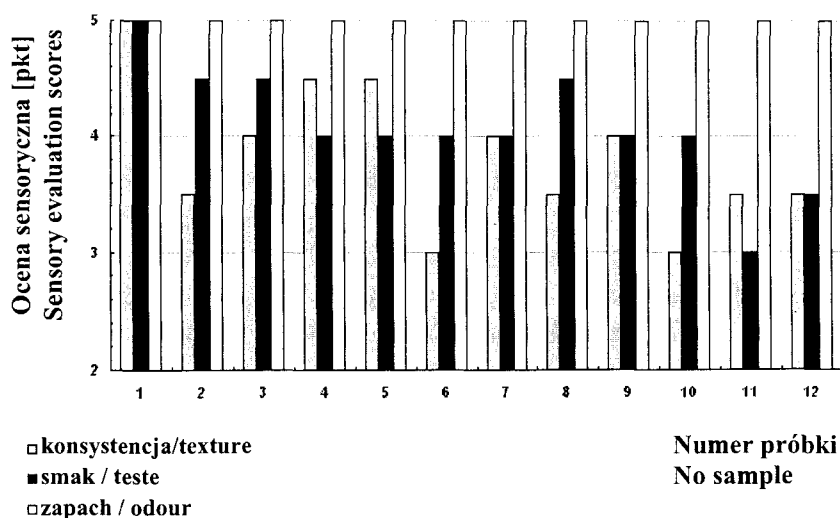
Amount of calcium salts added to pasteurised milk and curd and calcium content in cottage cheese.

| Numer próbki No sample | Ilość wapnia dodanego z CaCl ₂ do mleka przerobowego [mg%] Amount of calcium added with CaCl ₂ to pasteurised milk [mg%] | Ilość wapnia dodanego z mleczanem wapnia do skrzepu twarogowego [mg%] Amount of calcium added with calcium lactate to curd [mg%] | Zawartość wapnia w serze twarogowym [mg%] Calcium content in cottage cheese [mg%] |
|---------------------------|---|---|--|
| 1 | 0 | 0 | 71 |
| 2 | 75,0 | 150,0 | 206 |
| 3 | 150,0 | 75,0 | 143 |
| 4 | 100,0 | 200,0 | 299 |
| 5 | 200,0 | 100,0 | 185 |
| 6 | 75,0 | 1000,0 | 992 |
| 7 | 150,0 | 500,0 | 583 |
| 8 | 100,0 | 750,0 | 748 |
| 9 | 0 | 150,0 | 210 |

Sery twarogowe otrzymane w niniejszych badaniach zawierały 76–80% wody i 12–19% tłuszczu w s.m. Kwasowość czynna (pH) serów twarogowych wynosiła 4,49–4,81. W pierwszym etapie badań stwierdzono, że dodatek mieszanki chlorku i mleczanu wapnia do mleka przerobowego spowodował wzrost zawartości wapnia w otrzymanych serach. Najwyższa uzyskana zawartość tego pierwiastka w otrzymanych produktach wynosiła 346 mg% (tab. 1.). Otrzymano ją przy dodatku 1,54% mleczanu wapnia i 0,28% chlorku wapnia do mleka – łączna ilość wprowadzonego wapnia wynosiła 300 mg%, zaś proporcja ilości wapnia z chlorku i mleczanu wynosiła w przybliżeniu 1:2. Natomiast dodatek chlorku i mleczanu wprowadzający 150 i 225 mg% wapnia spowodował wzrost zawartości wapnia w serach do odpowiednio 216–229 oraz 223–244 mg% (tab. 1.). Na zawartość wapnia w otrzymanych serach wpływ miała także proporcja mleczanu wapnia i chlorku wapnia w stosowanej mieszance wzbogacającej. Najkorzystniejsza mieszanka tych soli umożliwiła wprowadzenie do mleka przerobowego 2-krotnie więcej wapnia z mleczanem wapnia niż z chlorkiem wapnia (tab. 1.). Sugeruje

to, że przy równoczesnym wprowadzaniu chlorku i mleczanu wapnia do mleka przerebowego, w skrzepie twarogowym pozostaje więcej wapnia pochodzącego z mleczanu wapnia niż z chlorku wapnia.

Wyniki oceny sensorycznej próbek serów otrzymanych z mleka przerebowego wzbogaconego mieszanką chlorku i mleczanu wykazały, że dodatek tych soli nie jest obojętny w percepcji cech sensorycznych produktu (rys. 1). Wpływ dodatku chlorku wapnia uwidocznił się głównie w zmianie smaku produktu (goryczka, kwaskowatość), zaś mleczanu wapnia w zmianie tekstury skrzepu (mniejsza zwięzłość, luźna konsystencja). Najwyższa uzyskana zawartość wapnia w serach, przy której nie stwierdzono jeszcze niekorzystnych zmian smakowych wynosiła 244 mg%. Otrzymano ją przy dodatku do mleka przerebowego mieszanki chlorku i mleczanu wapnia wprowadzającej 225 mg% wapnia, w proporcji 1:2. Okazało się, że mieszanka, w której więcej wapnia pochodzi z mleczanu niż z chlorku jest korzystniejsza dla cech sensorycznych produktu, niż mieszanka, w której więcej wapnia pochodzi z chlorku wapnia niż z mleczanu wapnia. Różnice te zaobserwowano w przypadku wzbogacenia mleka przerebowego w wapń w ilości 150 i 224 mg%. Natomiast dodatek 300 mg% wapnia do mleka dyskwalifikował otrzymane sery pod względem sensorycznym, niezależnie od proporcji wapnia wniesionego z chlorkiem wapnia i mleczanem wapnia. Sery charakteryzowały się wyraźnie wyczuwalną goryczką oraz gorszą jakością skrzepu (pylistość, luźna konsystencja).



Rys. 1. Wpływ dodatku soli wapnia do mleka przerebowego na ocenę sensoryczną otrzymanych serów twarogowych. Oznaczenia próbek jak w tab. 1.

Fig. 1. Effect of addition of calcium chloride and calcium lactate to pasteurised milk on sensory evaluation scores for control (1) and calcium supplemented cottage cheese (2–12). Designation of samples as in tab. 1.

Wprowadzenie większej ilości mieszanki wzbogacającej do mleka znacznie zmniejszyło zwięzłość skrzepu i zwiększyło jego pylistość, co w przypadku serów twarogowych kwasowych jest zjawiskiem niekorzystnym, gdyż skrzep zwarty i wydzielenie serwatki jest cechą charakterystyczną tego rodzaju serów.

Znaczący wzrost zawartości wapnia stwierdzono również w serach otrzymanych z mleka przerobowego wzbogaconego samym mleczanem wapnia. Jego dodatek w ilości 1,15 i 1,73% do mleka przerobowego podwyższył zawartość wapnia w otrzymanych serach twarogowych z 71 mg% (w serze kontrolnym) do odpowiednio 239 i 266 mg%. Podobne próby wzbogacenia serów twarogowych w wapń przeprowadzili Martin i Zullo [7], przy czym nośnikiem wapnia był w tamtym przypadku glukonian wapnia. Badacze wykazali znaczący wzrost zawartości wapnia w cottage cheese po dodaniu do spasteryzowanego mleka przerobowego roztworu glukonianu wapnia. Z mleka wzbogaconego 7% dodatkiem nasyconego roztworu glukonianu otrzymali skrzep serowy zawierający blisko 98 mg% wapnia, czyli ponad 2-krotnie więcej niż w próbie kontrolnej (40 mg%). W swoich badaniach Martin i Zullo [7] wykazali liniową zależność między ilością dodawanego glukonianu i ilością wapnia pozostającego w skrzepie. Podobną zależność stwierdzono w niniejszych badaniach, przy czym analiza statystyczna potwierdziła obserwację, że dodatek mleczanu wapnia silniej wpływał na zawartość tego pierwiastka w serach twarogowych niż dodatek chlorku wapnia:

$$y = 0,9218 \cdot a + 1,2910 \cdot b$$

gdzie:

y – zawartość wapnia w serze twarogowym [mg%],

a – ilość wapnia wprowadzanego do mleka przerobowego z chlorkiem wapnia [mg%],

b – ilość wapnia wprowadzanego do mleka przerobowego z mleczanem wapnia [mg%],

($\alpha = 0,01$; $R^2 = 97,67\%$).

Wielu badaczy zauważyło, iż stosowanie mleczanu i glukonianu jako nośników wapnia w procesie wzbogacania produktów daje podobne rezultaty [1, 7]. Dlatego też wydaje się uzasadnione porównywanie prób z użyciem tych soli. Obie sole wapnia charakteryzują się bardzo dobrą rozpuszczalnością oraz prawie obojętnym zapachem. Dla porównania: rozpuszczalność mleczanu wapnia w wodzie w 25°C wynosi 9,3 g/l, zaś glukonianu 3,5 g/l. Omawiane sole mają najbardziej obojętny wpływ na cechy smakowe i zapachowe produktu ze wszystkich stosowanych preparatów wapniowych. W ocenie sensorycznej przeprowadzonej w badaniach Martina i Zullo [7] oraz w niniejszych badaniach nie wykazano żadnych niekorzystnych zmian w smaku i zapachu serów wzbogacanych glukonianem lub mleczanem wapnia. Ponadto stwierdzono podobny wpływ obu soli na wygląd i jakość skrzepu. Jak stwierdził Flinger i wsp. [1],

dodatek glukonianu wapnia w ilości 7% powoduje, że otrzymany skrzep jest delikatniejszy, mniej zwięzły oraz wykazuje nieznacznie większą podatność na synerzę serwatki. Podobne rezultaty odnotowano w niniejszych badaniach. Im większy był dodatek mleczanu wapnia do mleka przerobowego, tym mniej zwięzły i bardziej pylisty był skrzep i luźniejsza konsystencja sera. Flinger i wsp. [7] zaobserwowali również, że skrzep otrzymany z mleka wzbogaconego glukonianem wapnia zawierał więcej kwasu mlekowego niż skrzep kontrolny. Przyczyną tego była zdolność glukonianu wapnia do buforowania środowiska, co spowodowało silny rozwój bakterii mlekowych. Sam glukonian wapnia (podobnie jak mleczan) jest solą obojętną i nie wpływa na pomiar kwasowości miareczkowej. Wyższy stopień odfermentowania laktozy wydaje się być cechą korzystną, szczególnie w produktach przeznaczonych dla konsumentów z nietolerancją tego cukru. Opisany wpływ dodatku mleczanu i glukonianu wapnia na konsystencję wzbogacanego nimi produktu jest rzeczywiście niekorzystny w przypadku sera twarogowego kwasowego, który powinien mieć zwarty skrzep. Natomiast w przypadku produkcji homogenizowanych serków kwasowo-podpuszczkowych wpływ ten wydaje się korzystny, gdyż pozwala na uzyskanie delikatniejszego skrzepu. Przypuszczenia te potwierdzają próby wzbogacania w wapń cottage cheese, w których taki wpływ glukonianu wapnia na konsystencję produktu został uznany za pozytywny [7]. Istotną cechą (zwłaszcza ze względów ekonomicznych), która różni obie sole jest zawartość wapnia elementarnego w ich masie cząsteczkowej. Pod tym względem pięciowodny mleczan wapnia wypada korzystniej, gdyż zawiera większą ilość wapnia pierwiastkowego w masie molowej (13%) niż glukonian (9%), co oznacza, że potrzebny jest mniejszy jego dodatek do uzyskania określonej zawartości wapnia w produkcie.

W drugiej części badań stwierdzono, że dodatek chlorku wapnia do mleka przerobowego nie znalazł uzasadnienia w przypadku wprowadzania mleczanu wapnia do skrzepu twarogowego. Wapń pochodzący z chlorku wapnia pozostawał w skrzepie twarogowym w znikomych ilościach i nie miał istotnego wpływu na całkowitą zawartość wapnia w otrzymanych serach. Zależność pomiędzy zawartością wapnia w 100 g sera i ilością tego pierwiastka wprowadzonego z chlorkiem wapnia do mleka przerobowego oraz z mleczanem wapnia do otrzymanego skrzepu była liniowa i wyrażała się równaniem:

$$y = 75,6755 + 0,1690 \cdot a + 0,8784 \cdot b$$

gdzie:

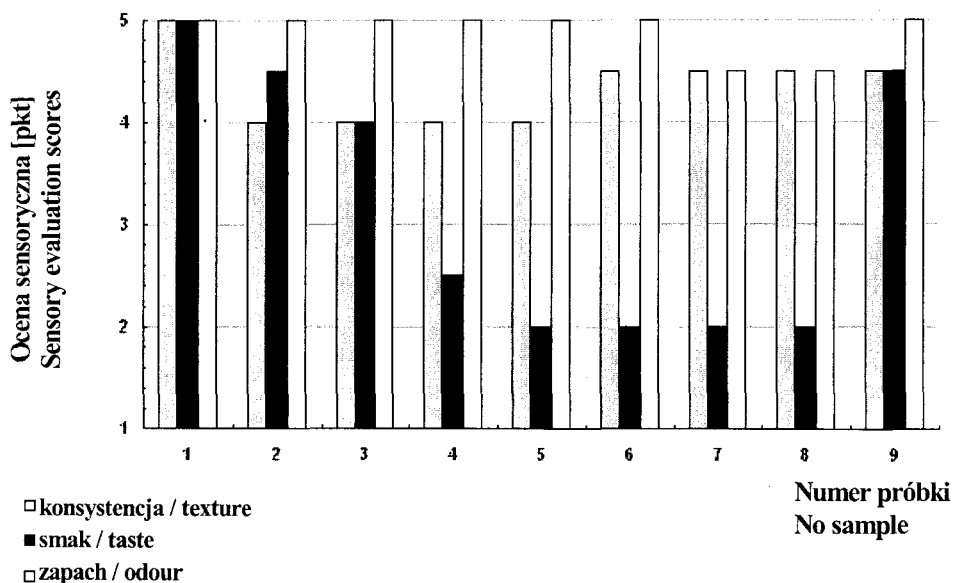
y – zawartość wapnia w serze twarogowym [mg%],

a – ilość wapnia wprowadzanego do mleka przerobowego z chlorkiem wapnia [mg%],

b – ilość wapnia wprowadzanego do skrzepu twarogowego z mleczanem wapnia [mg%],

($\alpha = 0,01$; $R^2 = 99,14\%$).

Przy takiej metodzie wzbogacania, najwyższa uzyskana zawartość wapnia w serach, niemająca jeszcze wpływu na cechy sensoryczne produktu, wynosiła 210 mg%, czyli 3-krotnie więcej niż w próbce kontrolnej (tab. 2.; rys. 2). Otrzymano ją przy zastosowaniu dodatku mleczanu wapnia w ilości 1,15% (wnoszącego 150 mg% wapnia pierwiastkowego).



Rys. 2. Wpływ dodatku soli wapnia do mleka przerobowego i skrzepu twarogowego na ocenę sensoryczną otrzymanych serów. Oznaczenia próbek jak w tab. 2.

Fig. 2. Effect of addition of calcium chloride to pasteurised milk and calcium lactate to curd on sensory evaluation scores for control (1) and calcium supplemented cottage cheese (2–9). Designation of samples as in tab. 2.

Otrzymany ser charakteryzował się delikatną, jednolitą konsystencją oraz łagodnym, śmietankowym smakiem. Podobne wyniki uzyskali Shelef i Ryan [13], którzy wzbogacali w wapń cottage cheese poprzez dodatek do skrzepu mleczanu, chlorku i fosforanu wapnia. Przy dodatku do skrzepu 0,54 g mleczanu (wynoszącym 70 mg wapnia) otrzymana zawartość tego pierwiastka w serach wynosiła średnio 128 mg%, przy czym próbka kontrolna zawierała 70 mg% wapnia. W obu powyższych przypadkach dodatek mleczanu wapnia przyczynił się do znacznego zwiększenia zawartości tego pierwiastka w serze. Badania Shelefa i Ryana [13] potwierdzają też korzystny wpływ dodatku mleczanu wapnia do skrzepu, na konsystencję oraz smak otrzymanych serów. Sery wzbogacone mleczanem uzyskały nieco większą akceptację zespołu oceniającego niż sery wzbogacone chlorkiem i fosforanem. W niniejszych badaniach również zauważono, iż ser twarogowy otrzymany z mleka, do którego wprowadzono znaczne ilości chlorku wapnia miał znacznie gorszy, gorzki i kwaśny smak, co potwierdza sformuło-

wane wcześniej stwierdzenie, że dodatek chlorku w tym przypadku wręcz pogorszył efekt suplementacji. Wykazano, że sery twarogowe wzbogacone w wapń do poziomu jego zawartości w serach podpuszczkowych (dodatek 7,7; 5,75 i 3,85% mleczanu wapnia) były zupełnie nieakceptowane pod względem smakowym. Wszystkie otrzymane sery miały bardzo gorzki i kwaśny smak oraz posiadały wyraźnie wyczuwalny obcy posmak dodanego związku. Tak duży dodatek mleczanu wapnia zastosowany w niniejszych badaniach nie wpłynął natomiast negatywnie na teksturę i wygląd serów, a wręcz przeciwnie, otrzymane produkty miały gładką, jednolitą, kremową konsystencję. Przedstawione spostrzeżenia jeszcze bardziej umacniają w przekonaniu, że mleczan wapnia byłby bardzo dobrym preparatem wzbogacającym, w produkcji wzbogacanych homogenizowanych serków kwasowo-podpuszczkowych. Reykdal i Lee [11] przeprowadzili badania nad wpływem dodatku guaru na akceptowalność cottage cheese wzbogacanych w wapń, przez dodatek mleczanu wapnia do skrzepu serowego. Próby serów zostały wzbogacone o odpowiednio 50, 100 i 130 mg⁰% wapnia, natomiast dodatek guaru wynosił 0,28% i znacznie redukował gorzki posmak mleczanu.

Wnioski

1. Dodatek mieszanki chlorku i mleczanu wapnia do mleka przerobowego pozwala na otrzymanie akceptowanych sensorycznie serów twarogowych wzbogacanych w wapń, bez zmiany procesu ich wytwarzania.
2. Dodatek mleczanu do skrzepu umożliwia otrzymanie atrakcyjnych sensorycznie serów twarogowych wzbogacanych w wapń, jednak ta metoda wzbogacania jest bardziej korzystna w produkcji serków kwasowo-podpuszczkowych, zwłaszcza homogenizowanych.
3. Nie jest możliwe wzbogacenie serów twarogowych w wapń do poziomu jego zawartości w serach podpuszczkowych, bez zmiany technologii ich wytwarzania i bez wpływu na ich cechy sensoryczne.

Literatura

- [1] Flinger K., Lindamood J.B., Hansen P.M.T.: Fortification of low-fat plain yogurt with calcium gluconate. *Cult. Dairy Prod. J.*, 1988, **23** (1), 5.
- [2] Gastaldi E., Pellegrini O., Lagaude A., Torodo de la Fuente B.: Functions of added calcium in acid milk coagulation. *J. Food Sci.*, 1994, **59** (2), 310.
- [3] Gielecińska J.: Korzyści żywieniowe i zdrowotne stosowania substancji dodatkowych oraz dodatków do żywności. *Żywn., Żyw., Prawo, Zdrowie*, 2000, **4**, 414-422.
- [4] Kłobukowski J., Kozikowski W., Cichoń W., Suraziński A.: Wpływ parametrów technologicznych na biodostępność wapnia z kwasowych serów niedojrzewających. *Przegl. Mlecz.*, 1999, **4**, 119-121.
- [5] Krześniak J., Rutkowska U.: Współczesne poglądy na wzbogacanie produktów spożywczych w wapń. *Żyw. Człow. Metab.*, 1995, **2**, 192-203.

- [6] Labiñ-Goldscher R., Edelstein S.: Calcium citrate: a revised look at calcium fortification. *Food Technol.*, 1996, **50** (6), 96-98.
- [7] Martin J.H., Zullo P.A.: Methods for increasing calcium in cottage cheese. *Cul. Dairy Prod. J.*, 1991, **26** (3), 11.
- [8] Nitecka E., Popiołek P.: Wpływ metody koagulacji mleka na zmiany wartości odżywczej białka twarogów. *Przem. Spoż.*, 1990, **11**, 284-286.
- [9] PN-73/A-86232. Mleko i przetwory mleczarskie. Sery. Metody badań.
- [10] Poznański S., Rymaszewski J., Kornacki K., Śmietana Z., Bednarski W.: Technologia produkcji twarogów ze wszystkich białek mleka metodą termiczno-wapniową. *Kwartalny Dodatek Naukowy Przem. Mlecz.*, 1974, **1**, 5-7.
- [11] Reykdal O., Lee K.: Validation of chemical measures of calcium with bioassay of calcium-fortified cottage cheese. *Food Chem.*, 1993, **47** (2), 195.
- [12] Rutkowska U., Zdrójkowska B.: Oznaczanie zawartości wapnia. W: *Wybrane metody analityczne oceny wartości odżywczej żywności*, Kunachowicz H. (red), IŻŻ, Warszawa 1997, s. 47-50.
- [13] Shelef L.A., Ryan R.J.: Calcium supplementation of cottage cheese. *J. Dairy Sci.*, 1988, **71** (10), 2618.
- [14] Steinka J., Przybyłowski P.: Nowe trendy w technologii produkcji serów twarogowych. *Przegl. Mlecz.*, 1997, **6**, 167-168.
- [15] Suraziński A.: Poziom wapnia w serach twarogowych w zależności od metody produkcji. *Materiały XX Sesji Nauk. KTChŻ PAN, Kraków 1989*, s. 50.
- [16] Suraziński A., Garczewska A., Górczyńska K., Nowak H.: Wpływ parametrów technologicznych na wydatek, wilgotność i poziom wapnia w serach typu Ricotta. *Materiały VII Sesji Nauk. Postęp w technologii, technice i organizacji mleczarstwa. Olsztyn 1999*, s. 242-246.
- [17] Suraziński A., Nowak H., Kłobukowski J.: Sery typu Ricotta otrzymane z mleka koagulowanego metodą termiczno-kwasową. *Przegl. Mlecz.*, 1997, **3**, 83.
- [18] Śmietana Z., Szpendowski J., Bohdziewicz K., Świigoń J.: Ogólne zasady produkcji twarogów i serków twarogowych. cz. I. Metoda tradycyjna. *Przegl. Mlecz.*, 1994, **1**, 7-9.
- [19] Śmietana Z., Szpendowski J., Bohdziewicz K., Świigoń J.: Ogólne zasady produkcji twarogów i serków twarogowych. cz. II. Ze wszystkich białek mleka. *Przegl. Mlecz.*, 1994, **2**, 41-43.
- [20] Świetlik K.: Spożycie mleka i jego przetworów, Rynek mleka, IERiGŻ, listopad 2000, s. 14-16.

TRIAL OF FORTIFICATION OF COTTAGE CHEESE WITH CALCIUM SALTS

Summary

Increasing the amount of calcium in cottage cheese could help prevent osteoporosis. Calcium lactate and calcium chloride appeared to be preferable for calcium content supplementation. Sterile calcium chloride solution and calcium lactate powder were added to pasteurised milk for manufacture of cottage cheese. Addition of 150, 225 and 300 mg% calcium (with calcium chloride and calcium lactate blend) to milk increased calcium content to 216–239, 223–266 and 287–346 mg% calcium, respectively. The highest amount of calcium achieved with no negative organoleptic effect was 244 mg% of calcium. This was accomplished by the addition of 225 mg% calcium into milk with chloride and lactate salts blend. Calcium lactate was also used to increase the amount of calcium by adding it directly into the cheese curd. Acceptable level of calcium added with lactate salt for increasing calcium content in quark was 210 mg% without adverse flavours.

Key words: cottage cheese, calcium, fortification. ☒

DOROTA LENART, REGINA STEMPNIEWICZ

WPLYW KULTURY STARTEROWEJ *GEOTRICHUM CANDIDUM* NA MIKROFLOREĘ EPIFITYCZNĄ SŁÓDÓW JĘCZMIENNYCH

Streszczenie

Oceniano wpływ szczepu drożdży *Geotrichum candidum* 1, zastosowanego jako kultury starterowej w procesie słodowania, na zmiany mikroflory epifitycznej otrzymanych słodów. Kulturę drożdży dodawano w formie szczepionki do drugiej (słód GI) oraz do pierwszej i drugiej (słód GII) wody zamoczkowej, podczas słodowania prowadzonego w warunkach mikrotechnicznych. Przeprowadzono analizę powierzchniowej mikroflory ziarna i suchych słodów. Określono ogólną liczbę tlenowych bakterii mezofilnych na wzbogaconym bulionie, bakterii mlekowych na pożywce MRS (Merck) oraz drożdże „dzikich” na PDA (Merck). Stopień zasiedlenia ziarna i słodów przez grzyby mikroskopowe oraz drożdże *Geotrichum candidum* 1 określano poprzez punktowe wykładanie 100 losowo wybranych ziarniaków na podłoże PDA. Wykazano, że dodatek szczepionki drożdży *Geotrichum candidum* 1 wywoływał redukcję liczby grzybów mikroskopowych, w tym toksynotwórczych gatunków z rodzaju *Fusarium* (w 94%). Zwiększona dawka szczepionki nie zmieniła w zasadniczy sposób ilości pozostałych grup drobnoustrojów bytujących na słodach „starterowych”.

Technologia słodowania ziarna z dodatkiem kultur starterowych w warunkach przemysłowych stwarza możliwość poprawy jakości i zdrowotności srodu.

Słowa kluczowe: mikroflora srodu, drożdżowa kultura starterowa, sród jęczmienny, grzyby toksynotwórcze.

Wstęp

W ostatnich latach szczególną uwagę zwraca się na stan higieniczno-sanitarny surowców wykorzystywanych do produkcji piwa. Znajomość stopnia infekcji ziarna, wywołana obecnością grzybów pleśniowych, jest bardzo istotna, tak z uwagi na handlową jakość piwa, jak i ewentualne zagrożenia dla zdrowia konsumentów. Jednym z warunków uzyskania dobrego piwa jest wysoka jakość srodu, uzależniona od stanu

technologicznego ziarna i w dużym stopniu od ilościowego i jakościowego składu mikroflory występującej na ziarnie jęczmienia browarnego [2].

Przed słodowaniem, na powierzchni ziarna, a także pod plewką występuje duża liczba drobnoustrojów. Dominującą mikroflorę stanowią: bakterie tlenowe (10^6 – 10^7 j.t.k./g), bakterie fermentacji mlekowej (10^3 – 10^6 j.t.k./g) oraz grzyby strzępkowe (10^2 – 10^4 j.t.k/g) [14].

W procesie słodowania powstają warunki bardzo korzystne do spontanicznego i niekontrolowanego rozwoju mikroorganizmów bytujących na ziarnie. Następuje wówczas intensywny wzrost przede wszystkim liczby pleśni. Ziarno jęczmienia skażone grzybami mikroskopowymi sprawia poważne problemy słodownikom. Rozwój grzybów powoduje rozmiękczenie ziaren i gwałtowny ubytek suchej masy. Ogólnie wysoki poziom mikroorganizmów powoduje zmniejszenie zdolności i energii kiełkowania oraz obniżenie żywotności ziaren. Następuje także spadek aktywności α -amylazy, obniżenie ekstraktywności i zmniejszenie lepkości brzezki [3, 8].

Do najgroźniejszych efektów rozwoju grzybów pleśniowych zaliczyć można występowanie w słodzie, a w konsekwencji i w piwie, mikotoksyn. Zainteresowanie mikotoksynami stale wzrasta, z uwagi na ich wysoką toksyczność i aktywność kancerogenną [9, 16, 19]. W strefie klimatu umiarkowanego, a zatem i w Polsce, najczęściej wykrywane są toksyny wytwarzane przez grzyby z rodzaju *Aspergillus* i *Penicillium* (ochratoksyny, kwas penicylinowy, cytrynina i sterygmatocystyna) oraz toksyny wytwarzane przez grzyby z rodzaju *Fusarium* (zearalenon i trichoteceny). Należy podkreślić, że są to związki termostabilne i takie procesy jak suszenie słodu czy warzenie brzezki nie wywołują ich redukcji, tak więc znaczna ich ilość ulega ekstrakcji do piwa. Ponadto obecność mikotoksyn w surowcach browarniczych wywołuje efekt redukcji stabilności gazu w piwie (gushing). Za wadę tę odpowiedzialne są przede wszystkim rozwijające się na ziarnie jęczmienia browarnego grzyby, głównie gatunki: *Fusarium graminearum* i *F. avenaceum* [12, 17, 22]. W celu zapobieżenia rozwojowi niekorzystnej, toksynotwórczej mikroflory, wiele zakładów przemysłu browarniczego stosuje metody chemicznej dezynfekcji ziarna przed słodowaniem. Chemiczne dezynfektanty wprawdzie przyczyniają się do zmniejszenia populacji mikroorganizmów na zainfekowanym ziarnie, z drugiej strony cechują się wysoką agresywnością chemiczną [1, 6].

Obecnie na świecie dąży się do ograniczenia lub wykluczenia stosowania metod chemicznej dezynfekcji. Chcąc polepszyć jakość słodu, można pokierować spontanicznym rozwojem mikroorganizmów w czasie słodowania, poprzez zastosowanie szybciej rosnących kultur starterowych drobnoustrojów ograniczających rozwój niepożądaną mikroflory, głównie pleśniowej. Startery są powszechnie wykorzystywane również w innych gałęziach przemysłu spożywczego: w przemyśle mleczarskim (sery, jogurt, kefir), owocowo-warzywnym (kiszonki), a także w przemyśle mięsnym (wędli-

ny surowe). Ich użycie pozwala m.in. na inhibicję wzrostu niepożądanych drobnoustrojów [4].

Jako starterów w procesie słodowania używa się drobnoustrojów należących do naturalnej mikroflory ziarna jęczmienia, tzn. bakterii fermentacji mlekowej (LAB) oraz drożdży *Geotrichum candidum*. Mają one na celu odpowiednie ukierunkowanie i kontrolowanie procesów zachodzących podczas spontanicznej fermentacji prowadzonej przez mikroflorę epifityczną ziarna [5, 13, 14, 15, 18]. Stosowane w procesie słodowania szczepionki drożdży *Geotrichum candidum* wpływają wyraźnie na zmniejszenie liczby toksynotwórczych pleśni z rodzaju *Fusarium* i *Aspergillus* [1, 21, 23].

Celem badań było określenie wpływu szczepu drożdży *Geotrichum candidum* 1, zastosowanego jako kultury starterowej, na zmiany mikroflory epifitycznej słodu, zachodzące podczas słodowania prowadzonego w warunkach mikrotechnicznych, a w szczególności na wzrost toksynotwórczych grzybów rodzaju *Fusarium*.

Materiał i metody badań

Jako materiał badawczy użyto:

- *Geotrichum candidum* 1 – szczep pochodzący z kolekcji własnej Katedry Biotechnologii i Mikrobiologii Żywności Akademii Rolniczej we Wrocławiu – zastosowany jako kultura starterowa w procesie słodowania ziarna jęczmienia browarnego;
- ziarno jęczmienia browarnego odmiany Brenda pochodzące ze Słodowni w Sierpcu (zbiór 2000 r.);
- słody jęczmienne typu pilzneńskiego kontrolne i „starterowe” otrzymane w mikrośłodowni Seegera.

Hodowle szczepu drożdży *Geotrichum candidum* 1, stosowanego jako kultura starterowa podczas słodowania, prowadzono w brzezce 7^oBlg w bioreaktorze typu Biostat (Brown – Belsungen) w temperaturze 30°C, przez 48 godzin. Hodowlę drożdży wirowano w wirówce typu K 24 z chłodzeniem (7000 obr./min przez 15 min), biomasę przemywano dwukrotnie sterylną wodą destylowaną i zawieszano w sterylnej wodzie destylowanej. Kultura starterowa *Geotrichum candidum* 1 w postaci mieszaniny strzępek grzybni i artrospor została wprowadzona w przypadku pierwszego słodowania (słód **G I**) – do drugiej wody zamoczkowej w ilości 300 ml na 90 l wody wodociągowej, natomiast podczas drugiego słodowania (słód **G II**) – do pierwszej i drugiej wody zamoczkowej po 300 ml na 90 l wody wodociągowej. Gęstość drożdży *G. candidum* 1 w wodzie zamoczkowej wynosiła $\sim 10^5$ j.t.k./ml. Kontrolę stanowił słód otrzymany bez udziału kultury starterowej drożdży *G. candidum* 1. Wszystkie słodowania wykonano w ośmiu powtórzeniach.

Przeprowadzono ocenę powierzchniowej mikroflory ziarna i sładów. Oznaczenia wykonano w trzech powtórzeniach.

Metodą płytkową Kocha oznaczano:

- liczbę bakterii tlenowych na wzbogaconym bulionie z dodatkiem cykloheximidu 100 ppm,
- liczbę bakterii mlekowych na pożywce MRS (Merck) z dodatkiem cykloheximidu 100 ppm,
- liczbę drożdży na podłożu PDA (Merck) z oksytetracykliną 100 ppm.

Skażenie ziarna i słodów wywołane obecnością grzybów mikroskopowych kontrolowano wg Christensena i Kaufmana (cyt. za Chełkowskim i Trojanowską [7]). W metodzie tej 100 losowo wybranych ziarniaków wykładano punktowo po 10 szt. na płytki Petriego z pożywką Malt Salt Agar (ekstrakt słodowy 20 g, NaCl 75 g, agar 20 g, pH 6,5) z oksytetracykliną 100 ppm.

Stopień zasiedlenia słodów „starterowych” kulturą drożdży *Geotrichum candidum* I kontrolowano również metodą punktowego wykładania ziarniaków na płytce Petriego z podłożem PDA (Merck), zawierającym oksytetracyklinę 100 ppm.

Otrzymane czyste kolonie o morfologii pleśni rodzaju *Fusarium* poddano identyfikacji wg Kwaśnej i wsp. [20].

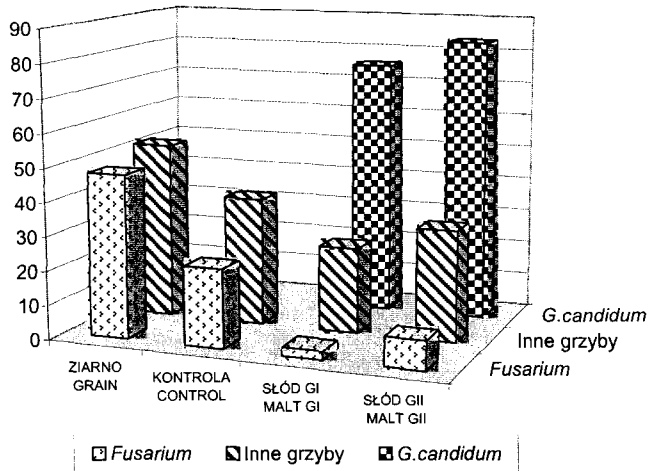
Wyniki i dyskusja

Główny surowiec słodowniczy – ziarno jęczmienia browarnego odmiany Brenda, wykorzystywany w badaniach własnych, skażony był: tlenowymi bakteriami mezofilnymi w ilości 10^7 j.t.k/g, a liczba bytujących bakterii fermentacji mlekowej wynosiła 10^2 j.t.k/g. Porażenie ziarna grzybami mikroskopowymi wynosiło 97%, w tym obecność *Fusarium* stanowiła 48% ogólnej liczby grzybów (rys. 1). Powierzchniową mikroflorę grzybową reprezentowały głównie takie gatunki *Fusarium*, jak: *F. sporotrichoides*, *F. poae*, *F. culmorum*, *F. oxysporum*, *F. equiseti*, *F. graminearum* (tab. 1). Ponadto w skład mikroflory pleśniowej wchodziły grzyby rodzajów: *Mucor*, *Rhizopus*, *Alternaria* i *Helminthosporium*. Nie wykazano w toku badań wglębnego porażenia ziarna.

Według kryteriów opracowanych przez Campbela (cyt. za Czajkowską [8]), ziarno użyte w badaniach nie było dobrej jakości. Jego zdaniem w 1g jęczmienia przeznaczonego do produkcji piwa nie powinno być więcej niż $2 \cdot 10^3$ pleśni, $8 \cdot 10^4$ j.t.k./g drożdży i tyle samo bakterii.

Boivin i Malanda [4] oraz Dziuba i wsp. [14] wykazali, że podczas fazy moczenia, a w większym stopniu podczas kiełkowania ziarna jęczmienia, ma miejsce wzrost ogólnej liczby mikroorganizmów. Ich ilość na słodowanym ziarnie osiąga maksimum w fazie kiełkowania. Jak podaje dalej Campbell (cyt. za Czajkowską [8]), liczba wymienionych wyżej drobnoustrojów ulega zwiększeniu w czasie moczenia i rostkowania ziarna o 1 rząd logarytmiczny w przypadku pleśni, o 2 rzędy logarytmiczne wzrasta liczba drożdży, ponadto poziom bakterii tlenowych i mlekowych wzrasta średnio o

4 rzędy logarytmiczne. Poziom zakażenia w tym czasie jest bezpośrednio zależny od wyjściowego, powierzchniowego i wglębnego zanieczyszczenia mikroorganizmami ziaren jęczmienia.



Rys.1. Zasiedlenie (%) ziarniaków jęczmienia i suchych słodów grzybami mikroskopowymi oraz drożdżami *Geotrichum candidum* 1. (Wyniki powyżej 100% wskazują na równoczesne zasiedlenia ziarniaków drobnoustrojami różnego rodzaju).

Fig. 1. The percentage of kernels and kilned barley malts contaminated with fungi and *Geotrichum candidum* 1. (The results above 100% indicated that kernels and malts were settled by fungi and yeast simultaneously).

Tabela 1

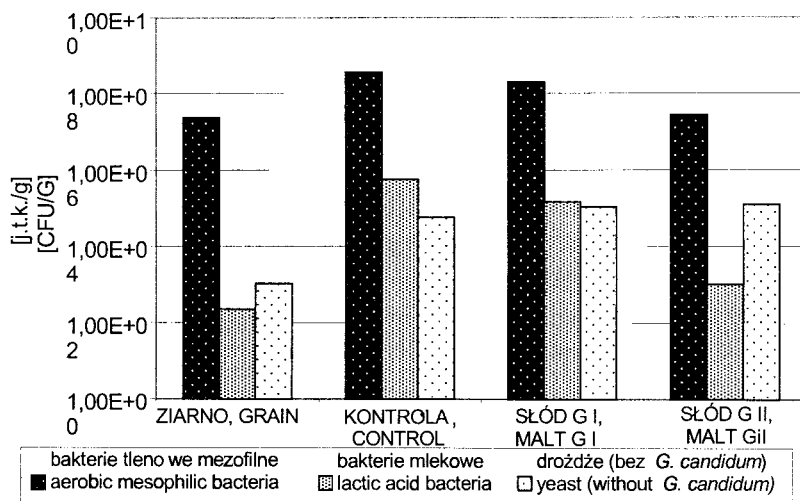
Gatunki grzybów rodzaju *Fusarium* wykryte w ziarnie i w słodach jęczmiennych.
Fusarium species detected in grain and barley malt.

| Lp. | Próby Samples | Wykryte gatunki grzybów Detected species of mould |
|-------------------------|------------------------|---|
| 1 | Ziarno Z / Grain Z | <i>Fusarium equiseti</i> , <i>F. sporotrichoides</i> , <i>F. poae</i> , <i>F. graminearum</i> , <i>F. culmorum</i> , <i>F. oxysporum</i> |
| Mokry słód / Green malt | | |
| 2 | Kontrola K / Control K | <i>F. sporotrichoides</i> , <i>F. poae</i> , <i>F. graminearum</i> |
| 3 | Słód G I / Malt G I | <i>F. sporotrichoides</i> , <i>F. poae</i> |
| Suche słody / Dry malt | | |
| 4 | Kontrola K / Control K | <i>F. sporotrichoides</i> , <i>F. poae</i> , <i>F. graminearum</i> |
| 5 | Słód G I / Malt G I | <i>F. sporotrichoides</i> , <i>F. poae</i> |
| 6 | Słód G II / Malt G II | <i>F. sporotrichoides</i> , <i>F. poae</i> |

Objaśnienia:

- G I - szczepionka *G.candidum* 1 wprowadzona do drugiej wody zamoczkowej,
- G II - szczepionka *G.candidum* 1 wprowadzona do pierwszej i drugiej wody zamoczkowej,
- G I - *G.candidum* 1 added to second steeping water,
- G II - *G.candidum* 1 added to first and second steeping water.

W badaniach własnych wykazano, że na otrzymanym kontrolnym słodzie liczba grzybów pozostała na tym samym poziomie, jaki występował na ziarnie przed słodowaniem – 10^4 j.t.k./g. Natomiast obserwowano wzrost liczebności drożdży o 1 rząd logarytmiczny i o 4 rzędy logarytmiczne w liczbie bakterii mlekowych. Liczba bakterii tlenowych zwiększyła się podczas słodowania o 2 rzędy logarytmiczne (rys. 2).



Rys. 2. Liczba drobnoustrojów zasiedlająca powierzchnię ziarna jęczmienia oraz otrzymanych słodów.

Fig. 2. Counts of microorganisms on kernels and barley malts.

Silna konkurencja istniejąca na rynku browarniczym wymusza na producentach piwa zabieganie o jak najwyższą jakość i zdrowotność oferowanych produktów. Obecnie dąży się do stworzenia nowych, alternatywnych metod obniżania poziomu niepożądanego mikroflory ziarna jęczmienia browarnego, które zastąpią w przyszłości tradycyjną dezynfekcję ziarna agresywnymi środkami chemicznymi. Działania w tym celu zostały poczynione przez francuskich i fińskich uczonych, którzy rozpoczęli intensywne badania dotyczące użycia kultur starterowych w nowoczesnym browarnictwie [5]. Stosowanie biologicznych metod dezynfekcji ziarna powinno skutecznie ograniczać rozwój niepożądanego mikroflory pleśniowej, podobnie jak w przypadku wykorzystywania chemicznych metod dezynfekcji.

Jak podaje Chełkowski i wsp. [6], dodatek do wody, w procesie moczenia ziarna, 100 cm^3 18% roztworu podchlorynu sodu na 1 m^3 wody, przy czasie działania 2 godzin, nie niszcząc energii kiełkowania, usuwa 90% zarodników grzybów.

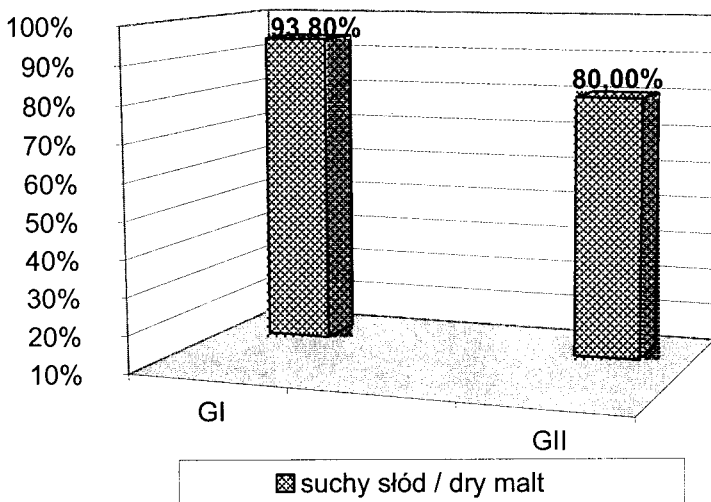
W badaniach własnych zastosowano szczep drożdży *Geotrichum candidum* 1, który wybrany został z wielu, na podstawie wcześniej przeprowadzonych badań w Katedrze Biotechnologii i Mikrobiologii Żywności Akademii Rolniczej we Wrocławiu.

Drożdże *Geotrichum candidum* charakteryzują się tym, że nie syntetyzują toksycznych i teratogennych metabolitów, szkodliwych dla zdrowia ludzkiego. Bovin i Malanda [4], w przeprowadzonych analizach mikrobiologicznych ziarniaków pochodzących z końca fazy moczenia i kiełkowania wykazali, że dodatek szczepionek *Geotrichum candidum* wyraźnie wpływa na liczebność występowania na nich rdzennej mikroflory. Zaobserwowali także redukcję liczby toksynotwórczych pleśni z rodzaju *Fusarium* i *Aspergillus* oraz drożdży „dzikich”. Kultury starterowe sprzyjały rozwojowi bakterii mlekowych, natomiast nie oddziaływały na mezofilne bakterie mlekowe. Następował równocześnie intensywny rozwój drożdży *Geotrichum candidum*, które stawały się mikroflorą dominującą.

W warunkach prowadzenia badań własnych otrzymano podobne rezultaty jak wyżej cytowani autorzy. Również wykazano redukcję liczby toksynotwórczych grzybów z rodzaju *Fusarium* (58–94%) w porównaniu ze słodem kontrolnym (nietraktowanym kulturą drożdży *Geotrichum candidum* I), (rys. 3). Z powierzchni słodów „starterowych” wyeliminowane zostały takie gatunki grzybów, jak: *F. equiseti*, *F. culmorum* i *F. oxysporum*. Natomiast nie stwierdzono zmian w stopniu zasiedlenia słodów „starterowych” drożdżami „dzikimi”. Obserwowano jednak nieznaczny spadek liczebności bakterii fermentacji mlekowej na słodzie otrzymanym z dodatkiem zwiększonej dawki szczepionki (GII). Natomiast tam gdzie stosowano mniejszą dawkę starterów (GI), liczba bakterii mlekowych nie uległa zmianie. Wykazano, że bakterie tlenowe również uległy redukcji o 1 rząd logarytmiczny na słodzie ze zwiększoną ilością szczepionki. Również, tak jak obserwowali wcześniej wymienieni autorzy, otrzymano słody prawie całkowicie zdominowane przez kulturę starterową.

Antagonistyczne oddziaływanie drożdży *Geotrichum candidum* jest wynikiem efektu współzawodnictwa o przestrzeń i substancje odżywcze. Ze względu na zdolność drożdży *G. candidum* do intensywnego wzrostu i rozwoju, mikroorganizmy te szybko opanowują środowisko i uniemożliwiają tym samym namnażanie się innych grup drobnoustrojów. Jak podają Tariq i Campbell [24], lotne metabolity wytwarzane przez *Geotrichum candidum* tj. dwutlenek węgla, etanol, aldehyd octowy oraz trimetyloalana, hamują kiełkowanie zarodników i wzrost grzybni w przypadku: *Aspergillus flavus*, *Botritis allii*, *Fusarium oxysporum*, *Microsporium canis* i *Penicillium italicum*.

Drożdże *Geotrichum candidum* odpowiedzialne są także za wydzielanie kwasu D-3-fenylomlekowego, który hamuje wzrost bakterii *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis*, oraz *Klebsiella oxytoca*, wywołujących poważne skażenia produktów spożywczych i zatrucia pokarmowe. Wykazano, że kwas ten wywołuje zmiany w zachowaniu w strukturze wewnętrznej ww. bakterii, w konsekwencji doprowadzając do degradacji komórek [10, 11].



Rys. 3. Redukcja (%) zasiedlenia powierzchni słodów "starterowych" (GI, GII) grzybami rodzaju *Fusarium* wywołana obecnością kultury starterowej, w porównaniu do słodów kontrolnych bez udziału szczepionki *Geotrichum candidum 1*.

Fig. 3. Percentage of reduction of *Fusarium* contamination on the surface of barley malts as the effect of use starter culture of *Geotrichum candidum 1*, compare with malts without addition of *Geotrichum candidum 1*.

Efektom stosowania drożdży *Geotrichum candidum* w procesie słodowania jest nie tylko polepszenie stanu higieniczno-sanitarnego słodu, ale także poprawa jego właściwości technologicznych, dzięki bogatemu aparatowi enzymatycznemu jakim charakteryzują się omawiane drożdże. Jak podaje wielu autorów, uzyskane słody „starterowe” cechują się lepszymi właściwościami technologicznymi t.j.: poprawą zawartości ekstraktu, lepszą jednorodnością słodu, wyższą aktywnością pentozanów oraz niższą zawartością β -glukanu [13, 14].

Stosowanie biologicznej metody „dezynfekcji” słodów jest sposobem prostym, nieskosztownym i niewymagającym dodatkowych urządzeń w słodowni. Koszt wdrożenia i stosowania tej metody, jak szacują uczeni francuscy, nie powinien przekroczyć 1% ceny słodu [14]. Z uwagi na szerokie zainteresowanie wysoką jakością produktów spożywczych, zarówno ze strony klientów, jak i konkurencji oraz planowane wejście Polski do Unii Europejskiej, większą uwagę zwraca się na możliwość wystąpienia toksycznych, wtórnych metabolitów pleśniowych w środkach spożywczych. Pomijana przez wiele lat sprawa szkodliwości picia piwa z powodu obecności w nim mikotoksyn, szczególnie DON-u, w świetle najnowszych badań wydaje się być nadzwyczaj aktualna. Unia Europejska, wprowadzając nową normę na zawartość mikotoksyn w produktach żywnościowych, skłania producentów żywności, w tym też producentów

piwa, do poszukiwania nowych bezpiecznych metod ograniczania rozwoju i aktywności niepożądanego toksynotwórczej mikroflory.

Wnioski

1. Ziarno jęczmienia odmiany Brenda (zbiór 2000 r.) – surowiec do produkcji słodu – było w wysokim stopniu porażone toksynotwórczymi grzybami rodzaju *Fusarium* (48%), w tym gatunkami: *Fusarium poae*, *F. sporotrichoides*, *F. culmorum*, *F. graminearum*, *F. oxysporum* i *F. equiseti*.
2. Szczep *Geotrichum candidum* 1 zastosowany jako szczepionka w procesie słodowania jęczmienia, wprowadzony do wody zamoczkowej do gęstości 10^5 j.t.k./ml, zredukował z powierzchni sładów suchych ilość grzybów rodzaju *Fusarium* o 80–94% w porównaniu ze sładem kontrolnym, otrzymanym bez udziału kultury starterowej.
3. Nie wykazano wpływu zwiększonej dawki szczepionki *Geotrichum candidum* 1 (pierwsza i druga woda zamoczkowa) na wzrost redukcji grzybów rodzaju *Fusarium*.
4. Szczepionka *Geotrichum candidum* 1 całkowicie wyeliminowała ze sładów „starterowych” gatunki *Fusarium oxysporum*, *F. equiseti*, *F. graminearum*, *F. culmorum*, natomiast nie miała wpływu na *F. poae* i *F. sporotrichoides*.
5. Kultura drożdży starterowych *Geotrichum candidum* 1 nie wykazała znaczącego wpływu na liczbę tlenowych bakterii mezofilnych, bakterii mlekowych i drożdży „dzikich”.
6. Drożdże *Geotrichum candidum* z powodzeniem mogą pełnić funkcję biologicznego „dezynfektora” w procesie słodowania, gdyż z ich udziałem uzyskano wyniki w ograniczaniu wzrostu i rozwoju grzybów, głównie rodzaju *Fusarium*, zbliżone do tych jakie uzyskali inni autorzy, w przypadku stosowania chemicznych metod dezynfekcji ziarna jęczmienia.
7. Redukcja skażenia ziarna wywołana obecnością kultury starterowej podczas słodowania prowadzonego w warunkach mikrotechnicznych, pozwala przypuszczać, że wdrożenie metody „biologicznej” dezynfekcji w przemyśle przyniesie podobne rezultaty.

Literatura

- [1] Baca E., Brudzyński A., Michałowska D.: Zakłócenia w słodowaniu związane z jakością i warunkami technologicznymi. *Przem. Ferm. Owoc. Warz.*, 2000, **6**, 25-29.
- [2] Baca E., Gołębiowski T.: Nowe spojrzenie na wskaźniki warunkujące wartość technologiczną jęczmienia i słodu browarnego. *Przem. Ferm. Owoc. Warz.*, 1997, **11**, 18-22.
- [3] Baca E., Pawlikowska B., Michałowska D., Gołębiowski T.: Jakość jęczmienia, warunki słodowania, a zawartość β -glukanu w brzeczce (cz. I i II). *Przem. Ferm. Owoc. Warz.*, 1998, **8/9**, 24-26.

- [4] Bovin P., Malanda M.: Improvement of Malt Quality and Safety by Adding Starter Culture During the Malting Process. Technical Quarterly 1997, **34**, 96-101.
- [5] Brudzyński A.: Postęp w browarnictwie światowym – zaprezentowany na XXVI Kongresie EBC w Maastricht. Przem. Ferm. Owoc. Warz., 1997, **12**, 9-12.
- [6] Chełkowski J., Bogacz I., Kaczmarek T.: Ocena skuteczności działania wybranych środków dezynfekcyjnych na zarodniki grzybów ziarna jęczmienia. Przem. Ferm. Owoc. Warz., 1980, **4**, 10-17.
- [7] Chełkowski J., Trojanowska K.: Ocena jakości ziarna jęczmienia browarnego na podstawie analizy mikrobiologicznej. Przem. Ferm. Owoc. Warz., 1993, **1**, 5-9.
- [8] Czajkowska D.: Szkodliwe mikroorganizmy w przemyśle piwowarskim. Przem. Ferm. Owoc. Warz., 1996, **10**, 12-13.
- [9] Czerwiecki L.: Mykotoksyny w żywności jako czynnik zagrożenia zdrowotnego. Żywność, Żywnienie a Zdrowie, 1997, R.6, **4**, 292-300.
- [10] Dieuleveux V., Lemarinier S., Gueguen M.: Antimicrobial Spectrum and Target Site of D-3-phenyllactic acid. Int. J. Food Microbiol., 1998, **40**, 177-183.
- [11] Dieuleveux V., van der Pyl D., Chataud J., Gueguen M.: Purification and Characterization of Anti-*Listeria* Compounds Produced by *Geotrichum candidum*. Appl. Envir. Microb., 1998, **2**, 800-803.
- [12] Dubiel L.: Gushing - fenomen występujący w piwowarstwie. Przem. Ferm. Owoc. Warz., 1990, **10**, 1-2.
- [13] Dziuba E., Foszczyńska B., Stempniewicz R., Wojtatowicz M.: Zastosowanie kultur starterowych w procesie słodowania ziarna pszenżyta., Konferencja naukowa – Ograniczenia stosowania dodatków do żywności – za i przeciw, 1998, 14-19.
- [14] Dziuba E., Wojtatowicz M., Stempniewicz R., Foszczyńska B.: Kultury starterowe jako czynnik ograniczający aktywność epifitycznej mikroflory jęczmienia i słodu. Biotechnologia, 1999, **2 (45)**, 167-17.
- [15] Dziuba E., Wojtatowicz M., Stempniewicz R., Foszczyńska B.: The Use of *Geotrichum candidum* Starter Cultures in Malting of Brewery Barley. Food Biotechnol., 2000, **17**, 311-316.
- [16] Głazek M., Jańczak J.: Znaczenie chorób fusaryjnych zbóż. Jakość materiału siewnego. Ochr. Rośl. 1998, R.42, **3**, 20-22.
- [17] Gyllang H., Martison E.: Studies on the microflora of malt. J. Inst. Brew., 1976, **82**, 350-352.
- [18] Haikara A., Ulias H., Suurnakki A.: Lactic starter cultures in malting – a novel solution to gushing problems. EBC Congress 1993, p. 163-172.
- [19] Horubała A.: Wpływ metabolitów pleśniowych na jakość surowców i przetworów owocowo-warzywnych. Przem. Ferm. Owoc. Warz., 1992, **6**, 11-13.
- [20] Kwaśna H., Chełkowski J., Zajkowski P.: Grzyby (Mycota) tom XXII., PAN Instytut Botaniki, Warszawa 1991.
- [21] Laitila A., Tapani K.-M. & A. Haikara: Lactic acid starter cultures for prevention of the formation of *Fusarium* mycotoxins during malting., EBC Congress 1997, p. 137-144.
- [22] Perkowski J.: Mykotoksyny w surowcach piwowarskich i w piwie oraz w czasie jego otrzymywania. Przem. Ferm. Owoc. Warz., 2000, **11**, 14-16.
- [23] Skytta E., Haikara A., Mattila-Sandholm T.: Production and characterization of antibacterial compounds produced by *Pediococcus damnosus* and *Pediococcus pentosaceus*. J. Appl. Bact., 1993, **74**, 134-142.
- [24] Tariq V.N., Campbell V.M.: Influence of volatile metabolites from *Geotrichum candidum* on other fungi. J. Food Prot., 1990, **4**, 891-893.

EFFECT OF *GEOTRICHUM CANDIDUM* ON THE NATURAL MICROFLORA OF BARLEY MALTS

S u m m a r y

The objective of the studies was to define the effect of *Geotrichum candidum* 1 strain, used as starter culture, on the microbial quality of final malt. The malts were produced under microtechnical conditions with and without a starter culture, which was added to the second (GI); first and second (GII) steeping water. The number of microorganisms on the surface of barley kernels and kilned malts was determined by the plate method on selective media, i.e. total aerobic mesophilic bacteria on bulion agar, the lactic acid bacteria on MRS agar (Merck) and yeast on PDA agar (Merck). The percentage of kernels contaminated with mycelial fungi and *Geotrichum candidum* 1 was estimated by placed 100 randomly selected kernels on PDA agar. The results showed that the use of *G. candidum* 1 inhibited mould growth, particularly *Fusarium* strains (94%). Increase dose of starter culture had not a considerable effect on the other groups of microflora occurring on "starter" malt (GII).

The use of starter culture in malting is a new process improving malt quality and safety, and which is both technically and economically feasible.

Key words: malt microflora, yeast starter culture, barley malt, toxigenic fungi. ☒

EWA MAJEWSKA

ILOŚCIOWE OZNACZANIE ASPARTAMU W PRODUKTACH SPOŻYWCZYCH METODĄ MIARECZKOWĄ

Streszczenie

Celem pracy było sprawdzenie możliwości zastosowania metody miareczkowej z kwasem nadchlorowym do ilościowego oznaczania aspartamu w produktach typu „light”. Ponadto podjęto próbę walidacji tej metody. W celu oceny metody i określenia jej przydatności sprawdzano liniowość, selektywność, dokładność i powtarzalność oznaczeń aspartamu w badanych próbkach. Wartość średniego odzysku środka słodzącego, w zależności od wzmocnienia i rodzaju próbki, kształtowała się w granicach od 80 do 119%, a współczynnik zmienności charakteryzujący rozrzut wyników w tej metodzie nie przekraczał 5%.

Słowa kluczowe: aspartam, ilościowe oznaczanie, metoda miareczkowa

Wstęp

Alarmujący wzrost zachorowań na tle wadliwego odżywiania spowodował szerokie propagowanie zasad właściwego modelu żywienia. Jednym z aktualnych trendów w produkcji środków spożywczych jest modyfikacja składu recepturowego, prowadząca do otrzymania m.in. żywności niskoenergetycznej (w tym niskocukrowej, bezcukrowej, niskotłuszczowej), niskocholesterolowej i probiotycznej. Otrzymywanie produktów nisko i bezcukrowych możliwe jest przez zastosowanie tzw. zamienników cukru, takich jak aspartam. Syntetyczne środki słodzące nie są metabolizowane w jamie ustnej do kwasów przez bakterie gromadzone na płytce nazębnej. Dzięki temu jej pH utrzymuje się na stałym poziomie i szkliwo nie jest narażone na próchnicę [3].

Jednocześnie należy nadmienić, że według niektórych autorów [2] zarówno cukier, jak i słodziki, nie spełniają w organizmie człowieka istotnej roli, poza zaspokojeniem organicznej potrzeby słodkiego smaku.

Stosowanie sztucznych środków słodzących okazało się niezwykle efektywne przy produkcji żywności o zredukowanej wartości energetycznej. Substancje te zaliczane są do dodatków do żywności, co pociąga za sobą konieczność wszechstronnego przetestowania ich przed wprowadzeniem do obrotu, szczególnie pod względem toksykologicznym. Ponadto niezbędne jest opracowanie metod analitycznych pozwalających na szybką i precyzyjną identyfikację syntetycznych środków słodzących oraz określenie ich zawartości w produkcie. Jest to ważne z punktu widzenia kontroli jakości żywności, polegającej na sprawdzaniu zgodności z normą czy recepturą, jak również dla technologa projektującego proces produkcyjny, przy określaniu parametrów obróbki, które nie spowodują szkodliwego zwykle rozkładu substancji dodatkowej.

Celem pracy było sprawdzenie możliwości zastosowania metody miareczkowej z kwasem nadchlorowym do ilościowego oznaczania aspartamu w różnych produktach spożywczych o obniżonej kaloryczności. Ponadto podjęto próbę walidacji tej metody, czyli potwierdzenia jej zrozumiałości i poprawności naukowej w stosowanych warunkach.

Materiał i metody badań

Materiał do badań stanowiły wybrane produkty spożywcze, w których jako zamiennik cukru zastosowano aspartam. Badaniom poddano: słodziki w tabletkach, zaprawę do przyrządzania napojów oraz koncentraty spożywcze – budyń o smaku śmietankowym i kisiel o smaku wiśniowym.

Zawartość aspartamu w badanych produktach oznaczano metodą miareczkową z wykorzystaniem kwasu nadchlorowego [5].

Przygotowanie próbek do oznaczania aspartamu

Słodziki w tabletkach – odpowiednią naważkę (0,7–1,4 g) preparatów słodzących rozpuszczano w kwasie octowym lodowatym i uzupełniano do 10 ml.

Produkty płynne – odpowiednią ilość płynów (100 ml) odparowywano na wrzącej łąźni wodnej, a pozostałość po odparowaniu rozpuszczano w kwasie octowym lodowatym i uzupełniano do 100 ml.

Koncentraty spożywcze w proszku – w celu ekstrakcji aspartamu naważki produktów (25–70 g) traktowano 20 ml alkoholu metylowego i wytrząsano przez 15 minut w temperaturze pokojowej. Alkohol metylowy odparowywano w wyparce próżniowej, a pozostałość po odparowaniu rozpuszczano w kwasie octowym lodowatym i uzupełniano do 100 ml.

Oznaczanie aspartamu metodą miareczkową

Odczynniki

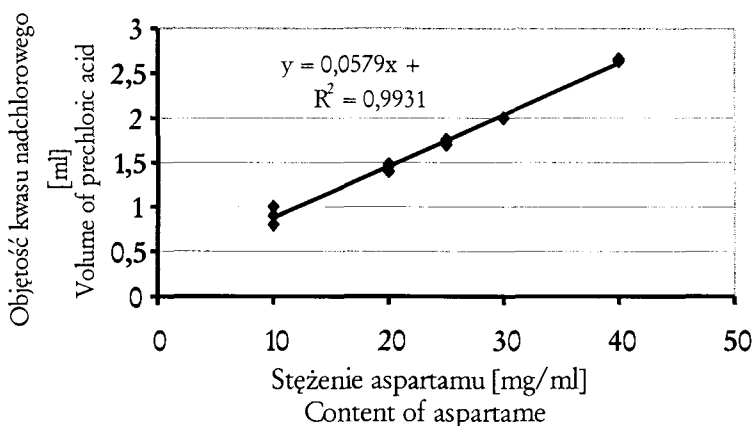
- 1) resazuryna firmy SIGMA (nr kat. R-2127) – 0,1% (m/v); 100 mg resazuryny rozpuszczano w 100 ml kwasu octowego lodowatego,
- 2) kwas nadchlorowy – 0,05 M; 4,25 ml 70–72% kwasu nadchlorowego firmy MERCK (nr kat. 100519) mieszano z 12,5 ml bezwodnika octowego firmy PPH „POCH” S.A. (nr kat. 693870115) i uzupełniano kwasem octowym lodowatym do objętości 1 l.

Wykonanie oznaczenia

Do kolb stożkowych przenoszono po 5 ml roztworów badanych produktów, następnie pipetą automatyczną dodawano po 15 ml lodowatego kwasu octowego i 0,2 ml roztworu resazuryny. Tak przygotowaną mieszaninę miareczkowano kwasem nadchlorowym do momentu zmiany barwy z różowej na pomarańczowoczerwoną.

Obliczanie wyników

Zawartość aspartamu w badanych produktach obliczano na podstawie równania krzywej wzorcowej (rys. 1), sporządzonej jako zależność objętości kwasu nadchlorowego zużytego na zmiareczkowanie od stężenia aspartamu. Wyniki wyrażano w mg/100 mg, mg/100 ml lub w mg/100 g badanego produktu.



Rys. 1. Krzywa wzorcowa do oznaczania aspartamu.

Fig. 1. Calibration curve for determination of aspartame.

W celu oceny metody i określenia jej przydatności przeprowadzono jej walidację. Sprawdzano takie parametry jak: liniowość, selektywność, dokładność i powtarzalność oznaczeń aspartamu w badanych próbach.

Liniowość metody sprawdzano poprzez analizę zależności objętości kwasu nadchlorowego zużytego na zmiareczkowanie prób od stężenia aspartamu (10–40 mg/ml). Natomiast selektywność wykorzystywanej w pracy metody sprawdzano oznaczając zawartość aspartamu w roztworach modelowych, sporządzonych przez dodanie do standardowego roztworu aspartamu (200 mg/50 ml) takich ilości różnych substancji, aby ich stężenie było zbliżone do przeciętnej zawartości w badanych produktach.

Oceny dokładności, tzn. zgodności średniej wartości stężenia danego składnika z wartością należną, dokonywano na podstawie pomiaru badanego produktu z domieszką wzorca i określenia odzysku. Badania prowadzono stosując dwa poziomy fortyfikacji. Dodawano taką ilość aspartamu, aby uzyskać wzbogacenie o 50 i 100% ilości aspartamu oznaczonego wcześniej w produktach. Odzysk metody określano w stosunku do teoretycznie obliczonej zawartości środka słodzącego, stanowiącej sumę oznaczonego stężenia i poziomu wzbogacenia, przyjmując tę wartość za 100%.

Omówienie wyników

Podstawowym celem chemii analitycznej jest dostarczenie informacji o ilości określonego składnika obecnego w badanym materiale. Proces walidacji metody kładzie ogromny nacisk na jakość uzyskiwanych wyników. Najważniejszymi kryteriami każdego wyniku analitycznego są dokładność i precyzja. Do podstawowych parametrów walidacji należą również: selektywność, liniowość i niepewność wyników.

Otrzymana w badaniach wstępnych krzywa wzorcowa miała przebieg prostoliniowy (rys. 1).

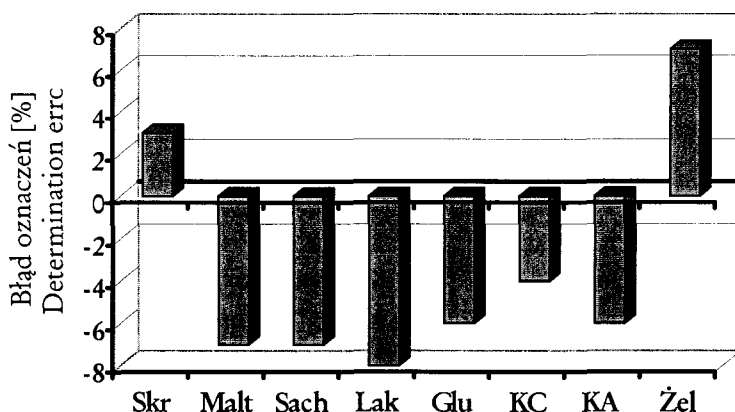
Wynik oznaczenia analitycznego ma sens wówczas, gdy sygnał analityczny pochodzący od oznaczanej substancji nie jest zakłócony przez inne składniki próbki. Analizowano roztwory z dodatkiem następujących substancji: glukoza, laktoza, sacharoza, maltodekstryna, skrobia, kwas askorbinowy, kwas cytrynowy i żelatyna. Otrzymane wartości aspartamu porównano z rzeczywistą jego zawartością, równą 200 mg (przyjętą jako 100%). Na rys. 2. przedstawiono wielkość zaobserwowanego błędu obliczonego z równania:

$$\text{Błąd oznaczenia} = - [(M_{\text{asp}} - M_{\text{ozn}}) \cdot (M_{\text{asp}})^{-1}] \cdot 100 [\%]$$

gdzie: M_{asp} – zawartość aspartamu w roztworze standardowym,

M_{ozn} – ilość oznaczonego aspartamu w badanym roztworze modelowym.

Z badanych substancji jedynie skrobia i żelatyna wpływały zawyżająco na uzyskiwane wyniki, natomiast pozostałe składniki zaniżały otrzymany zawartości aspartamu. Błąd oznaczeń nie przekraczał w żadnym przypadku 10%.



Rys. 2. Wpływ różnych dodatków na selektywność metody oznaczania aspartamu. Objaśnienia: Skr – skrobia, Malt – maltodekstryna, Sach – sacharoza, Lak – laktoza, Glu – glukoza, KC – kwas cytrynowy, KA – kwas askorbinowy, Żel – żelatyna.

Fig. 2. The influence of different additives' presence on the selectivity of the method. Explanation: Skr – starch, Malt – maltodextrin, Sach – saccharose, Lak – lactose, Glu – glucose, KC – citric acid, KA – ascorbic acid, Żel – gelatin.

Powtarzalność oznaczeń aspartamu w badanych próbkach przedstawiono w tab. 1. Zawartość aspartamu w badanych słodzikach w tabletkach wynosiła: w słodziku Sweetex 45,8 mg/100 mg, w słodziku Sweet Top 22,7 mg/100 mg. Według danych producenta aspartamu [4] zawartość środka słodzącego w jednej tabletkce, ważącej 60–90 mg, wynosił około 18–20 mg, czyli 20–34 mg/100 mg produktu. Askar i Saddik [1] podają zawartość aspartamu na poziomie 20–25 mg w tabletkce, jako odpowiadającą słodzącą sacharozie, co w przeliczeniu na 100 mg preparatu słodzącego daje 33–42 mg środka słodzącego. Uzyskane w pracy wartości są zgodne z danymi literaturowymi. Wartość średniego odzysku w badanych słodzikach wahała się od 78 do 90%. W zaprawie pomarańczowej zawartość środka słodzącego kształtowała się na poziomie 223,5 mg/100 ml. Odzysk uzyskany podczas analizy tego produktu mieścił się w zakresie od 80 do 94%. W koncentraty deserów w proszku uzyskano zawartość aspartamu: w budyniu o smaku śmietankowym – 292,6 mg/100 g, natomiast w kisielu o smaku wiśniowym – 493,2 mg/100 g. Otrzymana wartość w budyniu o smaku śmietankowym jest niższa od zawartości aspartamu jaki podały Skrzypek i Okolska [6, 7] – 345,4 mg/100 g produktu. Średni odzysk w badanych koncentraty deserów w proszku wynosił odpowiednio: w budyniu 94–116%, a w kisielu 101–119%. Odchylenia standardowe, świadczące o precyzji metody, kształtowały się na poziomie: w słodzikach – odpowiednio 0,42 i 0,50 mg/100 mg, w produktach płynnych – odpowiednio 4,36 i 1,78 mg/100 ml, natomiast w koncentraty deserów w proszku – odpowiednio

5,08 i 6,10 mg/100 g. Rozrzut wyników wahał się w granicach od 0,4% (w przypadku kisielu wiśniowego wzbogaconego 100% dodatkiem aspartamu) do 5,20% (w przypadku słodzika Sweet Top wzbogaconego 50% dodatkiem aspartamu).

Tabela 1

Odzysk i precyzja metody miareczkowej (n = 20).

Average recovery and accuracy of the titrimetric method (n = 20).

| Charakterystyka badanych produktów Characteristic of investigated foodstuffs | Dodatek aspartamu [%] Aspartame addition [%] | | |
|---|---|--------------------------------------|-------------------------------------|
| | 0 | 50 | 100 |
| Słodziak Sweetex / Sweetener Sweetex Zawartość aspartamu oznaczona / obliczona, [mg/100mg] Aspartame content determined / counted Średni odzysk / recovery [%] SD RSD, [%] | 45,9/- - 0,42 0,9 | 49,3/54,6 90 0,26 0,5 | 51,5/62,6 82 0,42 0,8 |
| Słodziak Sweet Top / Sweetener Sweet Top Zawartość aspartamu oznaczona / obliczona, [mg/100mg] Aspartame content determined / counted Średni odzysk / recovery [%] SD RSD, [%] | 22,7/- - 0,50 2,2 | 34,9/41,0 85 1,82 5,2 | 42,4/54,4 78 0,78 1,8 |
| Zaprawa pomarańczowa / Orange drink concentrate Zawartość aspartamu oznaczona / obliczona, [mg/100ml] Aspartame content determined / counted Średni odzysk / recovery [%] SD RSD, [%] | 223,5/- - 1,78 0,8 | 300,9/320,0 94 2,82 0,9 | 336,2/419,6 80 3,30 1,0 |
| Budyń śmietankowy / Custard Zawartość aspartamu oznaczona / obliczona, [mg/100g] Aspartame content determined/counted Średni odzysk / recovery [%] SD RSD, [%] | 292,6/- - 5,08 1,7 | 645,6/684,4 94 5,68 0,9 | 119,4/1028,4 116 8,03 0,7 |
| Kisiel wiśniowy / Starch gelly Zawartość aspartamu oznaczona / obliczona, [mg/100g] Aspartame content determined / counted Średni odzysk / recovery [%] SD RSD, [%] | 493,2/- - 6,10 1,2 | 1209,8/1015,0 119 20,18 1,7 | 1522,9/1511,8 101 5,91 0,4 |

SD – odchylenie standardowe / standard deviation

RSD – względne odchylenie standardowe (współczynnik zmienności) / relative standard deviation

Mając na uwadze te wielkości, jak również podstawową charakterystykę statystyczną (tab. 2), można stwierdzić, że metoda miareczkowa z wykorzystaniem kwasu nadchlorowego charakteryzuje się dobrą precyzją.

Tabela 2

Parametry statystyczne dotyczące metody miareczkowej.
Statistical parameters of the titrimetric method.

| Parametry statystyczne Statistical parameters | Produkty / Products | | | | |
|--|--|--|---------------------------------|------------------|------------------------|
| | Słodzik Sweetex Sweetener Sweetex | Słodzik Sweet Top Sweetener Sweet Top | Zaprawa Drink concentrate | Budyń Custard | Kisiel Starch gelly |
| Liczba powtórzeń Number of repetitions | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| Średnia arytmetyczna Mean value | 45,8 | 22,7 | 223,5 | 292,6 | 493,2 |
| Wariancja Variance | 0,2 | 0,2 | 3,2 | 25,8 | 37,2 |
| Odchylenie standardowe Standard deviation | 0,42 | 0,50 | 1,78 | 5,08 | 9,10 |
| Mediana Median | 45,8 | 22,2 | 224,9 | 296,5 | 498,0 |
| Wartość minimalna Minimum | 45,3 | 22,2 | 221,5 | 286,7 | 486,2 |
| Wartość maksymalna Maximum | 46,3 | 23,2 | 224,9 | 296,5 | 498,0 |
| Rozrzut wyników Dispersion of results | 1,0 | 1,0 | 3,4 | 9,8 | 11,8 |
| Błąd standardowy Standard error | 0,1 | 0,2 | 0,6 | 1,6 | 1,9 |
| Przedział ufności średniej Confidence interval for mean | ± 0,30 | ± 0,34 | ± 1,3 | ± 3,63 | ± 4,36 |

Według Przewodnika Eurachem niepewność pomiaru jest pojedynczym parametrem (zazwyczaj jest to odchylenie standardowe średniej próbki, czyli błąd standardowy lub przedział ufności), który na podstawie wyniku pomiaru określa zakres możliwych wartości. W badanych produktach spożywczych wartości błędu statystycznego kształtowały się na poziomie od 0,1 (w przypadku słodzika Sweetex) do 1,9 (w przypadku kisielu wiśniowego), natomiast przedziały ufności ($\alpha = 0,05$) w tych wyrobach wahały się w granicach od $\pm 0,30$ do $\pm 4,36$ odpowiednio w tych samych produktach. Wartości te wykazały, że wykorzystywana w pracy metoda charakteryzuje się dobrą precyzją.

Wnioski

1. Precyzja metody, szacowana na podstawie powtarzalności wyników, była wysoka. W badanych produktach uzyskano wartości współczynnika zmienności niższe od 5%.
2. Metoda charakteryzowała się dużą selektywnością, a jej dokładność, wyrażona odzyskiem aspartamu, wahała się w granicach od 80 do 119%.
3. Proponowana metoda jest szybka i prosta w wykonaniu oraz nie wymaga użycia kosztownego sprzętu. W związku z tym może być zastosowana w rutynowej kontroli jakości.
4. Przeprowadzone badania potwierdziły możliwość zastosowania metody miareczkowej z kwasem nadchlorowym do ilościowego oznaczania aspartamu w różnych produktach spożywczych.


Literatura

- [1] Askar A., Saddik F.: Application with Sweeteners. *Fruit Processing*, 1996, **10**, 394-398.
- [2] Binder F., Wahler J.: Cukier, nie dziękuję. SPAR, Warszawa 1994.
- [3] Krutošikowa A., Uher M.: Naturalne i syntetyczne substancje o słodkim smaku. PWN, Warszawa 1990.
- [4] Nutra Sweet: Informacje techniczne. Materiały firmy NutraSweet AG., Warszawa 1999.
- [5] Prasad U.V., Divakar T.E., Sastry S.P., Rao V.M., Kapur O.p.: New methods for the determination of aspartame. *Food Chem.*, 1988, **28**, 269-278.
- [6] Skrzypek B., Okolska G.: Oznaczanie aspartamu, acesulfamu K, sacharyny w wybranych produktach spożywczych za pomocą wysokosprawnej chromatografii cieczowej. *Żyw. Człow. Metab.*, 1997, **24** (1), 45-62.
- [7] Skrzypek B., Okolska G.: Oznaczanie zawartości aspartamu, acesulfamu K, sacharyny. W: Wybrane metody analitycznej oceny wartości odżywczej żywności, pod red. Kunachowicz H., *Prace IŻŻ*, 1997, **83**, 63-73.

QUANTITATIVE DETERMINATION OF ASPARTAME IN FOOD PRODUCTS USING TITRIMETRIC METHOD

S u m m a r y

The aim of this work was the verification of the possibility of a titration method with perchloric acid usage for the quantitative determination of aspartame in "light" products. However, a trial of validation of this method was undertaken. To assess the method and to determine its suitability, the linearity, the selectivity, the accuracy and the repeatability of aspartame content determination in samples investigated were specified. The sweetener average recovery value, depending upon level of fortification and kind of sample, ranged from 80 to 119% and relative standard deviation value characterizing the range of results did not exceed 5%.

Key words: aspartame, quantitative determination, titrimetric method 

MAGDALENA MOLSKA

TERMICZNA INAKTYWACJA PRZETRWAŁNIKÓW *BACILLUS STEAROTHERMOPHILUS* W OBECNOŚCI NaCl

Streszczenie

Celem badań było wykonanie analizy procesu inaktywacji termicznej spor bakteryjnych w obecności NaCl, z wyróżnieniem zjawiska aktywacji spor uśpionych i destrukcji spor zaktywowanych.

Badano wpływ różnych stężeń chlorku sodu na ciepłoporność spor bakterii *Bacillus stearothermophilus* (ATCC 10149). Spory były ogrzewane w roztworach wodnych NaCl o stężeniach 0–6%, w trzech zakresach temperatury (110–121°C).

Na podstawie wykonanych badań stwierdzono, że obecność NaCl w analizowanym środowisku zwiększa wrażliwość spor bakteryjnych na ogrzewanie i istotnie wpływa na proces inaktywacji przetrwalników. Zaobserwowano, że wraz ze wzrostem stężenia NaCl w środowisku, przy tej samej temperaturze, czas potrzebny do osiągnięcia założonej czystości mikrobiologicznej ulega skróceniu.

Słowa kluczowe: przeżywalność przetrwalników, *Bacillus stearothermophilus*, inaktywacja termiczna.

Wstęp

Utrwalanie żywności stosuje się w celu otrzymania produktów bezpiecznych i stabilnych pod względem mikrobiologicznym. Procesy te realizowane są poprzez inaktywację lub hamowanie wzrostu niepożądanych mikroorganizmów. Znanych jest wiele metod utrwalania produktów spożywczych m.in.: obróbka termiczna, suszenie, chlódzenie czy dodatek chemicznych środków konserwujących.

Jedną z bardziej powszechnych metod utrwalania, stosowanych już od wielu lat w technologii żywności, jest sterylizacja. Uzyskanie jałowego środowiska podczas obróbki termicznej, przy jednocześnie minimalnej jego degradacji, zależy głównie od dawki energii cieplnej, która jest uzależniona od rodzaju, ilości oraz stanu fizjologicznego drobnoustrojów, a w szczególności spor bakteryjnych występujących w danym

środowisku. Wynika to z faktu, że właśnie formy przetrwalne bakterii, szczególnie odporne na działanie wysokiej temperatury, stwarzają największe trudności w uzyskaniu jałowego produktu [1, 4, 11].

W zależności od tego czy przetrwalnik znajduje się w stanie zaktywowanym, uśpionym czy „super uśpionym”, charakteryzuje się różnym poziomem wrażliwości na działanie wysokiej temperatury [6]. Mimo to często spotykany jest opis procesu przebiegu inaktywacji przetrwalników za pomocą modelu klasycznego, uwzględniającego obecność jedynie spor zaktywowanych w populacji przetrwalników, [2, 3, 14, 17]. W rzeczywistości, najnowsze dane doświadczalne rzadko potwierdzają takie uproszczenie, szczególnie w początkowym i końcowym okresie procesu sterylizacji termicznej przetrwalników [5, 7, 8, 18].

Poza istotnym znaczeniem stanu fizjologicznego przetrwalników, ciepłooporność ich w dużym stopniu zależy również od składu chemicznego środowiska, w którym spory są ogrzewane, np.: od różnych poziomów pH środowiska oraz obecności soli mineralnych, tłuszczów, białek czy węglowodanów [9, 11, 12, 16].

Ponieważ NaCl jest bardzo powszechnym dodatkiem do produktów spożywczych, a termofilne spory bakteryjne są często przyczyną pogorszenia jakości lub psucia się żywności, podjęto badania nad połączonym wpływem NaCl i temperatury na przeżywalność spor bakterii *Bacillus stearothermophilus* (jako najbardziej ciepłoopornych form przetrwalnych). Mimo, że wielu badaczy uwzględniło w swych pracach wpływ NaCl na inaktywację drobnoustrojów, to badania te prowadzone były na sporach poddanych procesowi wcześniejszej aktywacji [15, 16]. Zakładano wówczas obecność jedynie spor bakteryjnych w aktywnym stadium fizjologicznym, nie analizując tym samym wpływu soli na przebieg procesu aktywacji przetrwalników uśpionych.

Celem badań było ustalenie ilościowego wpływu NaCl na kinetykę termicznej inaktywacji spor bakterii *Bacillus stearothermophilus*, z wyróżnieniem procesu aktywacji spor uśpionych i destrukcji spor zaktywowanych.

Material i metody badań

W badaniach stosowano szczepy bakterii *Bacillus stearothermophilus* z kolekcji American Type Culture Collection 10149. Przetrwalniki bakteryjne otrzymywano w dwustopniowej procedurze namnażania, opracowanej przez Kima i Naylora [10].

Inaktywacji termicznej poddano roztwór wodny zawierający spory bakteryjne, znajdujące się w różnych stanach fizjologicznych. Badania eksperymentalne realizowano w szklanych kapilarach.

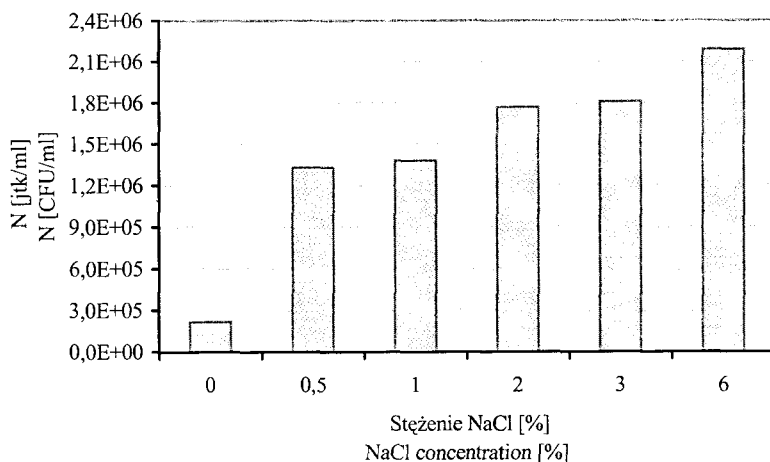
Zawiesinę przetrwalników rozcieńczano do gęstości około $10^6/\text{cm}^3$, po czym poddawano ją szokowi termicznemu (80°C przez 10 min) w celu zniszczenia form wegetatywnych. Tak przygotowaną zawiesinę spor w roztworze wodnym NaCl o stężeniach 0–6% napełniano kapilary, które po zatopieniu ogrzewano do 30 min w łaźni

olejowej, w temp. 110°C i 115°C oraz do 10 min w temp. 121°C. Próbki po wyjęciu z łaźni olejowej natychmiast oziębiano do ok. 20°C. Liczbę przetrwalników bakteryjnych po sterylizacji kontrolowano metodą płytkową [13], wykonując posiewy z odpowiednich rozcieńczeń do podłoża regeneracyjnego [10]. Posiewy inkubowano w temp. 55°C przez 48 godz. Ocena stopnia przeżycia przetrwalników w danej temperaturze określano po przetrzymaniu w przedziałach czasowych (od 1 min do 30 min), wykonując po 4 do 7 równoległych posiewów z każdej próbki i danego czasu ogrzewania. Wyniki pomiarów podano jako liczbę przetrwalników zdolnych do wzrostu w postaci kolonii (jtk/cm³).

Wyniki i dyskusja

Na podstawie wykonanych badań potwierdzono doniesienia literaturowe [16], że obecność NaCl w analizowanym środowisku wpływa na przebieg krzywej przeżycia spor bakterii *Bacillus stearothermophilus*, zmniejszając ich ciepłooporność, a tym samym skracając czas inaktywacji.

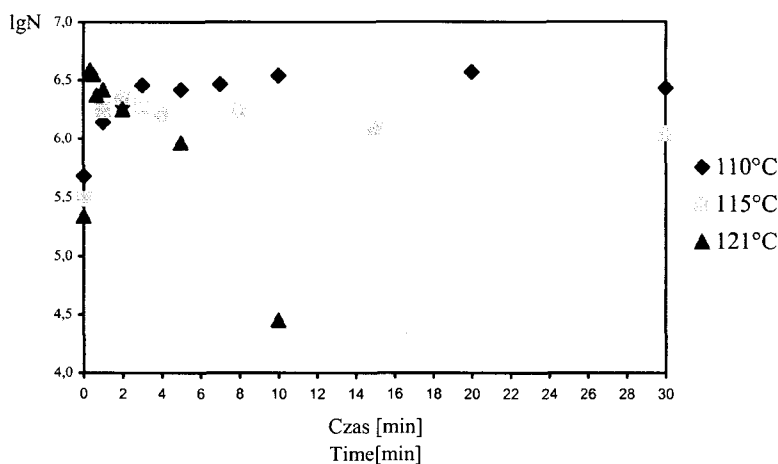
Ponadto zaobserwowano, że dodatek soli nie tylko wpłynął na sam proces inaktywacji spor zaktywowanych, ale również na proces aktywacji spor uśpionych, co w pracach innych badaczy zostało pominięte (analizowano proces inaktywacji spor uprzednio zaktywowanych) [15]. Tak więc na podstawie badań własnych stwierdzono, że już w warunkach pasteryzacji (80°C, 10 min) dodatek NaCl do wodnej zawiesiny spor powodował ich aktywację (rys. 1). Jednakże na tym etapie analizy samo stężenie soli nie miało dużego znaczenia.



Rys. 1. Aktywacja spor bakterii *Bacillus stearothermophilus* w temp. 80°C w zależności od stężenia NaCl.

Fig. 1. Activation of *Bacillus stearothermophilus* spores heated at 80°C, depending on the concentration of NaCl.

Potwierdzono również, że w zawieszynie spor bakteryjnych w wodzie, w miarę przedłużania czasu obróbki cieplnej, stężenie spor zaktywowanych rośnie, co uwidocznione zostało na rys. 2.



Rys. 2. Zmiany ilości żywych spor *Bacillus stearothermophilus* zawieszonych w wodzie, ogrzewanych w temp. 110, 115 i 121°C.

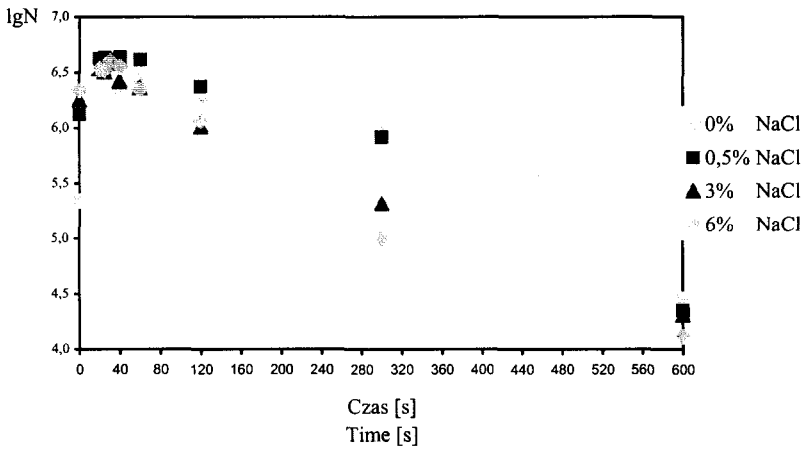
Fig. 2. Changes of the amount of live *Bacillus stearothermophilus* spores suspended in water, heated at 110, 115 i 121°C.

Tłumaczy się to przewagą procesu aktywacji spor uśpionych nad procesem destrukcji spor zaktywowanych w początkowym okresie obróbki cieplnej zawieszyny. Dalsze przedłużenie czasu sterylizacji powodowało spadek stężenia spor uśpionych, w efekcie malała szybkość procesu aktywacji.

W zależności od zastosowanej temperatury sterylizacji, przebieg przeżycia spor zawieszonych w wodzie był inny. W 110°C zarówno proces aktywacji, jak i destrukcji, przebiegał powoli. Natomiast podczas ogrzewania w 115°C maksymalne stężenie spor występowało po 2 min procesu, a w temp. 121°C już po 20 s ogrzewania. Również proces destrukcji wraz ze wzrostem temperatury przebiegał znacznie szybciej.

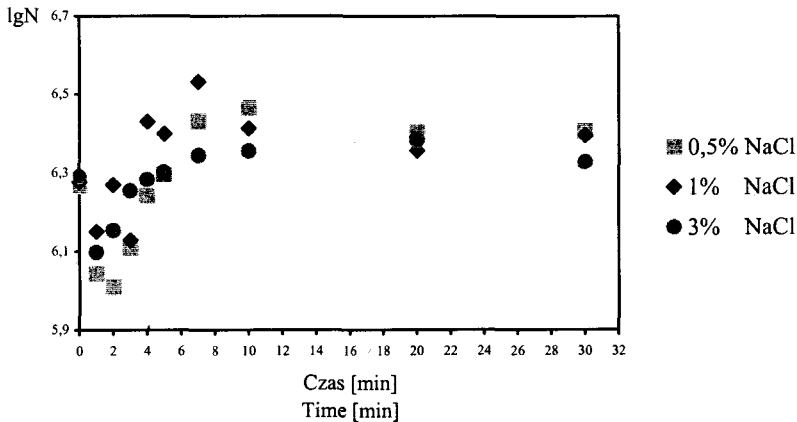
Podobny przebieg miały zmiany w ilości spor przeżywających w obecności soli, w temp. 115 i 121°C. Jednakże dodatek NaCl powodował wyraźniejszy proces aktywacji spor uśpionych i bardziej intensywny proces destrukcji spor zaktywowanych (rys. 3).

Natomiast ogrzewanie zawieszyny spor w obecności NaCl w niskiej temperaturze sterylizacji (110°C) spowodowało zmiany w ilości przeżywających przetrwalników (rys. 4).



Rys. 3. Zmiany ilości spor *Bacillus stearothermophilus* przeżywiających ogrzewanie w temp. 121°C, w obecności różnych stężeń NaCl.

Fig. 3. Changes in the amount of *Bacillus stearothermophilus* spores, heated at 121°C in the presence of NaCl at different concentrations.



Rys. 4. Zmiany ilości żywych spor *Bacillus stearothermophilus* w temp. 110°C, w obecności różnych stężeń NaCl.

Fig. 4. Changes of the amount of live *Bacillus stearothermophilus* spores, heated at 110°C in the presence of NaCl at different concentrations.

W tym przypadku dodatek NaCl w stężeniach od 0,5 do 3% spowodował, że w pierwszym okresie ogrzewania zjawisko destrukcji wystąpiło wcześniej. Przedłużenie czasu ogrzewania spowodowało aktywację spor uśpionych i w efekcie przewagę pro-

cesu aktywacji nad procesem destrukcji. Stężenie spor w zawieszynie rosło, a po osiągnięciu maksymalnej wartości (w tym momencie szybkości procesów aktywacji i destrukcji były takie same) dalsze ogrzewanie powodowało powolny spadek ilości żywych spor, w wyniku przewagi procesu destrukcji nad procesem aktywacji spor.

Dotychczasowe wyniki wskazują na możliwość wyznaczenia, w dalszym etapie badań, współczynników kinetycznych procesu aktywacji i destrukcji termicznej spor bakteryjnych z uwzględnieniem wpływu NaCl.

Umożliwiłyby to wykreślenie krzywych przeżycia wiarygodnie oddających przebieg inaktywacji przetrwalników. Dlatego też, punkty doświadczalne na obecnym etapie badań nie zostały opisane za pomocą krzywych (byłoby to tylko domysłem co do ich faktycznego przebiegu).

Wnioski

1. Przeżycie spor bakterii *Bacillus stearothermophilus* miało przebieg dwufazowy, gdyż można było wyróżnić zarówno zjawisko aktywacji jak i destrukcji przetrwalników.
2. Obecność NaCl w analizowanym środowisku zwiększała wrażliwość spor bakteryjnych na ogrzewanie.
3. W pierwszej fazie procesu sterylizacji, wraz ze wzrostem stężenia NaCl w badanej zawieszynie, stopień uśpienia spor bakteryjnych zmalał, co uwidoczniło się wzrostem stężenia spor zaktywowanych.
4. Działanie aktywujące soli (w zastosowanym zakresie stężeń) zostało zaobserwowane już w temperaturze pasteryzacji.
5. Na przebieg procesu inaktywacji przetrwalników duży wpływ miała także temperatura. Wraz ze wzrostem temperatury czas aktywowania przetrwalników, jak i ich destrukcji, uległ skróceniu.
6. Znajomość przebiegu termicznej inaktywacji przetrwalników umożliwi właściwy dobór warunków sterylizacji mediów w przepływie, procesu stosowanego w licznych technologiach przemysłu spożywczego i farmaceutycznego.

Literatura

- [1] Abdelmadjid A., Foster S.: Bacterial endospores the ultimate survivors. *Int. Dairy J.*, 2002, **12**, 217.
- [2] Blakebrough N.: *Biochemical and Biological Engineering Science*. Academic Press, London 1968.
- [3] Doran P.: *Bioprocess Engineering Principles*, Academic Press, London 1995.
- [4] Furukawa S., Hayakawa J.: Investigation of desirable hydrostatic pressure required to sterilize *Bacillus stearothermophilus* IFO 12550 spores and its sterilization properties in glucose, sodium chloride and ethanol solutions. *Food Res. Int.* 2000, **33**, 901.
- [5] Iciek J.: Sterilization and Pasteurization of Media, In: *Thermal Processing of Bio-Materials*. Vol. 10 (Kudra T., Strumiłło Cz., eds), Gordon and Breach Sci., Publishers, Amsterdam 1998.

- [6] Iciek J., Cywińska U.: Modele matematyczne destrukcji termicznej przetrwalników. Post. Mikrobiol., 1993, **32** (4), 351.
- [7] Iciek J., Cywińska U., Jaworska A., Libudzisz Z., Nowicki L., Ołtuszek E., Stobińska H., Stolarek P.: Dobór modelu i jego parametrów do opisu procesu aktywacji i destrukcji termicznej przetrwalników. Inż. Chem. i Proc., 1998, **19** (3), 653.
- [8] Jaworska A.: Kinetyka termicznej aktywacji i destrukcji przetrwalników *Bacillus stearothermophilus*, Praca doktorska wykonana w Inst. Chem. Technol. Żywności PŁ, Łódź 1998.
- [9] Khalil H., Villota R.: Food Engineering and Process Application, 1 (M. Le. Maguer, P. Jelen, eds.) Elsevier Appl. Sci. Publishers, London 1986, pp. 583-594.
- [10] Kim J., Naylor H.: Spore production by *Bacillus stearothermophilus*, Appl. Microbiol., 1966, **14**, 690.
- [11] Libudzisz Z., Stobińska H., Ołtuszek E., Iciek J.: Sporogeneza w aspekcie procesów biotechnologicznych. Biotechnologia, 1993, **2** (21), 83.
- [12] López M., González I., Condón S., Bernardo A.: Effect of pH heating medium on the thermal resistance of *Bacillus stearothermophilus* spores. Int. J. Food Microbiol., 1996, **28**, 405.
- [13] Mikrobiologia techniczna – pod red. Z. Libudzisz i K. Kowal. Wyd. PŁ, Łódź 2000.
- [14] Müller G.: Podstawy mikrobiologii żywności, WNT, Warszawa 1990.
- [15] Periago P., Fernández P., Ocio M., Martínez A.: A predictive model to describe sensitization of heat-treated *Bacillus stearothermophilus* spores to NaCl. Z. Lebensm. Unters. Forsch. 1998, **A 206**, 58.
- [16] Periago P., Fernández P., Salmerón M., Martínez A.: Predictive model to describe the combined effect of pH and NaCl on apparent heat resistance of *Bacillus stearothermophilus*. Int. J. Food Microbiol., 1998, **44**, 21.
- [17] Pijanowski E., Dłużewski M., Jarczyk A.: Ogólna technologia żywności, WNT, Warszawa 1996.
- [18] Sapru V., Smerage G., Teixeira A., Lindsay J.: Comparison of predictive models for bacterial spore population resources to sterilization temperatures. J. Food Sci., 1993, **58**, 223.

THERMAL INACTIVATION OF *BACILLUS STEAROTHERMOPHILUS* SPORES IN THE PRESENCE OF NaCl

S u m m a r y

The aim of this study was to analyse thermal inactivation of bacterial spores in the presence of NaCl, with reference to the activation of latent spores and destruction of activated spores.

The effect of different concentrations of sodium chloride on thermal resistance of bacterial spores of *Bacillus stearothermophilus* (ATCC 10149) was investigated. The spores were heated at different temperatures (110–121°C) in aqueous NaCl solutions at concentrations ranging from 0 to 6%.

On the basis of the experiments it was found that the presence of NaCl in the analysed medium increased the sensibility of bacterial spores to heating and affected significantly the process of spore inactivation.

It was observed that with an increase of NaCl concentration in the medium, at the same temperature, the time required to achieve the desired microbiological purity was shortened.

Key words: survival of spores, *Bacillus stearothermophilus*, thermal inactivation. ☒

ANETA OGONEK, ANDRZEJ LENART

ZNACZENIE POWŁOK JADALNYCH W ODWADNIANIU OSMOTYCZYM MROŻONYCH TRUSKAWEK

Streszczenie

Celem niniejszej pracy było zbadanie wpływu wybranych powłok jadalnych na proces odwadniania osmotycznego mrożonych truskawek oraz określenie barierowości tych powłok w stosunku do soku komórkowego w czasie rozmrażania owoców.

Dziewięć rodzajów powłok jadalnych sporządzono z roztworów pektyny niskometylowanej, algianu sodu oraz mieszanin tych substancji ze skrobią ziemniaczaną. Proces odwadniania prowadzono w 61,5% roztworze sacharozy o temperaturze 30°C przez 180 min. W celu określenia barierowości poszczególnych powłok wyznaczono procentowy ubytek masy po 180 min rozmrażania w temperaturze 25°C powleczonych prób.

Stwierdzono, że zastosowane powłoki istotnie wpływały na wielkość wycieku soku komórkowego w czasie rozmrażania owoców, jak również na przyrost masy suchej substancji w czasie odwadniania osmotycznego. Wraz ze wzrostem stężenia roztworu błonotwórczego (stężenia w przedziale 0,75–4%) wzrastała grubość powłok, czego konsekwencją było zmniejszenie wycieku po rozmrożeniu w porównaniu z próbami niepokrytymi powłokami. Spośród przebadanych wariantów najkorzystniejsze właściwości wykazały powłoki sporządzone z roztworów zawierających w swym składzie alginian sodu.

Słowa kluczowe: truskawki, odwadnianie osmotyczne, barierowość powłok jadalnych.

Wstęp

Wciąż poszukuje się nowych, lepszych technologii oraz metod produkcji i utrwalania żywności. Usuwanie wody jest jednym z ważniejszych zagadnień w technologii żywności. Odwadnianie osmotyczne jest obecnie stosowane do uzyskania produktów o wysokiej jakości z owoców i warzyw, gdyż umożliwia usunięcie znacznej ilości wody bez przemiany fazowej w łagodnych warunkach. Otrzymane w wyniku tego procesu owoce, ewentualnie dodatkowo podsuszone, odznaczają się atrakcyjnymi cechami

sensorycznymi i mogą być przeznaczone do bezpośredniego spożycia lub stanowić dodatek smakowy do różnych produktów spożywczych np. ciast, nadzień cukierniczych, produktów mleczarskich, lodów itp. [7]. Proces odwadniania osmotycznego wiąże się jednak z pewnymi niedogodnościami, szczególnie w przypadku surowców o uszkodzonej strukturze tkankowej, np. mrożonych lub blanszowanych [6, 11, 12]. Wnikanie substancji osmoaktywnej z odwadniającego medium oraz wylugowanie wielu składników prowadzi do zmiany składu chemicznego materiału, co może niekorzystnie wpływać na cechy sensoryczne i walory żywieniowe produktu końcowego. Obecnie konsumenci poszukują wyrobów o jak najmniej zmodyfikowanych cechach w stosunku do surowca oraz zwracają uwagę na wartość odżywczą nabywanych produktów. Z tych powodów poszukuje się nowych technologii odwadniania, ograniczających wnikanie substancji osmotycznej do surowca oraz straty naturalnych składników. W celu lepszej kontroli procesu wymiany masy autorzy proponują powłoki alginianowe, pektynowe, chitozanowe, skrobiowe oraz z białek mlecznych [1, 2, 4, 5, 8]. Takie membrany nie powinny stanowić bariery w stosunku do wody, a jednocześnie ograniczać wnikanie substancji osmoaktywnej oraz ubytki naturalnych substancji rozpuszczalnych [2, 8].

Celem niniejszej pracy było zbadanie wpływu wybranych powłok jadalnych na proces odwadniania osmotycznego mrożonych truskawek oraz określenie ich barierowości w stosunku do soku komórkowego w czasie rozmrażania owoców.

Materiał i metody badań

Surowcem do badań były mrożone truskawki zakupione w hurtowni owocowo-warzywnej, przechowywane w zamrażarce komorowej w temp. -20°C . Do odwadniania przeznaczono owoce o wyrównanych rozmiarach (średnica 20 - 25 mm). Zbadano wpływ dziewięciu powłok sporządzonych z roztworów zawierających:

- 2, 3 lub 4% pektyny niskometylowanej (LM-102AS Copenhage Pectin As Hercules o stopniu zestyfikowania 32%) - powłoki nr 1, 2 i 3;
- 2, 3 lub 4% pektyny niskometylowanej i skrobi ziemniaczanej handlowej, zmieszanych w stosunku 1:1 – powłoki nr 4, 5 i 6;
- 0,75% alginianu sodu (zakupiony w hurtowni dodatków do żywności) – powłoka nr 7;
- mieszaniny alginianu sodu (0,75%) i skrobi ziemniaczanej (0,75% lub 2%) – powłoki nr 8 i 9.

Mrożone truskawki zanurzano na 30 s w roztworze substancji do powlekania o temp. 25°C . Następnie próbki poddawano krótkiemu ociekaniu na sicie. W przypadku pokrywania owoców roztworami zawierającymi pektynę niskometylowaną lub algi-

nian sodu, próbki zanurzano dodatkowo w 2% roztworze CaCl_2 w celu utworzenia struktury żelowej. Powierzchnię owoców osuszano delikatnie na bibule filtracyjnej.

Odwadnianie prowadzono w 61,5% roztworze sacharozy w temp. 30°C . Stosunek surowca do roztworu wynosił 1: 4. Proces odwadniania osmotycznego przebiegał w czasie 180 min w sposób dynamiczny, tzn. przy zastosowaniu delikatnego mieszania (częstotliwość 75 Hz) uzyskanego za pomocą wytrząsarki, typ 357 (ELPAN), zainstalowanej w łaźni wodnej. Po tym czasie próbki wyjmowano i płukano delikatnie w celu usunięcia warstewki roztworu osmotycznego z ich powierzchni, a następnie osuszano na bibule.

W próbkach wyjściowych i po każdym etapie technologicznym oznaczano masę oraz zawartość suchej substancji.

W próbkach niepowleczonych i pokrytych analizowanymi powłokami określano procentowy ubytek masy (wyciek soku komórkowego) po 180 min rozmrażania w temperaturze 25°C . Na podstawie wielkości tego wskaźnika określano stopień barierowości poszczególnych powłok.

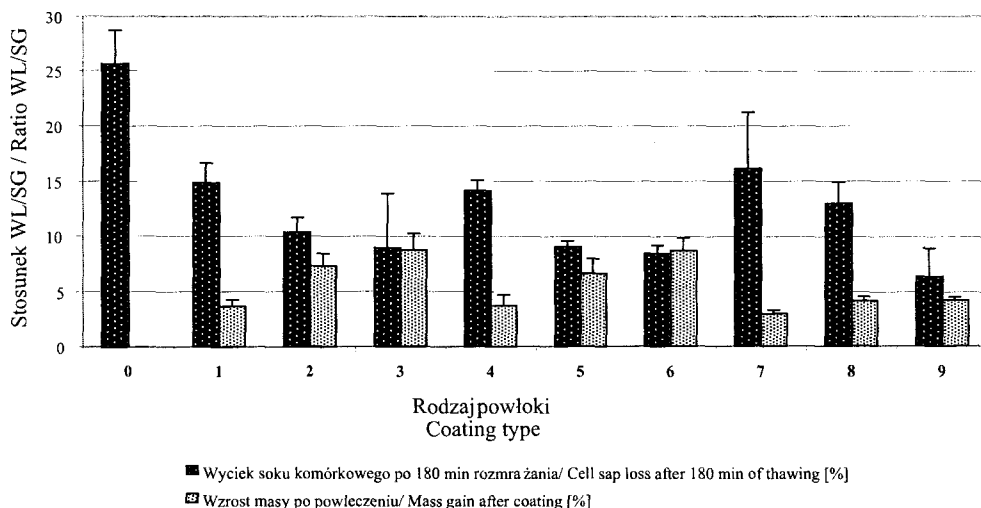
W celu przeprowadzenia analizy wymiany masy zachodzącej w truskawkach w czasie odwadniania osmotycznego określano parametry: ubytek masy ML (%), ubytek wody WL ($\text{g H}_2\text{O/g s.s}_p$), wzrost masy suchej substancji SG ($\text{g s.s}_k/\text{g s.s}_p$) oraz stosunek WL/SG (gdzie: s.s_p – sucha substancja początkowa; s.s_k - sucha substancja końcowa).

Eksperymenty wykonywano w trzech powtórzeniach. Do opisu procesów technologicznych i porównań analizowanych parametrów wykorzystano program StatgraphiCS Plus 3.0. Weryfikowano hipotezę o równości średnich wartości analizowanej cechy w kilku populacjach przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$ [3]. W analizie statystycznej wykorzystano opcję Multiple Samples Comparision.

Wyniki i dyskusja

W truskawkach mrożonych pokrytych analizowanymi powłokami oraz w niepowleczonych określono procentowy ubytek masy po 180 min rozmrażania prób w temperaturze 25°C (rys. 1). Największy, około 26% wyciek soku komórkowego zanotowano w owocach bez powłok (próba nr 0). Na podstawie uzyskanych danych możliwe było określenie, które z zastosowanych powłok stanowiły istotną barierę w stosunku do soku komórkowego. Największe opory wymiany masy zaobserwowano w przypadku prób pokrytych powłoką nr 9, sporządzoną z roztworu mieszaniny alginianu sodu i skrobi ziemniaczanej. W tym przypadku wyciek soku komórkowego był mniejszy o 75% niż w truskawkach niepowleczonych. Natomiast najmniejsze różnice w ubytku soku komórkowego w stosunku do truskawek niepowleczonych uzyskano w owocach pokrytych 0,75% roztworem alginianu sodu (powłoka nr 7). Stwierdzono, że wyciek

soku komórkowego w czasie rozmrażania prób jest w większości przypadków odwrotnie proporcjonalny do grubości powłok. Im większy wzrost masy próby po powleczeniu tj. im grubsza powłoka, tym mniejszy wyciek.



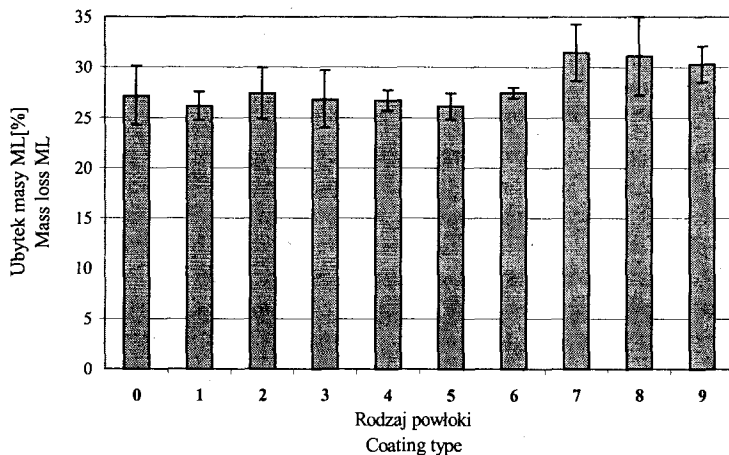
Rys. 1. Przyrost masy próbek po powleczeniu i wyciek soku komórkowego po 180 min rozmrażania truskawek. Nr 1, 2, 3 oraz nr 4, 5, 6: powłoki sporządzone z 2, 3 lub 4% roztworów pektyny niskometylowanej lub mieszaniny pektyny niskometylowanej i skrobi ziemniaczanej; nr 7: powłoka z 0,75% roztworu alginianu sodu; nr 8, 9: powłoki z roztworów zawierających 0,75% alginianu sodu oraz 0,75% lub 2% skrobi ziemniaczanej.

Fig. 1. Mass gain after coating and leakage of cell sap from frozen strawberries after 180 min of strawberries thawing. No. 1, 2, 3 and no. 4, 5, 6: coatings made of 2, 3 or 4% solutions of low-methylated pectin or mixture of low-methylated pectin with potato starch; no. 7: a coating made of 0.75% sodium alginate solution; no. 8, 9: coatings made of solutions containing 0.75% of sodium alginate and 0.75% or 2% of potato starch.

Najmniejszy wzrost masy owoców w wyniku powlekania oraz największy wyciek soku komórkowego podczas rozmrażania zaobserwowano w próbach nr 1, 4 i 7, które zostały pokryte powłokami z roztworów błonotwórczych pektyny niskometylowanej, mieszaniny pektyny i skrobi ziemniaczanej lub alginianu sodu o stężeniach 2 lub 0,75%. Zwiększenie zawartości pektyny niskometylowanej lub mieszaniny pektyny i skrobi w roztworach powlekających z 3 do 4% (powłoki nr 2 i 3 oraz 5 i 6) nie wpłynęło istotnie na obniżenie ubytków soku komórkowego w czasie rozmrażania (rys. 1). Podobnie zastąpienie części pektyny skrobią ziemniaczaną (powłoki nr 5 i 6) nie wpłynęło istotnie na wzrost masy prób po powleczeniu, jak również wielkość wycieku soku komórkowego. Stwierdzono ponadto, że wzrost masy w wyniku pokrycia owoców powłokami zawierającymi alginian sodu jest znacznie mniejszy niż w przypadku zastosowania roztworów pektyny lub mieszaniny pektyny i skrobi. Na przykład

w próbach pokrytych powłoką nr 9 stwierdzono o prawie połowę mniejszy wzrost masy niż w przypadku owoców pokrytych powłokami nr 2 i 5, charakteryzującymi się zbliżoną zawartością suchej substancji w roztworze błonotwórczym (rys. 1).

Wpływ rodzaju powłoki na ubytek wody w czasie odwadniania osmotycznego mrożonych truskawek przedstawiono na rys. 2. W próbach nr 1–6 nie stwierdzono istotnych różnic w ubytkach masy. Wyniosły one 26–27%, co odpowiada również wartości tego ubytku w truskawkach niepowleczonej. Jedynie w grupie owoców pokrytych powłokami z udziałem alginianu sodu (powłoki nr 7–9) uzyskano istotnie większe ubytki masy, które jednak nie różniły się znacząco między sobą. Wartości ubytków masy można odnieść do właściwości barierowych poszczególnych powłok. Największą zmianę masy, o 31%, stwierdzono w owocach pokrytych powłoką nr 7, sporządzoną z 0,75% roztworu alginianu sodu, w przypadku której wyciek soku po rozmrożeniu był największy (rys. 1).

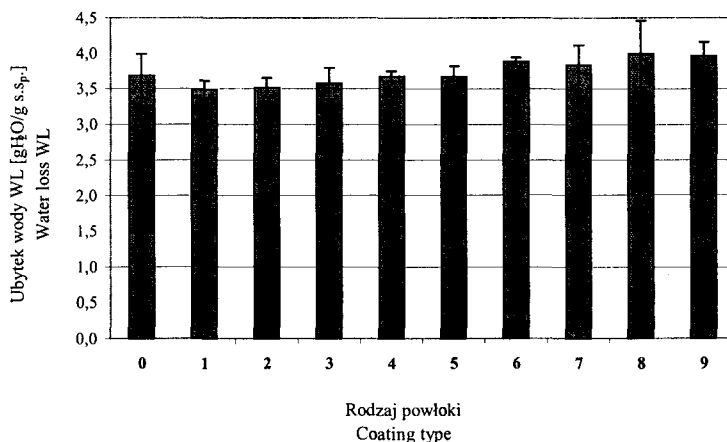


Rys. 2. Wpływ rodzaju powłoki na ubytek masy (ML) z odwadnianych osmotycznie truskawek. Nr 1, 2, 3 oraz nr 4, 5, 6: powłoki sporządzone z 2, 3 lub 4% roztworów pektyny niskometylowanej lub mieszaniny pektyny niskometylowanej i skrobi ziemniaczanej; nr 7: powłoka z 0,75% roztworu alginianu sodu; nr 8, 9: powłoki z roztworów zawierających 0,75% alginianu sodu oraz 0,75% lub 2% skrobi ziemniaczanej.

Fig. 2. Influence of the coating type on mass loss (ML) from osmotically dehydrated strawberries. No. 1, 2, 3 and no. 4, 5, 6: coatings made of 2, 3 or 4% solutions of low-methyded pectin or mixture of low-methyded pectin with potato starch; no. 7: a coating made of 0.75% sodium alginate solution; no. 8, 9: coatings made of solutions containing 0.75% of sodium alginate and 0.75% or 2% of potato starch.

Nie zaobserwowano istotnego wpływu pokrycia owoców zastosowanymi powłokami na ubytki wody (rys. 3). W truskawkach bez powłok ubytek wody wyniósł około 3,7 g H₂O/g s.s.p., natomiast najwyższe wartości zanotowano w próbach pokrytych po-

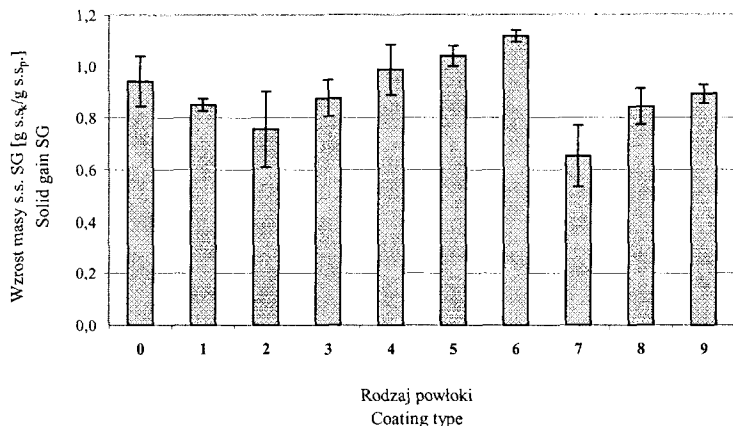
włokami mieszanin 0,75% alginianu sodu z 0,75% lub 2% skrobi (powłoki nr 8 i 9). W obydwu próbach usunięto około 4 g wody na 1 g początkowej suchej substancji.



Rys. 3. Wpływ rodzaju powłoki na ubytek wody (WL) z odwadnianych osmotycznie truskawek. Nr 1, 2, 3 oraz nr 4, 5, 6: powłoki sporządzone z 2, 3 lub 4% roztworów pektyny niskometylowanej lub mieszaniny pektyny niskometylowanej i skrobi ziemniaczanej; nr 7: powłoka z 0,75% roztworu alginianu sodu; nr 8, 9: powłoki z roztworów zawierających 0,75% alginianu sodu oraz 0,75% lub 2% skrobi ziemniaczanej.

Fig. 3. Influence of the coating type on water loss (WL) from osmotically dehydrated strawberries. No. 1, 2, 3 and no. 4, 5, 6: coatings made of 2, 3 or 4% solutions of low-methylated pectin or mixture of low-methylated pectin with potato starch; no. 7: a coating made of 0.75% sodium alginate solution; no. 8, 9: coatings made of solutions containing 0.75% of sodium alginate and 0.75% or 2% of potato starch.

Wpływ zastosowania powłok jadalnych do odwadniania osmotycznego mrożonych truskawek na wzrost masy suchej substancji przedstawiono na rys. 4. Pokrycie truskawek powłokami zawierającymi w swym składzie alginian sodu (powłoki nr 7–9) lub pektynę niskometylowaną (powłoki nr 1–3) istotnie zmniejszyło wzrosty masy suchej substancji w odwodnionym materiale w stosunku do truskawek niepowleczonych. W owocach niepowleczonych (próba nr 0) wzrost masy suchej substancji wyniósł 0,94 g s.s._k/g s.s._p, a w truskawkach powleczonych powłokami 7., 8. i 9. był odpowiednio mniejszy o 30, 10 i 5%. W przypadku zastosowania powłok pektynowych nr 1–3 różnice wyniosły 10, 20 i 8%. Natomiast w próbach pokrytych powłokami nr 4–6, sporządzonymi z roztworów zawierających pektynę niskometylowaną i skrobię ziemniaczaną, zanotowano wyższe wartości analizowanego wskaźnika (rys. 4).



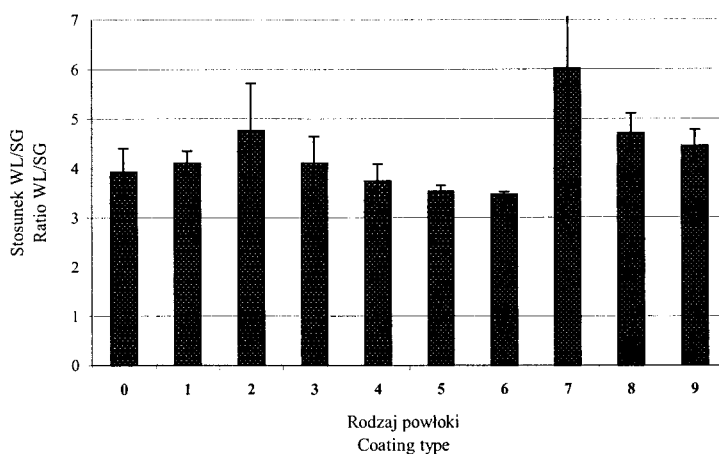
Rys. 4. Wpływ rodzaju powłoki na wzrost masy suchej substancji (SG) w odwadnianych osmotycznie truskawkach. Nr 1, 2, 3 oraz nr 4, 5, 6: powłoki sporządzone z 2, 3 lub 4% roztworów pektyny niskometylowanej lub mieszaniny pektyny niskometylowanej i skrobi ziemniaczanej; nr 7: powłoka z 0,75% roztworu alginianu sodu; nr 8, 9: powłoki z roztworów zawierających 0,75% alginianu sodu oraz 0,75% lub 2% skrobi ziemniaczanej.

Fig. 4. Influence of the coating type on solid gain (SG) in osmotically dehydrated strawberries. No. 1, 2, 3 and no. 4, 5, 6: coatings made of 2, 3 or 4% solutions of low-methylated pectin or mixture of low-methylated pectin with potato starch; no. 7: a coating made of 0.75% sodium alginate solution; no. 8, 9: coatings made of solutions containing 0.75% of sodium alginate and 0.75% or 2% of potato starch.

W grupie prób pokrytych roztworami zawierającymi alginian sodu uzyskano wyższe wartości stosunku ubytku wody do wzrostu masy suchej substancji niż w próbach niepowleczonej (rys. 5). W tych ostatnich wartość WL/SG wyniosła 4, podczas gdy w truskawkach pokrytych powłokami 7., 8. i 9. odpowiednio 6, 4, 7 oraz 4, 5. Również w przypadku powłoki pektynowej nr 2 wartość analizowanego wskaźnika była istotnie wyższa niż w truskawkach odwadnianych bez powłok. Najniższe wartości zanotowano w owocach pokrytych powłokami nr 4-6, sporządzonymi z roztworów mieszanin pektyny i skrobi. Na tej podstawie stwierdzono, że zastąpienie części pektyny lub alginianu skrobią nie daje pozytywnego efektu.

W literaturze znajduje się niewiele informacji na temat odwadniania osmotycznego truskawek. W dostępnych pracach prezentowane są głównie rezultaty badań odwadniania świeżego surowca. Talens i wsp. [10] stwierdzili, że proces wymiany masy w czasie odwadniania osmotycznego świeżych truskawek przebiega znacznie wolniej niż w innych owocach np. jabłkach, kiwi, ananasie czy papai. Takie wyniki tłumaczone gęsto upakowaną strukturą komórkową owoców oraz małymi przestrzeniami międzykomórkowymi, w związku z czym proces usuwania wody ograniczał się praktycznie do międzybłonowej dyfuzji. W mrożonych truskawkach nie zaobserwowano po-

dobnego efektu [9]. Obróbka wstępna surowców roślinnych, jak mrożenie czy blanszowanie, przed odwadnianiem osmotycznym wpływa istotnie na charakter procesu oraz jego końcowe efekty, głównie w wyniku zmian struktury materiału. Viberg [12] wykazał, że im bardziej uszkodzona jest struktura komórkowa truskawek podczas poprzedzających procesów, tym wnikanie substancji osmoaktywnej przebiega intensywniej.



Rys. 5. Wpływ rodzaju powłoki na stosunek ubytku wody (WL) do wzrostu masy suchej substancji (SG) w odwadnianych osmotycznie truskawkach. Nr 1, 2, 3 oraz nr 4, 5, 6: powłoki sporządzone z 2, 3 lub 4% roztworów pektyny niskometylowanej lub mieszaniny pektyny niskometylowanej i skrobi ziemniaczanej; nr 7: powłoka z 0,75% roztworu alginianu sodu; nr 8, 9: powłoki z roztworów zawierających 0,75% alginianu sodu oraz 0,75% lub 2% skrobi ziemniaczanej.

Fig. 5. Influence of the coating type on the ratio of water loss (WL) to solid gain (SG) in osmotically dehydrated strawberries. No. 1, 2, 3 and no. 4, 5, 6: coatings made of 2, 3 or 4% solutions of low-methylated pectin or mixture of low-methylated pectin with potato starch; no. 7: a coating made of 0.75% sodium alginate solution; no. 8, 9: coatings made of solutions containing 0.75% of sodium alginate and 0.75% or 2% of potato starch.

Mrożenie powoduje głębokie zmiany właściwości błon komórkowych, które tracą selektywność, co w konsekwencji wpływa na warunki wymiany masy. W początkowym okresie odwadniania następuje rozmrażanie owoców, czemu towarzyszy intensywny ubytek wody, jak również wnikanie substancji osmoaktywnej do powierzchniowych warstw komórek. Autorzy we wcześniejszych pracach [9] zaobserwowali, że w wyniku odwadniania osmotycznego owoców mrożonych uzyskuje się ponad 3-krotnie większy stopień odwodnienia oraz 4-krotnie większy wzrost masy suchej substancji niż w truskawkach świeżych odwadnianych w takich samych warunkach. Zwiększenie ubytku wody jest efektem pożądanym w przeciwieństwie do nasycania materiału sacharozą. W związku z tym autorzy podjęli próby ograniczenia wnikania

substancji osmoaktywnej, stosując powłoki jadalne. Do sporządzenia półprzepuszczalnych membran wybrano hydrokoloidy żelujące w obecności jonów wapnia, co pozwoliło na szybkie powleczenie materiału. Autorom zależało na maksymalnym ograniczeniu rozmrożenia owoców w trakcie operacji poprzedzających odwadnianie, a co za tym idzie wycieku soku komórkowego.

Powłoki z udziałem niskometylowanej pektyny i alginianu sodu były testowane przez innych w procesie odwadniania takich surowców jak jabłka, oliwki czy krewetki [1, 2, 8]. Zastosowanie powłok pozwoliło ograniczyć wnikanie substancji osmotycznej do tkanki przy niezmiennym lub wyższym stopniu odwodnienia. W niniejszych badaniach pozytywne efekty osiągnięto w przypadku powleczenia próbek powłokami z udziałem alginianu sodu. Zaobserwowano również wpływ stężenia roztworu powlekającego na końcowe efekty odwadniania. Im wyższe stężenie roztworów powlekających, czyli grubsza powłoka, tym gorsze warunki wymiany masy. Również Ishikawa i Nara [5] stwierdzili wpływ grubości powłoki na wymianę masy. Parametr ten regulowali poprzez kilkakrotne (1-10 razy) zanurzenie kostek jabłka kolejno w roztworach 1% chitozanu, 1% kwasu octowego i buforze. Proces odwadniania przebiegał optymalnie w próbkach powleczonych 7-krotnie, gdzie wzrost masy suchej substancji był najmniejszy i wyniósł 1 g s.s./g s.s.p. Natomiast w próbach powleczonych mniejszą lub większą liczbą warstw wskaźniki te były wyższe.

Wnioski

1. Zastosowane powłoki istotnie wpływały na wielkość wycieku soku komórkowego w czasie rozmrażania owoców, jak również na wzrost masy suchej substancji w czasie odwadniania osmotycznego z zamrożonych truskawek. Nie wpłynęły natomiast znacząco na proces usuwania wody z odwadnianego materiału.
2. Wraz ze wzrostem stężenia roztworu błonotwórczego wzrastała grubość powłok, czego konsekwencją było zmniejszenie wycieku soku komórkowego w czasie rozmrażania w porównaniu z próbami niepokrytymi powłokami.
3. Spośród przebadanych powłok, zawierających alginian sodu, niskometylowaną pektynę lub mieszaniny tych substancji ze skrobią, najkorzystniejsze właściwości ze względu na ubytki wody i przyrost masy suchej substancji wykazały membrany zawierające alginian sodu.
4. Otrzymane wyniki wskazują na celowość pokrywania owoców powłokami z roztworów błonotwórczych o wyższym stężeniu w przypadku dążenia do ograniczenia wycieku soku komórkowego. Natomiast biorąc pod uwagę efektywność procesu odwadniania osmotycznego, lepsze wyniki osiągnięto stosując powłoki sporządzone na bazie roztworów błonotwórczych o niższym stężeniu.

Literatura

- [1] Camirand W., Krochta J. M., Pavlath A. E., Wong D., Cole M. E.: Properties of some edible carbohydrate polymer coatings for potential use in osmotic dehydration. *Carbohydr. Polym.*, 1992, **17**, 39-49.
- [2] Camirand W., Forrey R., Popper K., Boyle F. P., Stanley, W.L.: Dehydration of membrane-coated foods by osmosis. *J. Sci. Food Agric.*, 1968, **19(8)**, 472-474.
- [3] Górczyński J.: Podstawy statystyki z przykładami w arkuszach kalkulacyjnych. Fundacja Rozwój SGGW, Warszawa 1993.
- [4] Guilbert S., Gontard, N. Raoult-Wack A.L.: Superficial edible films and osmotic dehydration: application hurdle technology without affecting the food integrity. In: Barbosa-Canovas, G.V., Welti-Chanes, J.: *Food Preservation by Moisture Control - Fundamentals and Applications*, (eds.) Technomic Publishing Co. Inc., Lancaster, 1995, pp. 305-323.
- [5] Ishikawa, M., Nara, H.: Osmotic dehydration of food by semipermeable membrane coating. W: *Advances in Food Engineering*. Eds. R. Paul Singh, M.A. Wirakatrakusuman, CRC Press London 1993, pp. 73-77.
- [6] Lazarides H.N., Katsanidis E., Nickolaids A.: Mass transfer during osmotic preconcentration aiming at minimal solid uptake. *J. Food Eng.*, 1995, **25(2)**, 151-166.
- [7] Lenart A., Lewicki P. P.: Owoce i warzywa utrwalane sposobem osmotyczno-owiewowym. *Przem. Spoż.*, 1996, **50(8)**, 70-72.
- [8] Lenart, A., Dąbrowska, R.: Kinetics of osmotic dehydration of apples with pectin coatings. *Drying Technol.*, 1999, **17 (7, 8)**, 1359-1373.
- [9] Ogonek A., Lenart A.: Odwadnianie osmotyczne truskawek. W: *Technologia żywności a oczekiwania konsumentów – pod red. T. Habera i H. Porzucek . Materiały 32. Sesji Naukowej KTCHŻ PAN, Warszawa, 6-7.09. 2001, Wyd. SGGW, plik na CD 238, s.1-6.*
- [10] Talens P., Hartong S., Martinez-Navarrete N., Chiralt A., Fito P.: Kinetics and equilibrium status in osmotic dehydration of strawberries. *Proceedings of the 12th International Drying Symposium - IDS 2000*, (eds.) Kerkhof P.J.A.M., Coumans W.J., Mooiweer G.D., Elsevier Science, Amsterdam, 28-31 August 2000, paper No. 101, pp. 1-10.
- [11] Vernkatachlapathy K., Raghavan G. S. V.: Combined osmotic and microwave drying of strawberries. *Drying Technol.*, 1999, **17 (4, 5)**, 837-853.
- [12] Viberg U.: Studies of the effects of industrial processing on fruit. Doctoral Dissertation, Department of Food Engineering - Lund Institute of Technology, University of Lund , Lund 1998, pp. 1-45.

THE SIGNIFICANCE OF EDIBLE COATINGS IN THE OSMOTIC DEHYDRATION OF FROZEN STRAWBERRIES

S u m m a r y

The objective of this work was to determine the influence of covering frozen strawberries with semi-permeable edible coatings on the cell sap leakage from the tissue during thawing and on mass transfer during osmotic dehydration with special regard to water loss and solid gain.

Nine different coatings were made of low-methyleated pectin and sodium alginate used separately or in combination with potato starch. The osmotic process was held up in 61.5% saccharose solution for 180

min at 30°C under continuous agitation. In order to determine barrier properties of the coatings the cell sap loss from fruits after 180 min of thawing in ambient conditions was calculated.

It was found that applying of semi-permeable coatings on the surface of frozen strawberries influenced significantly cell sap loss during thawing. It had also an impact on the solids incorporated into the tissue during the osmotic process. In the consequence of increasing the concentration of coating solutions (concentrations ranging from 0.75% up to 4%) the thickness of coatings was increasing. Taking into consideration the ratio of water loss to solid gain the best results were achieved for strawberries covered with coatings containing sodium alginate.

Key words: strawberries, osmotic dehydration, barrier properties of edible coatings. ☒

HANNA PASCHKE, MIECZYŚLAW JANKIEWICZ

WPLYW DODATKU TŁUSZCZU NA WŁAŚCIWOŚCI LEPKOSPREŻYSTE CIASTA PSZENNEGO

Streszczenie

Celem pracy było określenie wpływu wybranych tłuszczów na właściwości lepkospreżyste ciasta pszennego, przy zróżnicowaniu wielkości dodatku i sposobu wprowadzania tłuszczu do ciasta. Do badań zastosowano olej z pestek winogron, masło kakaowe oraz tłuszcz kokosowy. Właściwości lepkospreżyste ciast charakteryzowano metodą reometrii oscylacyjnej o kontrolowanym odkształceniu. Wyznaczono spektra mechaniczne badanych ciast w zakresie częstości oscylacji od 0,1 do 100 rad/s.

Olej z pestek winogron i tłuszcz kokosowy powodowały, nieproporcjonalnie do wielkości dodatku, obniżanie wartości modułów G' i G'' , w całym zakresie badanych częstości oscylacji, oraz wzrost kąta δ . Masło kakaowe wzmacniało cechy lepkospreżyste ciasta. Stwierdzono silniejszy efekt dodatku tłuszczu do mąki w porównaniu z jego dodatkiem do ciasta.

Słowa kluczowe: ciasto pszenne, dodatki tłuszczów, właściwości lepkospreżyste.

Wstęp

Tłuszcze, w ilości 1–5% w stosunku do masy mąki, są powszechnie wykorzystywanym dodatkiem w piekarstwie. Odpowiednio stosowane pozwalają modelować właściwości fizyczne ciasta, strukturę miększu chleba i jego cechy sensoryczne [2, 7]. Indukowane zmiany mają charakter interakcji białko – tłuszcze. Zmiana organizacji przestrzennej białkowego komponentu kompleksu z tłuszczem wpływa na własności reologiczne ciasta. Są one konsekwencją zwiększenia liczby wiązań hydrofobowych, zastępujących część wiązań wodorowych stabilizujących strukturę glutenową ciasta [6].

Efekt technologiczny stosowania dodatku tłuszczu zależy od charakterystyki fizykochemicznej użytego tłuszczu. Wynika ona z budowy chemicznej wchodzących w

jego skład kwasów tłuszczowych, które stanowią około 90% masy tłuszczu. Istotną rolę odgrywa tu długość łańcuchów reszt kwasowych oraz stopień ich nienasylenia [5].

Wpływ dodatku tłuszczu jest słabo wykrywalny za pomocą instrumentów z zakresu tzw. reologii technologicznej np. farinografu [2].

Testy oscylacyjne pozwalają ocenić lepkosprężystą naturę ciasta poprzez poddawanie go sinusoidalnie zmieniającemu się naprężeniu lub odkształceniu. W przypadku materiału lepkosprężystego naprężenie i odkształcenie są przesunięte w fazie o wartość kąta opóźnienia δ . Na podstawie zmierzonych wartości amplitudy odkształcenia, amplitudy naprężenia i kąta opóźnienia fazowego obliczany jest moduł zespolony sprężystości G^* oraz jego dwie składowe: moduł zachowawczy G' (będący miarą energii zmagazynowanej) i moduł stratności G'' wyrażający cechy lepkości materiału (energia rozproszona w materiale po odkształceniu). Kąt opóźnienia fazowego δ wyraża względny udział cech lepkości i sprężystych w kształtowaniu właściwości lepkosprężystych materiału [8].

Podstawowe badania reologiczne mają służyć określeniu związków pomiędzy parametrami reologicznymi a składem i strukturą ciasta. Wyznaczenie proporcji pomiędzy cechami sprężystymi i lepkości ciasta pszennego umożliwi technologom piekarstwa skuteczne modelowanie właściwości ciasta w celu uzyskania optymalnego efektu technologicznego [9, 10].

Celem podjętych badań było określenie wpływu wybranych tłuszczów na właściwości lepkosprężyste ciasta pszennego, przy zróżnicowaniu wielkości dodatku i sposobu wprowadzania tłuszczu do ciasta.

Materiał i metody badań

Do doświadczeń użyto mąkę typu 500, uzyskaną z przemiału przemysłowego ziarna pszenicy odmian krajowych. Do badań dobrano tłuszcze o składzie reszt kwasowych mocno zróżnicowanym pod względem stopnia nienasylenia (olej z pestek winogron, tłuszcz kakaowy) i długości łańcuchów (tłuszcz kokosowy, tłuszcz kakaowy) [5]. Użyto, udostępnionego przez Zakłady Goplana-Nestle, tłuszczu kakaowego dezodoryzowanego, o temperaturze mięknięcia 30°C i 1,16% zawartości wolnych kwasów tłuszczowych (w przeliczeniu na kwas oleinowy). Zastosowano tłuszcz kokosowy Orkoline 25 (producent – Vamo-Fuji Specialities N.V.), zawierający poniżej 43% fazy stałej w temperaturze 20°C . Deklarowana przez producenta zawartość wolnych kwasów tłuszczowych wynosiła 0,1%. Olej z pestek winogron (Goccia d'Oro - importowany z Włoch, nabyty w sieci handlowej) potraktowano jako tłuszcz modelowy o bardzo wysokim stopniu nienasylenia.

Tłuszcze wprowadzono do mąki w ilości 1,5; 3 i 4,5% w stosunku do suchej masy ciasta. Równolegle wykonano doświadczenia, w których 3% dodatek tłuszczu wprowadzono do wytworzonego już ciasta, po 90 s mieszenia.

Sporządzano ciasto pszenne, posługując się mikromieszarką laboratoryjną typu MML-25, produkcji ZBPP w Bydgoszczy. Stosowano naważkę 25 g mąki i dodatek 13,5 ml wody, obliczony na podstawie wyznaczonej farinograficznie wodochłonności mąki wynoszącej 54%. Czas mieszenia wynosił 150 s od chwili rozpoczęcia dodawania wody.

Właściwości reologiczne badanych ciast oraz wpływ interakcji białko-tłuszcz na cechy lepkospęrzyste ciast modyfikowanych charakteryzowano metodą reometrii oscylacyjnej przy kontrolowanym odkształceniu, stosując reometr Rheometric DSR-500 o kontrolowanym naprężeniu. Reometr wyposażono w układ pomiarowy płytka-płytką o średnicy 25 mm, ze szczeliną pomiarową 2 mm. Pomiarów przeprowadzono w temperaturze 20°C. Próbkę ciasta, po umieszczeniu w układzie pomiarowym, przycinano, aby uzyskać powtarzalne jej wymiary, a odkryty brzeg pokrywano smarem silikonowym, by zminimalizować straty wilgoci podczas pomiaru. Próbkę pozostawiano na 30 min w celu relaksacji naprężeń przed rozpoczęciem pomiarów.

Ze względu na bardzo wąski obszar liniowości w lepkospęrzystym zachowaniu ciasta pszennego, badania właściwości reologicznych prowadzono w zakresie bardzo małych odkształceń (0,05%), aby zapewnić wykonanie pomiarów w przedziale liniowości, w którym pierwotna struktura materiału pozostaje nienaruszona [8].

Wyznaczono spektra mechaniczne badanych ciast, przedstawiając je w postaci zmian wartości modułu zachowawczego G' oraz modułu stratności G'' , w zakresie częstości oscylacji od 0,1 do 100 rad/s. Zarejestrowano również zmiany kąta opóźnienia fazowego δ w wymienionym zakresie częstości oscylacji.

Każdy wynik jest średnią pomiarów wykonanych na trzech próbkach otrzymanych z oddzielnie przygotowanych ciast.

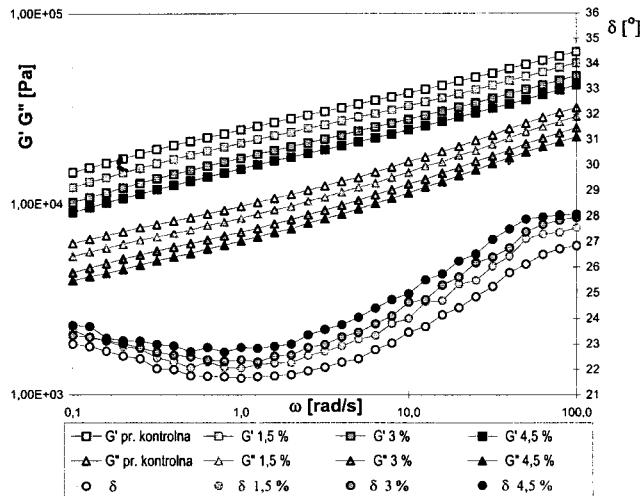
Wyniki i dyskusja

Właściwości lepkospęrzyste ciasta pszennego kształtowane są głównie przez białka glutenowe mąki. Jednakże pozostałe komponenty tak złożonego układu jakim jest ciasto również odgrywają istotną rolę w modyfikowaniu właściwości matrycy glutenowej [1, 4].

Badając ciasto kontrolne za pomocą reometrii oscylacyjnej przy kontrolowanym naprężeniu stwierdzono, że wartości zarówno modułu zachowawczego G' jak i modułu stratności G'' są zależne od częstości oscylacji i rosną wraz z jej wzrostem. G' rośnie od 14692 Pa przy 0,1 rad/s do 62511 Pa przy 100 rad/s, G'' natomiast odpowiednio od 6231 Pa do 31677 Pa. Tendencja ta zgodna jest z danymi literaturowymi [3]. Kąty opóźnienia fazowego δ wszystkich ciast osiągały wartość minimalną przy częstotliwo-

ści około 1 rad/s. Wehrle i wsp. [8] podają minimalne wartości δ przy częstościach oscylacji w zakresie od 0,628 rad/s do 6,28 rad/s.

Dodatek oleju z pestek winogron i tłuszczu kokosowego powodował obniżenie wartości zarówno modułu G' jak i modułu G'' w całym zakresie badanych częstości oscylacji. Sprężystość ciasta obniżała się, czego przejawem był wzrost kąta opóźnienia fazowego δ . Wzrost ten był szczególnie wyraźny przy wyższych częstościach oscylacji (rys. 1 i 2).

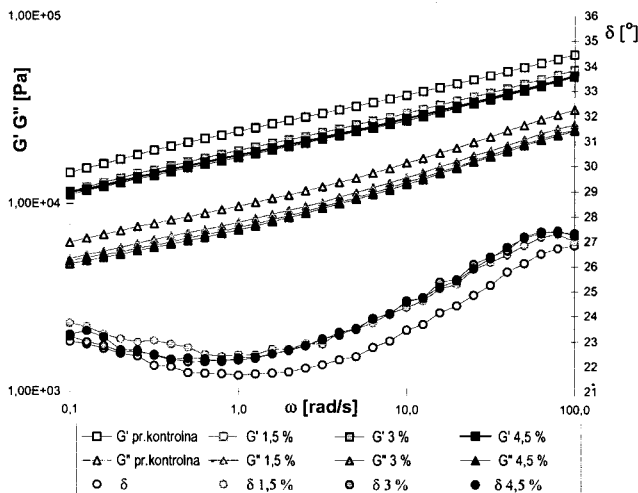


Rys. 1. Wpływ wielkości dodatku oleju z pestek winogron do mąki na właściwości lepkosprężyste ciasta pszennego.

Objaśnienia: G' - moduł zachowawczy, G'' - moduł stratności, δ - kąt opóźnienia fazowego

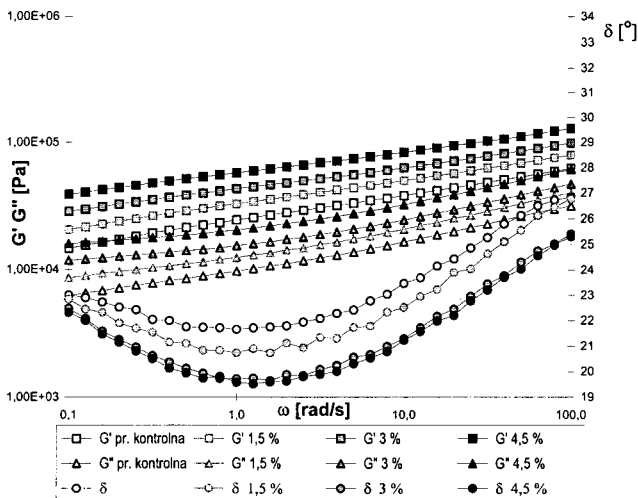
Fig. 1. The effect of grape seed oil added to flour on the viscoelastic properties of wheat dough. G' - storage modulus, G'' - loss modulus, δ - lag angle.

Zauważono, że wartości modułów obniżały się wraz ze wzrastającą zawartością tłuszczu w cieście w sposób nieliniowy. Zwłaszcza w przypadku tłuszczu kokosowego obniżenie tych wartości było bardziej znaczące przy podniesieniu zawartości tłuszczu od 0% do 1,5% niż od 1,5% do 3%. Zwiększenie dodatku do 4,5%, w przypadku tłuszczu kokosowego, nie spowodowało większej zmiany wartości G' i G'' . Wskazuje to, iż wpływ dodatku tłuszczu nie jest prostym wynikiem „rozcieńczenia” matrycy glutenowej. Wydaje się, że tłuszcz wywiera plastyfikujący wpływ tylko do pewnego poziomu dodatku. Być może jedynie część dodanego tłuszczu, która staje się integralną częścią matrycy ciasta, odgrywa rolę plastyfikującą [4].



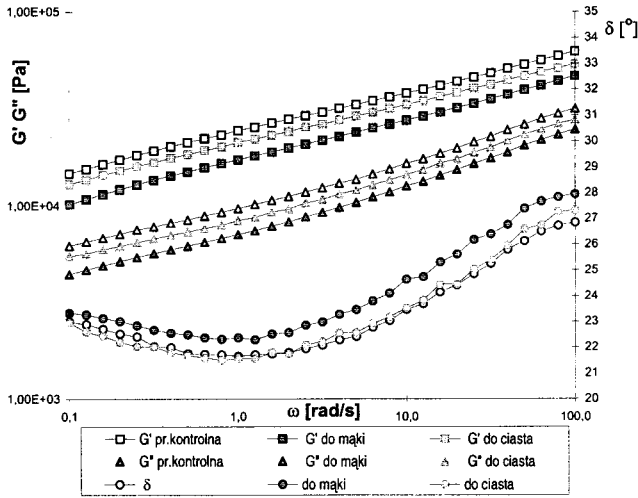
Rys. 2. Wpływ wielkości dodatku tłuszczu kokosowego do mąki na właściwości lepkospężyste ciasta pszennego. Objasnienie symboli jak na rys. 1.

Fig. 2. The effect of coconut oil added to flour on the viscoelastic properties of wheat dough. Explanation of symbols as in the fig. 1.



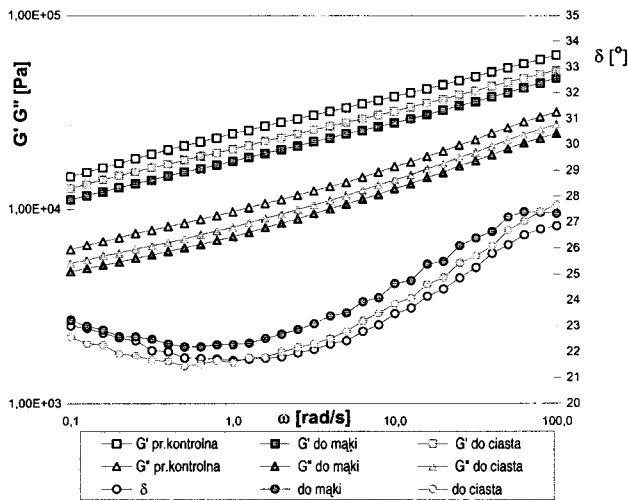
Rys. 3. Wpływ wielkości dodatku masła kakaowego do mąki na właściwości lepkospężyste ciasta pszennego. Objasnienie symboli jak na rys. 1.

Fig. 3. The effect of cocoa butter added to flour on the viscoelastic properties of wheat dough. Explanation of symbols as in the fig. 1.



Rys. 4. Wpływ sposobu wprowadzania oleju z pestek winogron (3%) na własności lepkosprężyste ciasta pszennego. Objasnienie symboli jak na rys. 1.

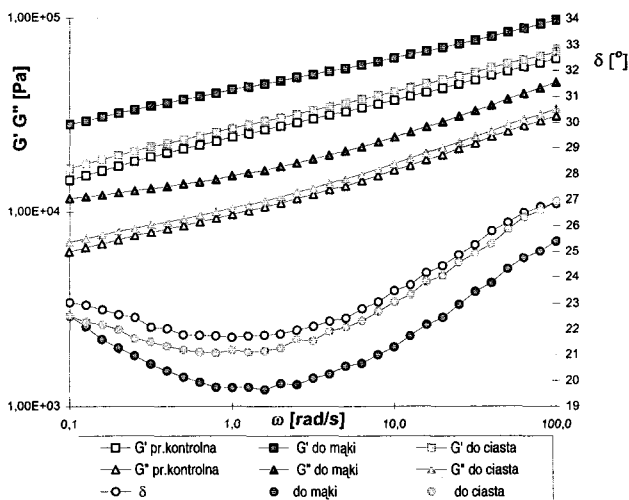
Fig. 4. The effect of the way grapeseed oil (3%) was put into the system on the viscoelastic properties of wheat dough. Explanation of symbols as in the fig. 1.



Rys. 5. Wpływ sposobu wprowadzania tłuszczu kokosowego (3%) na właściwości lepkosprężyste ciasta pszennego. Objasnienie symboli jak na rys. 1.

Fig. 5. The effect of the way coconut oil (3%) was put into the system on the viscoelastic properties of wheat dough. Explanation of symbols as in the fig. 1.

Dodatek do mąki masła kakaowego powodował uzyskanie ciasta o odmiennych właściwościach reologicznych. Masło kakaowe wzmacniało cechy lepkospężyste i powodowało wzrost wartości modułów G' i G'' w całym zakresie badanych częstości oscylacji. Nastąpiło obniżenie wartości δ zwłaszcza przy częstościach oscylacji powyżej 1 rad/s (rys. 3). Podniesienie wartości obu oznaczonych modułów, przy równoczesnym obniżeniu kąta opóźnienia fazowego informuje o konieczności zwiększenia nakładu energii do pokonania efektu sprężystości ciasta w procesie jego mieszania. Informuje więc o potencjonalnej wartości układu białkowego matrycy glutenowej ciasta. Decydującą rolę odegrały tu prawdopodobnie właściwości fizyczne masła kakaowego, które w temperaturze przygotowywania ciasta i pomiaru (20°C) jest ciałem stałym. W tych samych warunkach olej z pestek winogron jest cieczą, a tłuszcz kokosowy zawiera jedynie około 40% fazy stałej.



Rys. 6. Wpływ sposobu wprowadzania masła kakaowego (3%) na właściwości lepkospężyste ciasta pszennego. Objasnienie symboli jak na rys. 1.

Fig. 6. The effect of the way cocoa butter (3%) was put into the system on the viscoelastic properties of wheat dough. Explanation of symbols as in the fig. 1.

Wyniki uzyskane w badaniach ciast z 3% dodatkiem tłuszczu, który wprowadzono do wytworzonego ciasta po 90 s mieszania, wskazują na istotne różnice we właściwościach reologicznych ciast, w zależności od momentu wprowadzenia tłuszczu do układu. Obecność oleju z pestek winogron lub tłuszczu kokosowego w czasie wytwarzania matrycy glutenowej powodowała powstanie ciasta o słabszej strukturze. Wprowadzenie tych tłuszczów, gdy matryca glutenowa była już wytworzona, w znacznie mniejszym stopniu zmieniało właściwości ciasta (rys. 4 i 5). W przypadku masła ka-

kaowego (rys. 6) ciasto uzyskane po wprowadzeniu dodatku tłuszczu do mąki charakteryzowało się większym wzmocnieniem cech lepkosprężystych niż ciasto uzyskane z takim samym dodatkiem wprowadzonym do układu po 90 s mieszenia.

Wnioski

1. Właściwości lepkosprężyste ciasta pszennego zmieniają się w zależności od rodzaju dodanego tłuszczu oraz jego ilości.
2. Olej z pestek winogron i tłuszcz kokosowy powoduje obniżanie wartości modułu zachowawczego i modułu stratności ciasta, w całym zakresie badanych częstości oscylacji oraz wzrost kąta opóźnienia fazowego.
3. Masło kakaowe wzmacnia cechy lepkosprężyste ciasta (wzrost wartości modułów i obniżenie kąta fazowego) co wiąże się ze wzrostem sprężystości układu glutenowego.
4. Wielkość zmian jest zróżnicowana nieproporcjonalnie do wielkości wprowadzonego dodatku tłuszczu dowodząc, że tylko jego część uczestniczy jako plastyfikator układu.
5. Tłuszcze wprowadzane do mąki powodują większe zmiany wartości modułów oraz kąta δ badanych ciast niż takie same dodatki wprowadzane gdy matryca glutenowa ciast jest już wytworzona.

Literatura

- [1] Abdelrahman A., Spies R.: Dynamic rheological studies of dough systems. In: *Fundamentals of Dough Rheology*. The American Association of Cereal Chemists, Inc. St. Paul, Minnesota, USA 1986.
- [2] Bloksma A.H., Bushuk W.: *Rheology and chemistry of dough*. In: *Wheat Chemistry and Technology*. The American Association of Cereal Chemists, Inc. St. Paul, Minnesota, USA 1988. vol. II.
- [3] Faubion J.M., Dreese P.C., Diehl K.C.: *Dynamic rheological testing of wheat flour doughs*. In: *Rheology of Wheat Products*. The American Association of Cereal Chemists, Inc. St. Paul, Minnesota, USA 1985.
- [4] Fu J., Mulvaney S.J., Cohen C.: Effect of added fat on the rheological properties of wheat flour doughs. *Cereal Chem.*, 1997, **74**, 304-311.
- [5] Gawęcki J.: *Prawda o tłuszczach*. Instytut Danone - Fundacja Promocji Zdrowego Żywienia, Warszawa 1997.
- [6] Jankiewicz M.: *Białka w technologii zbóż*. WPLiŚ, Warszawa 1968.
- [7] MacRitchie F.: *Role of Lipids in Baking*. In: *Lipids in Cereal Technology*. Academic Press Inc. London 1983.
- [8] Pruska-Kędzior A., Lefebvre J., Kędzior Z.: *Zastosowanie metod reologicznych w technologii żywności i biotechnologii*. W: *Metody pomiarów i kontroli jakości w przemyśle spożywczym i biotechnologii*. Akademia Rolnicza im. A. Cieszkowskiego, Poznań 2001.
- [9] Wehrle K., Grau H., Arendt K.: Effects of lactic acid, acetic acid, and table salt on fundamental rheological properties of wheat dough. *Cereal Chem.*, 1997, **74**, 739-744.

- [10] Weipert D.: The benefits of basic rheometry in studying dough rheology. *Cereal Chem.*, 1990, **67**, 311-317.

EFFECT OF ADDED FAT ON THE VISCOELASTIC PROPERTIES OF WHEAT DOUGH

S u m m a r y

The aim of this study was to determine the effect of addition of grapeseed oil, cocoa butter and coconut oil on the viscoelastic properties of wheat dough. Fats were added at 1,5%, 3% and 4,5% levels to flour and dough. Viscoelastic properties of doughs were characterized by dynamic oscillatory tests using a controlled stress rheometer. Mechanical spectra within the range from 0.1 to 100 rad/s were determined.

Frequency sweep results indicate that both G' and G'' had lower values over the entire frequency range, as the amounts of added grapeseed oil or coconut oil were increased. The decrease in the moduli was nonlinear. The addition of cocoa butter resulted in the increase of G' and G'' and the decrease of phase angle δ . In a case of addition of fats to flour the effects were more advanced as compared with those for addition to dough.

Key words: wheat dough, addition of fats, viscoelastic properties. ☒

MICHAŁ PIEGZA, REGINA STEMPIEWICZ

OCENA ANTAGONIZMU DROŹDŹY *GEOTRICHUM CANDIDUM* W STOSUNKU DO TOKSYNOTWÓRCZYCH GRZYBÓW RODZAJU *FUSARIUM*

Streszczenie

Badano zależności pomiędzy wybranymi szczepami *G. candidum*, pochodzącymi z różnych środowisk (słód jęczmienny, sery z porostem pleśni), a toksynotwórczymi grzybami rodzaju *Fusarium*, licznie występującymi na ziarnie zbóż. Interakcje pomiędzy drobnoustrojami badano trzema metodami: testem biotycznym, punktowym i metodą dyfuzyjną (studzienkową). Testowane drożdże hodowano w różnych podłożach: PDA, YEG, Czapka i ME. Wykazano zróżnicowaną aktywność antagonistyczną zależną od szczepu drożdży i szczepu grzyba strzępkowego. Większą wrażliwością na obecność drożdży charakteryzowały się trzy gatunki: *F. graminearum*, *F. sporotrichoides* i *F. poae*, mniejszą dwa gatunki: *F. avenaceum* i *F. culmorum*. Hamowanie wzrostu grzybów testowych było głównie wynikiem konkurencji o przestrzeń życiową.

Słowa kluczowe: antagonizm, grzyby toksynotwórcze, *Geotrichum*, *Fusarium*.

Wstęp

Drożdże *Geotrichum candidum* powszechnie występują w mleku i produktach mleczarskich, a także na zielonym i suchym słodzie, rzadziej na ziarnie zbóż. Drobnoustroje te zwróciły uwagę badaczy głównie dzięki korzystnym właściwościom, jakie wywierają na cechy sensoryczne i jakościowe serów miękkich z porostem i przerostem pleśni, a także ze względu na ich antagonistyczne działanie w stosunku do niepożądanych grzybów zakażających sery [11, 12, 13].

Nielsen i wsp. [13] badali wzajemne oddziaływanie między szczepami stosowanymi jako startery: *Penicillium roqueforti* JBT4176, *P. camemberti* JBT9120, *P. naviolgensense* JBT3793 i *G. candidum* JBT97877 a 13 szczepami gatunków pleśni po-

wodujących skażenie serów: *P. commune*, *P. caseifulvum*, *P. discolor*, *P. solitum*, *P. coprophilum* i *Aspergillus versicolor*. Autorzy stwierdzili, że wśród testowanych starterów drożdże *Geotrichum candidum* wykazały najsilniejszy antagonizm w stosunku do badanych pleśni. Drożdże hamowały wytwarzanie mikotoksyn takich, jak kwas mykofenolowy, rokefortyna, chetoglobozyna A i kwas cyklopiazonowy. Inni badacze, m.in. Tariq i Cambell [15] stwierdzili, że lotne metabolity (np.: trimetyloamina) wytwarzane przez artrospory *G. candidum* hamowały kiełkowanie konidiów i redukowały tempo wzrostu *Aspergillus flavus*, *Botrytis allii*, *Fusarium oxysporum*, *Microsporium canis* i *Penicillium italicum*. Boivin i Malanda [1] oraz Dziuba i wsp. [6, 7, 8] wykazały, że wprowadzenie wyselekcjonowanych z różnych środowisk (słody, jęczmienie i sery z porostem pleśni - Camembert i Brie) drożdży *G. candidum* do pierwszej wody zamoczkowej w procesie, słodowania jęczmienia i pszenżyta, hamowało wzrost niepożądanego mikroflory, głównie grzybów rodzaju *Fusarium*, co w konsekwencji wpływało korzystnie na jakość i zdrowotność słodów.

W naszych warunkach klimatycznych, na ziarnie zbóż dominują gatunki: *Fusarium graminearum*, *F. culmorum*, *F. nivale*, *F. avenaceum*, *F. equiseti*, *F. oxysporum* i *F. sporotrichoides*, wśród których jest wielu producentów różnych mikotoksyn, m.in. deoksynivalenolu (DON), nivalenolu (NIV), T-2 toksyny, H-T2 toksyny, diacetooksyscirpenolu (DAS) i zearalenonu [7]. Grzyby strzępkowe, na ziarnie jęczmienia i podczas jego słodowania, znajdują doskonałe warunki do wzrostu i wytwarzania mikotoksyn. Toksyny fuzaryjne powodują obniżenie energii i zdolności kiełkowania ziarna, opóźniają syntezę protein i osłabiają wytwarzanie α -amylazy. Obecność mikotoksyn w surowcach i produktach browarniczych jest jedną z przyczyn nadmiernego wypieniania się piwa, zjawiska znanego jako „gushing” [14]. Ponadto mikotoksyny są szczególnie niebezpieczne dla zdrowia i życia człowieka.

Celem badań było określenie wzajemnych oddziaływań pomiędzy drożdżami *Geotrichum candidum* izolowanymi z różnych środowisk a toksynotwórczymi grzybami rodzaju *Fusarium*, licznie zasiedlającymi ziarno zbóż.

Szczepy o najsilniejszej aktywności antagonistycznej mogłyby być wykorzystane jako kultury starterowe w procesie słodowania, do hamowania wzrostu niepożądanych w słodzie grzybów.

Materiał i metody badań

Mikroorganizmy testowane

Materiał badawczy stanowiło 7 szczepów drożdży z gatunku *Geotrichum candidum*, w tym *G. candidum*1, *Sc12*, *KC3* i *KB 5*, wyizolowanych z serów z porostem pleśni oraz *SS32B*₁, *SS228K*₂ i *SS47D*₂ wyizolowane ze słodu. Wymienione drożdże,

stosowane we wcześniejszych badaniach jako kultury starterowe w procesie słodowania różnych odmian jęczmienia i pszenżyta, w dużym stopniu hamowały wzrost niepożądanych grzybów, w tym rodzaju *Fusarium*, na słodzie.

Mikroorganizmy testowe

Do badań wybrano 8 szczepów: *Fusarium graminearum* KF375 i GR7-6, *F. culmorum* M292 i 1, *F. avenaceum* 1 i 3, *F. sporotrichoides* KF196 i *F. poae* KF617 najczęściej występujących na ziarnie zbóż. Grzyby pochodziły z kolekcji Instytutu Technologii Żywności Pochodzenia Roślinnego Akademii Rolniczej w Poznaniu.

Interakcje pomiędzy drożdżami *Geotrichum candidum* a grzybami *Fusarium* badano:

1. W hodowlach dwuorganizmowych, gdzie wzrost szczepów testowanych i testowych odbywał się w tych samych warunkach inkubacji i na tym samym podłożu (PDA, Merck) - testy: biotyczny i punktowy („spot test”).
2. Metodą dyfuzyjną, w której oceniano wpływ metabolitów drożdży inkubowanych w różnych podłożach na wzrost grzybów. Wszystkie próby wykonano w trzech powtórzeniach.

Test biotyczny

Szczepy zmywano 0,1% roztworem Tweenu 80 ze skosów (YM dla drożdży i PDA dla grzybów) i zawiesiny standaryzowano do 5° MacFarlanda. Zawiesiny drobnoustrojów (0,1 ml) wysiewano powierzchniowo na płytki z podłożem PDA i inkubowano przez 7 dni w temp. 25°C. Następnie wycinano sterylnym korkoborem słupki o średnicy 10 mm i nanoszono na płytki z podłożem PDA tak, aby odległość między badanymi drobnoustrojami wynosiła 2 cm. Hodowle inkubowano przez 7 dni w temp. 25°C. Wyniki odczytywano wg skali punktowej zaproponowanej przez Mańkę [10], uwzględniając stopień otaczania szczepu testowego, jak i stopień inhibicji oraz stopień zmniejszenia kolonii szczepu testowego. Kolonie grzybów otrzymane w hodowlach dwuorganizmowych porównywano z koloniami szczepów wysianych pojedynczo w identyczny sposób jak w hodowlach dwuorganizmowych.

Test punktowy

Do upłynnionego podłoża PDA wprowadzano po 1 ml zawiesiny artrospor drożdży *G. candidum* o gęstości podanej wyżej, mieszano i wylewano na płytki, a po zastygnięciu wycinano korkoborem studzienki o średnicy 5 mm i wprowadzano do nich 50 µl zawiesiny konidiów grzybów. Po 6-dniowej inkubacji w temperaturze 25°C oceniano średnicę kolonii szczepów testowych i porównywano ze średnicą kolonii wyro-

słych na płytkach kontrolnych, bez wglębnie wsianych drożdży [8]. Wyniki poddano analizie statystycznej (Statgraph 6).

Test studzienkowy

Przygotowanie supernatantów z hodowli drożdży: drożdże hodowano w wyrząsarce G10-Gyrotory Shaker (New Brunswick Co) – 166 cykli/min, w 4 podłożach o zróżnicowanym składzie chemicznym: YPG, ME (ekstrakt słodowy), PDA, Czapek o pH=6,3 przez 5 dni w temperaturze 30°C. Biomasa drożdży oddzielano przez wirowanie w wirówce typu K240 z chłodzeniem (9000·g), a otrzymane supernatanty sterylizowano poprzez filtrację przez sącziki membranowe firmy Millipore o średnicy por 0,45 µm.

Zawiesinę zarodników *Fusarium*, wystandaryzowaną przy użyciu komory Thoma do wartości $2,0 \cdot 10^6$ kom/ml wprowadzano w ilości 1 ml do upłynnionego podłoża PDA i wylewano na płytki. Do wyciętych korkoborem studzienek o średnicy 10 mm wprowadzano 100 µl supernatantów z hodowli drożdży. Płytki umieszczano w 4°C na okres 16 h w celu dyfuzji metabolitów do podłoża i inkubowano przez 5 dni w 25°C. Po zakończeniu hodowli oceniano oddziaływanie metabolitów jako efekt hamowania lub stymulacji grzybów wokół studzienek (w mm). Strefę hamowania lub stymulacji wzrostu porównywano ze wzrostem grzybów wokół studzienek, do których wprowadzano po 100 µl odpowiedniego, sterylnego podłoża.

Wyniki i ich dyskusja

Badania wzajemnych stosunków pomiędzy drożdżami *Geotrichum candidum* a toksynotwórczymi grzybami rodzaju *Fusarium* wykazały antagonistyczną aktywność drożdży względem badanych grzybów strzępkowych. Zależność tę stwierdzono głównie w hodowlach dwuorganizmowych. W teście biotycznym wykazano, że wszystkie badane kultury drożdży *G. candidum*, zależnie od szczepu, ograniczały w zakresie od +1 do +5 punktów wzrost 6 szczepów grzybów: *F. culmorum* M 292 i 1, *F. graminearum* KF 375 i GR7-6, *F. sporotrichoides* KF 196 i *F. poae* KF 617 (tab. 1). Najsilniejszą aktywność antagonistyczną (+4 do +5 punktów) wykazały 3 kultury drożdży, w tym *G. candidum* KC3, *G. candidum* KB5 i *G. candidum* SS228K₂ w stosunku do *F. culmorum* M 292. Przeciwny efekt zaobserwowano w przypadku gatunku *F. avenaceum*, gdzie jeden z badanych szczepów *F. avenaceum* 3 ograniczał wzrost wszystkich kultur drożdży w zakresie od -3 do -5 punktów, natomiast drugi *F. avenaceum* 1 hamował w niewielkim stopniu (-1 punkt) wzrost tylko 2 szczepów drożdży: *G. candidum* KB5 i *G. candidum* SS228K₂, natomiast w stosunku do pozostałych wykazał efekt obojętny (tab. 1).

Oddziaływanie szczepów drożdży na wybrane szczepy rodzaju *Fusarium* w teście biotycznym przedstawiono na fot. 1.

Tabela 1

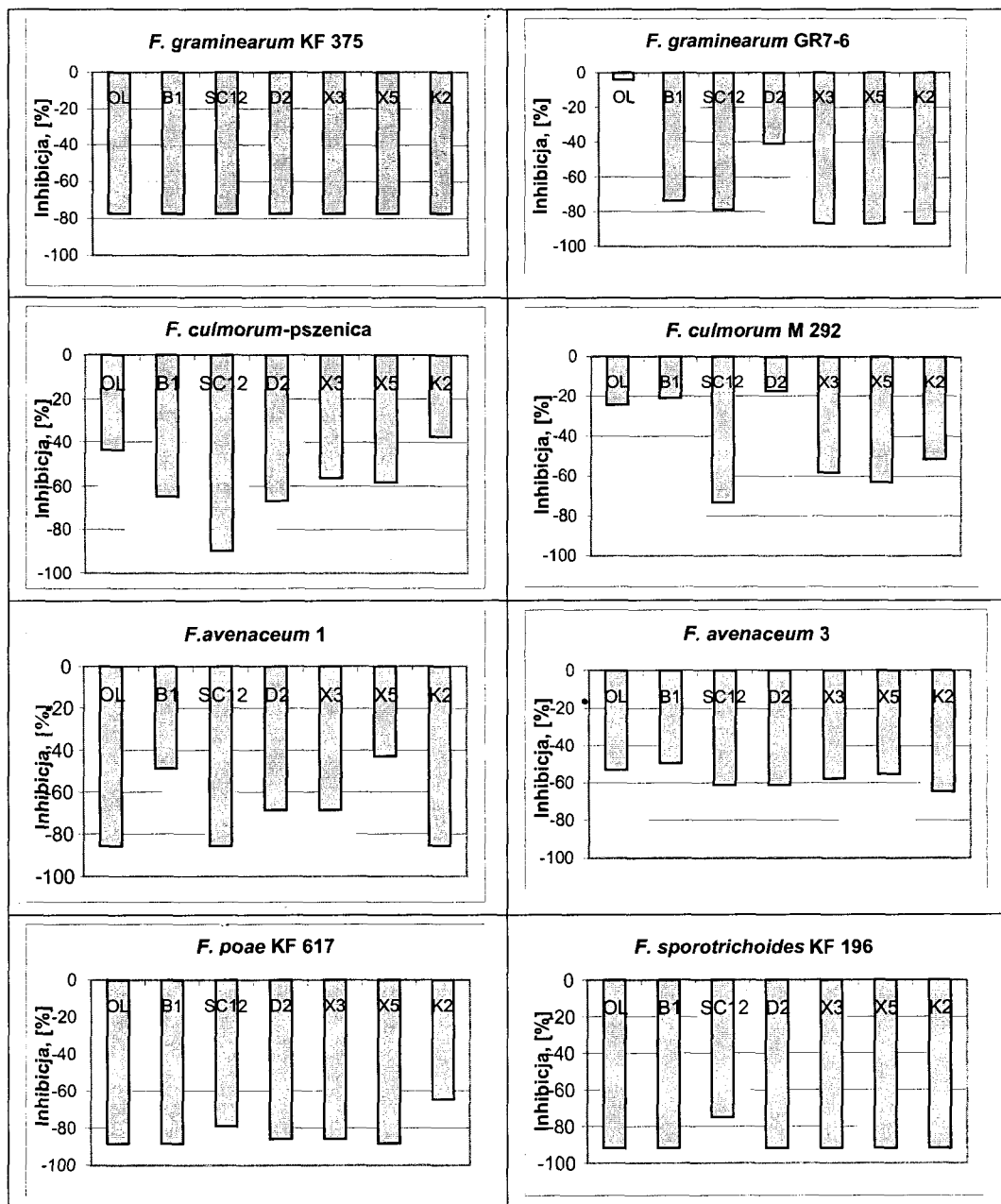
Ocena wzajemnego oddziaływania drożdży *Geotrichum candidum* i grzybów testowych rodzaju *Fusarium* w hodowlach dwuorganizmowych na podłożu PDA, test biotyczny wg Manłki.

Evaluation of the interaction between *Geotrichum candidum* yeasts and indicator *Fusarium* genera fungi on PDA medium in dual culture (Manłka's biotic test).

| Lp. | Szczepy drożdży <i>G. candidum</i> Strains of <i>G. candidum</i> yeasts | Symbol Shortening | Stopień konkurencji drożdży <i>Geotrichum candidum</i> wobec: [punkty] Competition value of <i>G. candidum</i> yeasts to: [points] | | | | | | | | | | Suma [pkt] | |
|-----|---|-------------------|--|-----------------------------------|--|--------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----|----|------------|----|
| | | | <i>Fusarium graminearum</i> KF 375 | <i>Fusarium graminearum</i> GR7-6 | <i>Fusarium sporotrichoides</i> KF 196 | <i>Fusarium culmorum</i> M 292 | <i>Fusarium culmorum</i> 1 pszenica | <i>Fusarium poae</i> KF 617 | <i>Fusarium avenaceum</i> 3 | <i>Fusarium avenaceum</i> 1 | | | | |
| 1. | SC1 | O1 | +2 | +2 | +2 | +3 | +2 | +2 | +2 | +2 | +2 | -4 | 0 | 9 |
| 2. | SS32B1 | B1 | +1 | +2 | +2 | +2 | +2 | +2 | +2 | +3 | +3 | -4 | 0 | 8 |
| 3. | Sc12 | Sc12 | +1 | +2 | +2 | +3 | +2 | +2 | +2 | +3 | +3 | -5 | 0 | 8 |
| 4. | SS47D2 | D2 | +1 | +2 | +2 | +3 | +2 | +2 | +2 | +3 | +3 | -5 | 0 | 8 |
| 5. | KC3 | X3 | +2 | +2 | +2 | +5 | +2 | +1 | +2 | +2 | -4 | 0 | 0 | 10 |
| 6. | KB5 | X5 | +2 | +2 | +2 | +4 | +2 | +1 | +3 | +3 | -5 | -1 | 0 | 8 |
| 7. | SS228K2 | K2 | +2 | 0 | +2 | +4 | +2 | +2 | +2 | +2 | -3 | -1 | 0 | 8 |

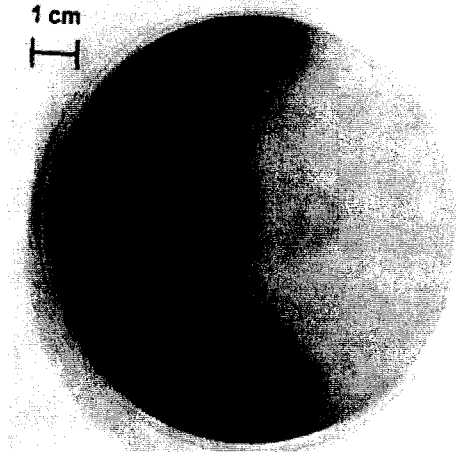
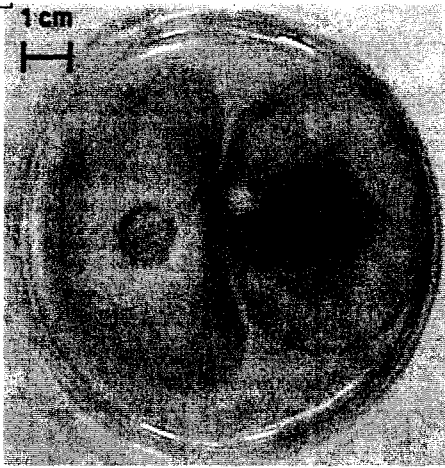
(+) – inhibicja wzrostu grzybów testowych (inhibition of the growth of indicator fungi)

(-) – inhibicja wzrostu drożdży *G. candidum* (inhibition of the growth of *G. candidum* yeasts)



Rys. 1. Redukcja wielkości kolonii *Fusarium sp.* przy obecności w agarze PDA drożdży *Geotrichum* (test punktowy). W hodowlach kontrolnych podłoże nie było szczepione drożdżami.

Fig. 1. Reduction in *Fusarium sp.* colony diameter in the presence of *G. candidum* yeasts in PDA agar medium (spot test). In the control cultures the medium was not inoculated with yeasts.

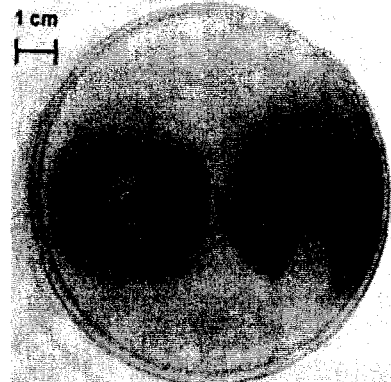
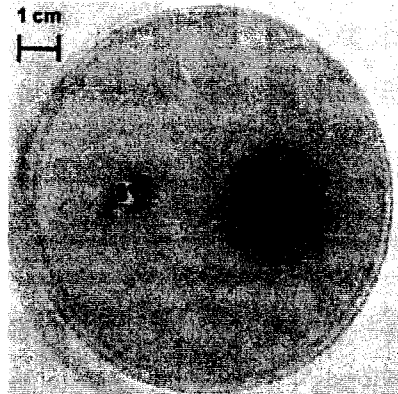
*G. candidum* KC3*F. avenaceum* 1*F. culmorum* M292*G. Candidum* Sc12

Brak wpływu

Hamowanie

Fot. 1. Interakcje pomiędzy drożdżami *G. candidum* a grzybami rodzaju *Fusarium* na podłożu PDA (test Mańki).

Fot. 1. Interaction between *G. candidum* yeasts and *Fusarium* species fungi on PDA growth medium (Mańka's biotic test).

*G. candidum* KC 3 wglębnie*F. graminearum* GR-6 *F. culmorum* M292*G. candidum* 1 wglębnie*F. graminearum* GR-6 *F. culmorum* M292

Fot. 2. Interakcje pomiędzy drożdżami *G. candidum* a grzybami rodzaju *Fusarium* na podłożu PDA (test punktowy).

Fot. 2. Interaction between *G. candidum* yeasts and *Fusarium* species fungi on PDA growth medium (spot test).

Większe zróżnicowanie w hamowaniu wzrostu grzybów w obrębie tego samego gatunku obserwowano w teście punktowym (rys. 1, fot. 2).

Najbardziej wrażliwe na obecność drożdży *Geotrichum candidum*, niezależnie od badanej kultury, były 3 szczepy grzybów: *F. sporotrichoides* KF196, *F. poae* KF617 i *F. graminearum* KF375, wzrost ich kolonii był ograniczany w zakresie od 75 do 92% w porównaniu z wielkością kolonii grzybów wyrastających na płytkach bez wgłębnie wsianych drożdży *G. candidum*. Wzrost pozostałych 5 szczepów grzybów był bardziej zróżnicowany i zależny od badanych kultur drożdży (ograniczenie wielkości kolonii wahało się od 4 do 87%). Najmniejszą redukcję wielkości kolonii szczepu *F. graminearum* GR7-6 stwierdzono w obecności drożdży *G. candidum* 1 i *G. candidum* SS47D₂, a szczepu *F. culmorum* M292 – w obecności 2 wyżej wymienionych gatunków oraz dodatkowo szczepu *G. candidum* SS32B₁. W przypadku szczepów gatunku *F. avenaceum* w teście punktowym otrzymano odmienne wyniki niż w teście Mańki. W obecności drożdży *G. candidum* zaobserwowano hamowanie wzrostu kolonii obu szczepów *F. avenaceum* (od 45 do 85%), podczas gdy w teście biotycznym grzyby hamowały wzrost drożdży. Przeprowadzona analiza statystyczna (tab. 2) wykazała brak istotnych różnic w oddziaływaniu pomiędzy szczepami *G. candidum* na *F. graminearum* KF 375 i *F. sporotrichoides* (oprócz szczepu Sc12). Istotne różnice stwierdzono pomiędzy szczepami drożdży w stosunku do *F. culmorum* M 292, *F. avenaceum* 3 i *F. culmorum* 1 (*pszenica*). W przypadku pozostałych szczepów testowanych grzybów nie wykazano istotnych różnic (grupy jednorodne) pomiędzy szczepami drożdży ograniczającymi w bardzo podobnym zakresie wielkość wyrastających kolonii grzybów (rys. 1).

Wyniki trzeciego testu, studzienkowego, potwierdziły wcześniejsze prace [1, 4, 5, 6] wskazujące na znaczącą rolę konkurencji w interakcjach między badanymi drobnoustrojami. Drożdże *Geotrichum candidum* w podłożach YPG, ME, PDA i Czapek wytwarzały różne metabolity, o czym świadczy zróżnicowany odczyn płynów pochodzących (tab. 3).

Liczni badacze wykryli wiele związków wytwarzanych przez te drobnoustroje, m.in. Jollivet i wsp. [9] wyodrębnili propanol, 2-metylopropanol, 3-metylo-3-pentanol, ketony metylowe, czy dimetylosulfid, a Dieuleveux i wsp. [2, 3] kwas D-3-indolimlekowy i kwas 3-fenylomlekowy. Dwa ostatnie związki działały antagoniście na patogeniczne bakterie *Listeria monocytogenes*.

Wytworzone przez testowane drożdże *G. candidum* metabolity nie wywoływały żadnej reakcji pozytywnej ani negatywnej wobec badanych gatunków grzybów *Fusarium*. Wyjątek stanowił szczep *G. candidum* Sc12, którego metabolity wytworzone w podłożu ME hamowały wzrost *F. avenaceum* 1 – jednego szczepu spośród 8 badanych (strefa inhibicji wokół studzienki – 2 mm). Otrzymane wyniki wskazują głównie na konkurencję szczepów *Geotrichum candidum* wobec szczepów *Fusarium*.

Tabela 2

Zróźnicowanie hamowania kolonii szczepów *Fusarium* przez różne szczepy *G. candidum* – specyfika szczepowa (istotność różnic $P < 0,05$) (test punktowy).

Differentiation of inhibition of the size of the *Fusarium* species colonies by different *G. candidum* strains – strain specification (significance of differences $P < 0,05$) (spot test).

| Czynnik zmienności/ differentiation factor [Procent inhibicji /inhibition percentage] | <i>F. graminearum</i> KF 375 | | | | |
|--|--|--|--|--|--|
| | Grupy jednorodne/ homogenous groups | | | | |
| O1 [-77,3] | | | | | |
| B1 [-77,3] | | | | | |
| Sc12 [-77,3] | | | | | |
| D2 [-77,3] | | | | | |
| X3 [-77,3] | | | | | |
| X5 [-77,3] | | | | | |
| K2 [-77,3] | | | | | |

| Czynnik zmienności/ differentiation factor [Procent inhibicji /inhibition percentage] | <i>F. graminearum</i> GR 7-6 | | | | |
|--|--|--|--|--|--|
| | Grupy jednorodne/ homogenous groups | | | | |
| O1 [-3,9] | | | | | |
| D2 [-40,7] | | | | | |
| B1 [-73,7] | | | | | |
| Sc12 [-78,9] | | | | | |
| X3 [-86,8] | | | | | |
| X5 [-86,8] | | | | | |
| K2 [-86,8] | | | | | |

| Czynnik zmienności/ differentiation factor [Procent inhibicji /inhibition percentage] | <i>F. culmorum</i> 1 pszenica | | | | |
|--|--|--|--|--|--|
| | Grupy jednorodne/ homogenous groups | | | | |
| K2 [-32,5] | | | | | |
| O1 [-43,7] | | | | | |
| X3 [-56,3] | | | | | |
| X5 [-58,3] | | | | | |
| B1 [-64,6] | | | | | |
| D2 [-66,7] | | | | | |
| Sc12 [-89,6] | | | | | |

| Czynnik zmienności/ differentiation factor [Procent inhibicji /inhibition percentage] | <i>F. culmorum</i> M. 292 | | | | |
|--|--|--|--|--|--|
| | Grupy jednorodne/ homogenous groups | | | | |
| D2 [-17,4] | | | | | |
| B1 [-20,9] | | | | | |
| O1 [-24,4] | | | | | |
| K2 [-51,2] | | | | | |
| X3 [-58,1] | | | | | |
| X5 [-62,8] | | | | | |
| Sc12 [-51,2] | | | | | |

| Czynnik zmienności/ differentiation factor [Procent inhibicji /inhibition percentage] | <i>F. avenaceum</i> 1 | | | | |
|--|--|--|--|--|--|
| | Grupy jednorodne/ homogenous groups | | | | |
| X5 [-42,9] | | | | | |
| B1 [-48,6] | | | | | |
| D2 [-68,6] | | | | | |
| X3 [-68,6] | | | | | |
| O1 [-85,7] | | | | | |
| Sc12 [-85,7] | | | | | |
| K2 [-85,7] | | | | | |

| Czynnik zmienności/ differentiation factor [Procent inhibicji /inhibition percentage] | <i>F. avenaceum</i> 3 | | | | |
|--|--|--|--|--|--|
| | Grupy jednorodne/ homogenous groups | | | | |
| B1 [-49,4] | | | | | |
| O1 [-52,9] | | | | | |
| X5 [-55,3] | | | | | |
| X3 [-57,6] | | | | | |
| Sc12 [-61,2] | | | | | |
| D2 [-61,2] | | | | | |
| K2 [-64,2] | | | | | |

| Czynnik zmienności/ differentiation factor [Procent inhibicji /inhibition percentage] | <i>F. sporotrichoides</i> KF 196 | | | | |
|--|--|--|--|--|--|
| | Grupy jednorodne/ homogenous groups | | | | |
| Sc12 [-75,0] | | | | | |
| O1 [-91,7] | | | | | |
| B1 [-91,7] | | | | | |
| D2 [-91,7] | | | | | |
| X3 [-91,7] | | | | | |
| X5 [-91,7] | | | | | |
| K2 [-91,7] | | | | | |

| Czynnik zmienności/ differentiation factor [Procent inhibicji /inhibition percentage] | <i>F. poae</i> KF 617 | | | | |
|--|--|--|--|--|--|
| | Grupy jednorodne/ homogenous groups | | | | |
| K2 [-64,7] | | | | | |
| Sc12 [-78,9] | | | | | |
| D2 [-85,9] | | | | | |
| X3 [-85,9] | | | | | |
| O1 [-88,2] | | | | | |
| B1 [-88,2] | | | | | |
| X5 [-88,2] | | | | | |

Tabela 3

Wartości pH po zakończeniu hodowli drożdży *Geotrichum candidum* na wybranych podłożach przy początkowym pH = 6,3.

The pH value after cultivation of *Geotrichum candidum* in selected media at initial pH = 6.3.

| Lp. | Szczep Strain | Podłoże hodowlane Culture medium | | | |
|-----|---|-------------------------------------|------|--------|------|
| | | YEG | ME | Czapek | PDA |
| 1. | <i>Geotrichum candidum</i> 1 | 8,81 | 8,10 | 7,80 | 7,15 |
| 2. | <i>Geotrichum candidum</i> SS32B ₁ | 8,72 | 8,20 | 8,00 | 7,15 |
| 3. | <i>Geotrichum candidum</i> Sc12 | 8,77 | 7,65 | 7,40 | 6,60 |
| 4. | <i>Geotrichum candidum</i> SS47D ₂ | 8,90 | 8,55 | 6,90 | 6,60 |
| 5. | <i>Geotrichum candidum</i> KC3 | 8,60 | 7,20 | 6,50 | 5,25 |
| 6. | <i>Geotrichum candidum</i> KB5 | 8,70 | 8,65 | 8,00 | 5,20 |
| 7. | <i>Geotrichum candidum</i> S228K ₂ | 8,47 | 6,80 | 8,20 | 6,20 |

Podobne wyniki uzyskiwali inni autorzy. Nielson i wsp. [13] wykazali również inhibicję różnych gatunków grzybów *Penicillium* i *Aspergillus* przez szybciej rosnące drożdże *Geotrichum candidum*. Boivin i Malanda [1] też sugerują, że hamowanie rozwoju grzybów w słodzie, przy zastosowaniu ww. drożdży jako szczepionki w procesie słodowania, jest wynikiem konkurencji kultury starterowej o składniki odżywcze i przestrzeń życiową. Są one wówczas zdolne do szybkiego opanowania środowiska i uniemożliwiają rozwój innych drobnoustrojów.

Otrzymane wyniki potwierdzają możliwość wykorzystania drożdży *G. candidum*, jako kultur starterowych w procesie słodowania, celem ograniczenia w słodzie rozwoju niepożądaney, w tym toksynotwórczej mikroflory.

Wnioski

1. Testowane drożdże *G. candidum* charakteryzowały się różną aktywnością antagonistyczną wobec grzybów rodzaju *Fusarium*, zależną od testowanego szczepu drożdży, jak i testowego szczepu grzyba.
2. Większą wrażliwością na obecność drożdży charakteryzowały się 3 gatunki grzybów: *F. graminearum*, *F. poae* i *F. sporotrichoides*, mniejszą gatunki *F. culmorum* i *F. avenaceum*.

3. Drożdże w różnym stopniu ograniczały wzrost szczepów należących do tego samego gatunku pleśni.
4. Antagonistyczna aktywność drożdży *G. candidum* w stosunku do grzybów rodzaju *Fusarium* była raczej wynikiem konkurencji niż antybiozy.
5. Spośród badanych kultur drożdży tylko szczep *G. candidum* Sc12 charakteryzował się konkurencją i antybiozą wobec grzybów *Fusarium*. Aktywne metabolity były wytwarzane na podłożu ME.
6. W przypadku szczepów gatunku *F. avenaceum* otrzymano w dwóch testach (Mańki i punktowy) odmienne wyniki – zatem interakcje między drobnoustrojami należy kontrolować różnymi metodami.

Literatura

- [1] Boivin P., Malanda M.: Improvement of malt quality and safety by adding starter culture during the malting process. Technical Quarterly, 1997, 2 (34), 96-101.
- [2] Dieuleveux V., Lemarinier S., Gueguen M.: Antimicrobial spectrum and target site of D-3-phenyllactic acid. Int. J. F. Microb., 1998, 40, 177-183.
- [3] Dieuleveux V., van der Pyl D., Chataud J., Gueguen M.: Purification and characterization of anti-*Listeria* compounds produced by *Geotrichum candidum*. Appl. Envir. Microb., 1998, 2 (64), 800-803.
- [4] Dziuba E., Wojtatowicz M., Stempniewicz R., Foszczyńska B.: The use of *Geotrichum candidum* starter cultures in malting of brewery barley. Food Biotechnol., 2000, 311-315.
- [5] Dziuba E., Wojtatowicz M., Stempniewicz R., Foszczyńska B.: Kultury starterowe jako czynnik ograniczający aktywność epifitycznej mikroflory jęczmienia i siodu. Biotechnologia, 1999, 2 (45), 167-175.
- [6] Dziuba E., Wojtatowicz M., Stempniewicz R., Foszczyńska B.: Zastosowanie kultur starterowych w procesie siodowania ziarna pszenżyta. Materiały konferencji Naukowej - Sielinko. 1998, s. 14-19.
- [7] Galiński P., Perkowski.: Zanieczyszczenia zbóż i pasz mykotoksynami. Stan aktualny i perspektywy rozwoju wybranych dziedzin produkcji pasz. Tom 6 pod red. J. Warchalewskiego, rozdział 4. Wyd. PTTŻ Oddział Wielkopolski Poznań 1998, s. 108-117.
- [8] Hansen TK., Jakobsen M.: Possible role of microbial interaction for growth and sporulation of *Penicillium roqueforti* in Danablu. Lait., 1997, 77, 479-488.
- [9] Jollivet N., Chataud J., Vayssier Y., Bensoussan M.: Production of volatile compounds in model milk and cheese media by eight strains of *Geotrichum candidum* Link. J. Dairy Res., 1994, 61, 241-248.
- [10] Mańka K.: Zbiorowisko grzybów jako kryterium oceny wpływu środowiska na choroby roślin. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 1974, 160, 14-17.
- [11] Molinard P., Lesschaevé J.: Bitterness and nitrogen fractions of mould ripened cheese of Camembert type: Impact of the association of *Penicillium camemberti* with *Geotrichum candidum*. Lait., 1994, 74, 361-374.
- [12] Molinard P., Vassal L.: Growth of *Penicillium camemberti* and *Geotrichum candidum* in pure and mixed cultures during experimental ripening of soft camembert type cheese. Lait., 1995, 1 (75) , 3-16.

- [13] Nielsen M.S., Frisvad J.C.: Colony interaction and secondary metabolite production of cheese-related fungi in dual culture. *J. Food Prot.*, 1998, **8** (51), 1023-1029.
- [14] Perkowski J.: Mikotoksyny w surowcach piwowsarskich i w piwie oraz w czasie jego otrzmywania. *Przem. Ferm.*, 2000, **11**, 14-16.
- [15] Tariq V.N., Campbell V.M.: Influence of volatile metabolites from *Geotrichum candidum* on other fungi. Short Communication., 1990, pp. 891-893.

EVALUATION OF THE OF *GEOTRICHUM CANDIDUM* ANTAGONISM TOWARDS TOXIGENIC FUNGI OF *FUSARIUM SP.*

S u m m a r y

In this paper the relationships between selected strains of *G. candidum* yeasts originating from different sources (malt, mould cheese) and toxigenic *Fusarium* species, which are common in corn seeds, have been examined. The three methods: biotic test, spot test and diffusion test were used for interaction between the microorganisms. Tested yeasts were grown on different media: PDA, ME, Czapek and YEG. It was proved that the antagonistic activity depends on the strain of yeasts and moulds. Three species of fungi *F. graminearum*, *F. sporotrichoides* and *F. poae* showed higher sensitivity to the yeasts presence, two other species *F. avenaceum* and *F. culmorum* were less sensitive. The process of slowing down the growth of the tested moulds was mainly the result of the competition for living space.

Key words: antagonism, toxigenic fungi, *Geotrichum*, *Fusarium*. ☒

MARCIN PIECZYŃSKI

MODYFIKACJA WŁAŚCIWOŚCI TECHNOLOGICZNYCH PROSZKU Z ŻÓŁTEK JAJ KURZYCH METODĄ AGLOMERACJI I JEGO TRWAŁOŚĆ PRZECHOWALNICZA

Streszczenie

W niniejszej pracy przedstawiono wyniki badań nad modyfikacją właściwości proszku z żółtek jaj kurzych na drodze aglomeracji. Otrzymano aglomerat o cechach proszku typu instant i przechowywano przez okres 9 miesięcy w opakowaniach gazoszczelnych z zastosowaniem trzech wariantów składu atmosfery. Wpływ atmosfery na badane próbki był nieistotny, a więc nie ma potrzeby podrażania procesu wytwarzaniem zmodyfikowanej atmosfery. Czas przechowywania wpływał istotnie na niektóre parametry proszku, jednak zaawansowanie tych procesów było niewielkie i nie dyskwalifikowało produktu.

Słowa kluczowe: proszek z żółtek jaj kurzych, aglomeracja, właściwości technologiczne, trwałość przechowalnicza.

Wprowadzenie

Produkt suszony ma przewagę nad formą płynną z uwagi na mniejszą masę, mniejsze wymagania przechowalnicze (nie wymaga warunków chłodniczych) i długą przydatność do spożycia, jednak w wyniku suszenia nie zawsze otrzymuje się produkt o pożądanym cechach technologicznych.

Mankamentami utrudniającymi szerokie zastosowanie proszku jajowego są: słaba sypkość uniemożliwiająca dozowanie do opakowań, trudna rozpuszczalność i powolna zwilżalność wynikająca z dużej zawartości tłuszczu. Rozwiązaniem jest aglomeracja proszku jajecznego, w wyniku której można się spodziewać poprawy ww. cech.

Aglomeracja polega na połączeniu małych cząstek proszku w większe twory – aglomeraty. W procesie aglomeracji biorą udział siły adhezji i kohezji, siły napięcia

powierzchniowego, siły kapilarne, siły van der Waalsa oraz siły oddziaływania elektrostatycznego [5].

Podczas rehydratacji proszku jajowego, na granicy faz produktu i wody wytwarza się cieniutka warstewka zwilżonych cząstek proszku, która utrudnia lub uniemożliwia przenikanie cieczy do wnętrza złoza proszku [4]. Produkt szybko rozpuszczalny i charakteryzujący się dobrą zwilżalnością można otrzymać przez zmianę struktury i wymiarów cząstek polidispersyjnego proszku w wyniku aglomeracji [4].

Proces aglomeracji powoduje wzrost objętości powietrza śródcząsteczkowego w aglomeratach, co podczas rehydratacji ułatwia dyspergowanie cząstek, z jednoczesnym wypieraniem powietrza śródcząsteczkowego przez wodę, zanim zdąży wytworzyć się roztwór o wysokiej lepkości [11]. Proszek niezaglomerowany, „rzucany” na wodę, utrzymuje się na powierzchni, a pęczniejące białka i hydrokoloidy tworzą lepką warstwę nieprzepuszczalną dla wody – rozpuszczenie wymaga intensywnego mieszania.

Aglomerat z żółtka jest narażony na niekorzystne procesy degradacji tłuszczów. Nienasycone kwasy tłuszczowe mogą być utleniane do nadtlenków i hydroksynadtlenków, a następnie do wtórnych produktów utleniania, takich jak aldehydy i ketony. Szybkość procesu zależy od: ilości tlenu, temperatury oraz obecności substancji działających pro- i antyutleniająco [9]. Spodziewać się można również hydrolitycznego rozkładu tłuszczów do mono- i dwuglicerydów, a następnie do wolnych kwasów tłuszczowych i glicerolu. Uwolnione kwasy mogą ulegać dalszym przemianom, w szczególności oksydacyjnym. Utleniony tłuszcz posiada mniejszą wartość odżywczą, związaną ze zmniejszeniem zawartości i strawności WNKT oraz witamin rozpuszczalnych w tłuszczach. Tłuszcze utlenione niszczą ponadto wiele substancji nietłuszczowych obecnych w produkcie, np. biotynę, ryboflawinę, kwas pantotenowy, kwas askorbinoowy i inne [2]. Utrudniają też wykorzystanie białka z racji pokarmowej oraz mogą uszkadzać błonę śluzową jelita cienkiego, tworząc ogniska martwicze i obrzęki [1]. Konsekwencją spożycia utlenionych tłuszczów mogą być biegunki, a nawet krwawienia z przewodu pokarmowego. Natomiast aldehydy, ketony i inne wtórne produkty utleniania lipidów mogą działać toksycznie na nerki, wątrobę i śledzionę [7]. Jednym ze sposobów uniknięcia, bądź znacznego opóźnienia degradacji tłuszczów jest pakowanie produktu w modyfikowanej atmosferze. Zapewnia ono lepsze zabezpieczenie jakości i umożliwia uzyskanie dłuższych okresów trwałości wielu produktów. Polega ono na zastąpieniu powietrza w opakowaniu mieszaniną gazów o odpowiednio dobranym składzie, w zależności od rodzaju pakowanego produktu.

Celem pracy była poprawa właściwości technologicznych proszku z żółtka jaj metodą aglomeracji, umożliwiającej zmodyfikowanie cech fizycznych proszku bez istotnych zmian jego parametrów chemicznych. Celem uzupełniającym było określenie zmian jakości aglomeratu w trakcie 9-miesięcznego przechowywania, w zależności od składu atmosfery opakowania.

Material i metody badań

Do badań użyto proszku z żółtek jaj kurzych, wyprodukowanego w Zakładach Jajczarskich OVOPOL w Nowej Soli.

Doświadczenie realizowano w dwóch etapach, które obejmowały (rys. 1):

- 1) otrzymanie aglomeratu ze sproszkowanych żółtek,
- 2) badania przechowalnicze aglomeratu.

Proces technologiczny aglomeratu prowadzono w Centralnym Laboratorium Przemysłu Koncentratów Spożywczych KONCLAB w Poznaniu, a obejmował on:

1. Produkcję aglomeratu ze sproszkowanych żółtek jaj, w urządzeniu do aglomerowania szwajcarskiej firmy Aeromatic, typ Strea 7.
2. Pakowanie aglomeratu w opakowania jednostkowe gazoszczelne, z zastosowaniem trzech wariantów składu atmosfery.

Proces aglomeracji prowadzono „na zimno”. Częstki proszku nawilżano 15% roztworem masy jajowej, do uzyskania zawartości wody w substracie na poziomie 5–15%, w wyniku czego zachodziło rozpuszczanie składników znajdujących się na powierzchni cząstek i ich zlepianie w aglomeraty [11]. Kolejną czynnością było suszenie powietrzem o temp. 70°C. Aglomerat był przesiewany przez sito o wielkości oczek 1 mm. Produktem finalnym były cząstki aglomeratu o średnicy poniżej 1 mm.

Aglomerat pakowano w jednostkowe woreczki z tworzywa sztucznego gazoszczelnego, trójwarstwowego (zewnątrzna warstwa to poliester, środkowa aluminium i wewnętrzna polietylen) uwzględniając trzy warianty składu atmosfery opakowania, a mianowicie: powietrze, próżnię (po usunięciu powietrza) oraz azot (po usunięciu powietrza z opakowania wpompowano do niego azot).

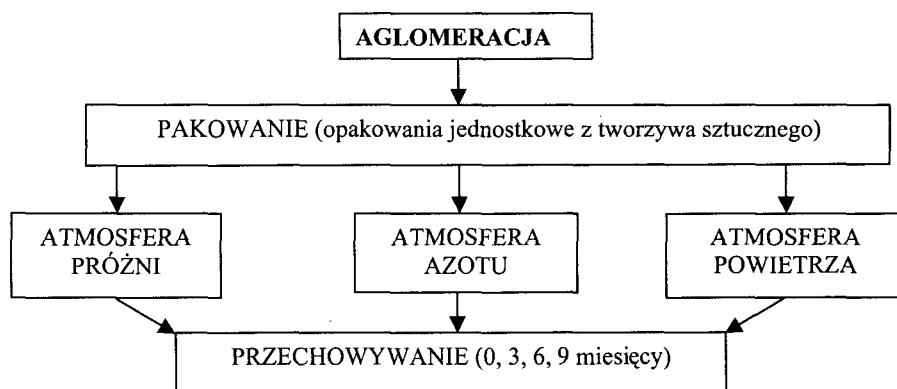
Próby przechowywano przez 9 miesięcy w ciemnym pomieszczeniu, w temperaturze pokojowej, a badania parametrów jakościowych przeprowadzano co 3 miesiące, począwszy od momentu ich zapakowania (próba „0”).

Wszystkie badania analityczne wykonywano w Katedrze Surowców Zwierzęcych Akademii Rolniczej we Wrocławiu.

W badaniach aglomeratu z żółtek jaj kurzych uwzględniono parametry fizykochemiczne, charakteryzujące właściwości technologiczne oraz określające jakość otrzymanego produktu. Obejmowały one oznaczenie:

- masy nasypowej – oznaczenie polegało na napełnieniu cylindra miarowego o pojemności 50 cm³ aglomeratem, zważeniu go i obliczeniu masy aglomeratu w jednostce objętości [6],
- zwilżalności – oznaczenie polegało na „rzuceniu” na 100 ml wody o powierzchni ok. 50 cm² o temp. 25°C, 3 g aglomeratu. Następnie mierzono czas [s] potrzebny do całkowitego zanurzenia się proszku w wodzie [metoda własna],
- rozpuszczalności [8],

- zawartości suchej masy metodą termiczną [6],
- zawartości tłuszczu metodą Soxhleta [6],
- zawartości białka ogólnego metodą Kjeldahla [6],
- zawartości azotu niebiałkowego – przeprowadzano reakcję 20% TCA z próbką, po czym w zlewce pozostawały tylko substancje azotowe niebiałkowe, które oznaczano metodą Kjeldahla,
- wskaźnika TBA [6].



Rys. 1. Schemat doświadczenia.

Fig. 1. Diagram of experiment.

W każdym wariancie zastosowanej atmosfery do wypełnienia opakowania wykonano po dwa powtórzenia na każdy z czterech badanych okresów, dzięki czemu uzyskano 24 próby. Ponadto wszystkie oznaczenia zostały wykonane w dwóch powtórzeniach.

Uzyskane wyniki zostały poddane analizie statystycznej przy użyciu programu Anova (na poziomie $\alpha = 0,05$) w celu określenia zmian fizycznych i chemicznych aglomeratu w zależności od zastosowanej atmosfery, czasu przechowywania i zaistniałych interakcji. Przeprowadzono dwuczynnikową analizę wariancji.

Wyniki i dyskusja

W dostępnej literaturze niewiele jest danych dotyczących aglomeracji proszku otrzymanego z treści jaj. Pewne obawy co do prowadzenia badań z tego zakresu mogą wynikać z faktu, że proszek z żółtek jaj kurzych zawiera 64% tłuszczu, a czym większa jest jego zawartość, tym trudniej wyprodukować aglomerat. Ponadto aglomeracja przeprowadzana była w warunkach sprzyjających degradacji tłuszczów i białek (podwyższona temperatura, silne napowietrzanie), co potencjalnie mogło pogorszyć właściwości sensoryczne, chemiczne i technologiczne aglomeratu.

Parametry technologiczne

Masa nasypowa jest oznaczeniem pozwalającym określić porowatość struktury aglomeratów, które są o ok. 1,5-krotnie lżejsze od proszku z żółtek. Wzrost masy nasypowej może świadczyć o pogorszeniu lub utracie przez proszek właściwości instant. Masa nasypowa aglomeratów z żółtek wahała się od $0,340 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ do $0,426 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ (tab. 1), bez żadnej tendencji, przy czym stwierdzono wzrost masy nasypowej aglomeratu przechowywanego w próżni.

Tabela 1

Parametry technologiczne charakteryzujące aglomerat z żółtek jaj kurzych.
Technology parameters of agglomerate of hen egg yolk powder.

| Czas i warunki przechow. Storage time | | Masa nasypowa Embankment mass [$\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$] | Zwilżalność Moistenty [s] | Rozpuszczalność Solubility [%] | Sucha masa Dry substance [%] |
|--|----|---|---------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|
| 0 | P | 0,378 | 2,10 | 85,50 | 97,53 |
| | PR | 0,380 | 1,95 | 85,70 | 98,06 |
| | N | 0,373 | 2,00 | 85,55 | 97,03 |
| 3 | P | 0,398 | 1,95 | 81,55 | 98,57 |
| | PR | 0,391 | 2,05 | 82,55 | 98,55 |
| | N | 0,391 | 1,90 | 80,15 | 98,72 |
| 6 | P | 0,363 | 2,10 | 78,70 | 97,05 |
| | PR | 0,416 | 5,50 | 73,25 | 97,46 |
| | N | 0,373 | 2,05 | 72,75 | 97,40 |
| 9 | P | 0,341 | 3,85 | 65,45 | 98,28 |
| | PR | 0,368 | 5,50 | 65,00 | 98,34 |
| | N | 0,345 | 3,90 | 65,75 | 98,17 |

Objaśnienia:

0, 3, 6, 9 – czas przechowywania w miesiącach / 0, 3, 6, 9 – storage time in months.

Atmosfera przechowywania: P – powietrze, PR – próżnia, A – azot.

Atmosphere of storage: P – air, PR – vacuum, N – nitrogen

Na podstawie analizy statystycznej można stwierdzić, że ani czas przechowywania, ani atmosfera opakowania nie miały istotnego wpływu na masę nasypową.

Zwilżalność jest jedną z najważniejszych cech aglomerowanego proszku typu instant, gdyż produkt dobrze zwilżalny łatwo miesza się z wodą, nie tworząc grudek. W każdym wariantcie atmosfery i w każdym momencie przechowywania była ona bardzo dobra. Wahała się w granicach od niecałych 2 do blisko 6 s, przy czym wartość 5,5 s stwierdzono tylko w przypadku aglomeratu przechowywanego w atmosferze próżni po 6 i 9 miesiącach. W pozostałych przypadkach czas zwilżania nie przekraczał 4 s.

Przeprowadzona analiza statystyczna wykazała, że wpływ zarówno czasu przechowywania, jak i atmosfery przechowywania był nieistotny.

Rozpuszczalność odpowiada na pytanie: w jakim stopniu dany produkt rozpuścił się w rozpuszczalniku (w tym przypadku w wodzie). W przypadku produktu typu instant powinna być ona jak najwyższa. Wartość rozpuszczalności aglomeratu z żółtek jaj podczas przechowywania wahała się w granicach od 85% w produkcie wyjściowym do 65% po 9 miesiącach przechowywania.

Analiza statystyczna wyników wykazała istotny wpływ czasu przechowywania, a nieistotny atmosfery opakowania na wartość rozpuszczalności. W trakcie 9-miesięcznego przechowywania stwierdzono aż 20% spadek rozpuszczalności, natomiast wyniki uzyskane w przypadku poszczególnych atmosfer różnią się między sobą często jedynie w wartościach dziesiątych procenta. Istotny spadek rozpuszczalności wynikał prawdopodobnie z faktu rozpadu w czasie cząstek aglomeratu do postaci proszku. Należałoby przeprowadzić badania mikroskopowe, które potwierdziłyby to przypuszczenie.

Poziom suchej masy w produkcie dostarczał informacji, czy aglomerat chłonie wilgoć z atmosfery. Fakt chłonięcia wody z atmosfery mógłby spowodować zbrylanie się produktu i utratę sytkości oraz właściwości szybkiego i łatwego rozpuszczania się. Zawartość suchej masy w aglomeracie wahała się w granicach 97–98% (tab. 1). Nie wykazano statystycznie istotnego wpływu czasu przechowywania ani atmosfery opakowania na zawartość suchej masy.

Parametry chemiczne

Zawartość tłuszczu w aglomeracie z żółtek wahała się w granicach 36–48%. Wykazano statystycznie istotny spadek zawartości tłuszczu – o około 12% – podczas 9-miesięcznego przechowywania oraz nieistotny wpływ atmosfery opakowania. Prawdopodobnie tłuszcz uległ degradacji, na co wskazywałyby wzrost wskaźnika TBA. Istnieje możliwość, że nastąpiła łańcuchowa reakcja rozkładu na etapie aglomeracji w trakcie silnego napowietrzania przy podwyższonej temperaturze, czyli jeszcze przed zapakowaniem w opakowania gazoszczelne. Jednak aby potwierdzić tę tezę, należałoby przeprowadzić szczegółowe badania. Nie badano migracji tłuszczu na ścianki opakowania. Różnice w zawartości tłuszczu w odniesieniu do poszczególnych atmosfer były bardzo niewielkie – nieco powyżej 0,5%.

Wartość wskaźnika TBA wahała się w granicach od 1,0 do 1,3. W trakcie przechowywania zauważalna była nieznaczna (o 0,3) tendencja wzrostowa wartości tego wskaźnika. Świadczyła ona o postępujących procesach degradacji kwasów tłuszczowych – wzroście stopnia utlenienia lipidów. Różnice wyników pomiędzy poszczególnymi wariantami atmosfery były dużo mniejsze, zaledwie o 0,02–0,03.

Statystycznie wykazano istotny wpływ czasu przechowywania oraz nieistotny atmosfery opakowania na wartość wskaźnika TBA.

Zawartość białka ogólnego wahała się w granicach od około 33,7 do 32,2% po 9 miesiącach przechowywania (tab. 2). Spadek jego zawartości o 1–1,5% był statystycznie nieistotny zarówno w przypadku czasu przechowywania, jak i atmosfery opakowania.

Tabela 2

Parametry chemiczne charakteryzujące aglomerat z żółtek jaj kurzych.
Chemical parameters of agglomerate of hen egg yolk powder.

| Czas i warunki przechow. Storage time | | Zawartość tłuszczu Fat content [%] | Wartość wskaźnika TBA | Zawartość białka ogółem Total protein content [%] | Zawartość azotu niebiałkowego Nonprotein nitrogen content [%] |
|--|----|---------------------------------------|-----------------------|--|--|
| 0 | P | 47,37 | 1,00 | 33,55 | 0,140 |
| | PR | 48,15 | 1,10 | 33,50 | 0,140 |
| | N | 46,27 | 1,03 | 33,90 | 0,140 |
| 3 | P | 48,65 | 1,09 | 32,10 | 0,110 |
| | PR | 48,48 | 1,06 | 32,80 | 0,110 |
| | N | 48,08 | 1,19 | 32,80 | 0,110 |
| 6 | P | 43,63 | 1,22 | 32,55 | 0,135 |
| | PR | 43,32 | 1,22 | 32,15 | 0,135 |
| | N | 43,77 | 1,11 | 32,90 | 0,135 |
| 9 | P | 36,75 | 1,23 | 31,55 | 0,145 |
| | PR | 36,66 | 1,29 | 32,70 | 0,160 |
| | N | 36,23 | 1,29 | 32,30 | 0,120 |

Objaśnienia symboli jak w tab. 1. / Explanation of symbols as in tab. 1.

Zawartość azotu niebiałkowego świadczy o ilości związków pochodzących z rozkładu substancji białkowych, mogących niekorzystnie zmieniać walory smakowo-zapachowe produktu. Zawartość azotu niebiałkowego kształtowała się w trakcie przechowywania na poziomie od 0,11 do 0,16% (tab. 1), bez wyraźnej tendencji. Różnice w wartościach pomiędzy poszczególnymi wariantami czasu przechowywania i atmosfery były nieznaczne, a wyniki w odniesieniu do poszczególnych atmosfer były często identyczne.

Przeprowadzona analiza statystyczna wykazała nieistotny wpływ zarówno czasu przechowywania, jak i atmosfery opakowania na zawartość azotu niebiałkowego.

Spośród parametrów technologicznych czas przechowywania miał istotny wpływ tylko na wartość rozpuszczalności. Spośród parametrów chemicznych stwierdzono, że

czas przechowywania miał istotny wpływ na spadek zawartości tłuszczu i wzrost wskaźnika TBA. Jednakże spadek zawartości tłuszczu był niewspółmiernie duży (aż 12%) w stosunku do wzrostu wskaźnika TBA (o 0,3), informującego o powstałych utlenionych lipidach. Należałoby przeprowadzić analizę zawartości tłuszczu kilkoma różnymi metodami, co pozwoliłoby wykazać jego zawartość z większą dokładnością oraz wybrać najlepszą metodę.

Dyskusja

Ze względu na brak innych danych literaturowych dotyczących aglomeracji proszku z żółtek jaj lub jaj całych przeprowadzono porównanie wyników z danymi uzyskanymi przez Trziszkę i wsp. [10]. Ww. autorzy przechowywali aglomerat z proszku jaj kurzych całych w stojach typu Twist-Off, w temperaturze pokojowej przez okres 9-miesięcy.

Trziszka i wsp. [10] uzyskali wartość masy nasypowej w przedziale od $0,282 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ na początku okresu przechowywania do $0,291 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ po 9-miesiącach przechowywania, a więc wyprodukowany przez nich aglomerat cechował się mniejszą masą nasypową w porównaniu z masą nasypową aglomeratu z żółtek jaj (średnio ok. $0,37 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$), a tym samym większą porowatością. Jednakże masy nasypowe uzyskane w obu doświadczeniach były zdecydowanie niższe od masy nasypowej proszku niezaglomerowanego – odpowiednio od $0,387$ do $0,407 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ [10].

Zwilżalność proszku z jaj całych wg Trziszki i wsp. [10] wynosiła 302,6 s na początku okresu przechowywania i 280,6 s po 9 miesiącach. Wartości zwilżalności aglomeratu z jaj całych były ok. 30-krotnie niższe i wynosiły odpowiednio 9,0 i 10,5 s. Zwilżalność aglomeratu z żółtek, mimo wyższej zawartości tłuszczu niż w aglomeracie z jaj całych, była jeszcze lepsza – ok. 2 s na początku doświadczenia i ok. 4 s po 9-miesięcznym przechowywaniu (wyjątkiem był aglomerat przechowywany w próżni, którego zwilżalność wynosiła po 6 i 9 miesiącach przechowywania 5,5 s). Zmiana struktury z proszku w aglomerat spowodowała, że aglomerat bez dodatkowych sił z zewnątrz w pełni mieszał się z rozpuszczalnikiem w czasie kilkadziesiąt razy krótszym niż proszek.

Wartość rozpuszczalności aglomeratu wg Trziszki i wsp. [10] wynosiła na początku okresu przechowywania 91,3% i spadła po 9 miesiącach przechowywania do 64%. Dane dotyczące proszku niezaglomerowanego były do nich bardzo zbliżone – odpowiednio 94,3% i 63,8%. Tę samą tendencję stwierdzono również w przypadku aglomeratu z żółtek jaj, gdyż nastąpił istotny spadek rozpuszczalności w czasie, od ok. 85% na początku doświadczenia do ok. 65% po 9 miesiącach przechowywania, niezależnie od składu atmosfery.

Zawartość suchej masy, w doświadczeniu Trziszki i wsp., w proszku i aglomeracie była prawie stała w czasie całego czasu przechowywania i wynosiła ok. 95%. Wy-

niki uzyskane w badaniach aglomeratu z żółtek jaj były o ok. 3% wyższe, co mogło być spowodowane wyższą zawartością tłuszczu w aglomeracie z żółtek, a tym samym mniejszą zawartością w suchej masie substancji hydrofilowych.

Trziszka i wsp. [10] stwierdzili nieistotny spadek tłuszczu (z 41,3% w okresie „0” do 40,6% po 9 miesiącach przechowywania) i istotny wzrost liczby TBA (z 0,09 na początku doświadczenia do 0,73 na końcu). Zawartość tłuszczu w aglomeracie i proszku była praktycznie identyczna, natomiast ilość substancji pochodzących z rozpadu tłuszczów była większa w przypadku proszku (odpowiednio 0,08 i 0,81). W aglomeracie z żółtek jaj stwierdzono istotną zmianę obu wskaźników, tzn. spadek zawartości tłuszczu z 48% do 36% oraz wzrost wskaźnika TBA z 1,0 do 1,3. W aglomeracie z jaj całych spadek tłuszczu był nieistotny, natomiast wzrost liczby TBA zdecydowanie większy niż w aglomeracie z żółtek jaj, choć wartościowo niższy. Bardziej niekorzystne zmiany w tłuszczach w aglomeracie z żółtek jaj w porównaniu z aglomeratem z jaj całych była spowodowana 1,5-krotnie większą zawartością tłuszczu. Oba doświadczenia wskazują, że w aglomeracie zachodzą niekorzystne zmiany tłuszczów, jednak należałoby przeprowadzić dokładną analizę produktów rozpadu tłuszczów, żeby stwierdzić stan jakości aglomeratu pod tym względem.

Zawartość białka w aglomeracie wyprodukowanym przez Trziszkę i wsp. wynosiła 47,7 na początku doświadczenia i 47,0 na końcu i nie uległa statystycznie istotnej zmianie. Zawartość białka oznaczona w proszku z jaj całych była nieistotnie wyższa – odpowiednio 48,0 i 47,4. Zawartość białka w aglomeracie z żółtek jaj była niższa, ale jej spadek w czasie przechowywania z ok. 33,7 do 32,0 był również nieistotny.

W przedstawionym doświadczeniu przeprowadzono jedynie część badań określających parametry fizykochemiczne wytworzonego aglomeratu. Na podstawie tych wyników należałoby przeprowadzić dalsze, szczegółowe badania, ukierunkowane na analizę przyczyn spadku rozpuszczalności aglomeratu w czasie przechowywania, precyzyjną analizę zawartości tłuszczów oraz analizę produktów rozpadu tłuszczów.

Wnioski

1. Aglomeracja proszku z żółtek jaj kurzych spowodowała poprawę jego cech fizycznych, umożliwiając m.in. łatwe rozpuszczanie aglomeratu bez konieczności intensywnego mieszania oraz precyzyjne dozowanie niewielkich jego ilości. Tym samym uzyskano istotną poprawę właściwości technologicznych zmodyfikowanego produktu.
2. Parametry chemiczne uległy niewielkiej zmianie podczas procesu aglomeracji, dzięki czemu aglomerat z żółtek jaj może być uznany za pełnowartościowe żółtko.
3. Czas przechowywania aglomeratu miał istotny wpływ na wartość rozpuszczalności oraz na zawartość tłuszczu i wartość wskaźnika TBA. Zmiany te nie dyskwalifują

fikowały produktu pod względem możliwości spożycia, jednak najlepszą jakość zachował on podczas 3 miesięcy przechowywania.

4. Wpływ atmosfery opakowania na jakość aglomeratu był nieistotny. Nie ma więc konieczności podrażniania procesu przez modyfikowanie atmosfery i stosowanie specjalnych opakowań. Jedynie w przypadku aglomeratu przechowywanego w atmosferze próżni obserwowano podatność delikatnej struktury tego produktu na destrukcję.
5. Poprawa cech technologicznych proszku z żółtek jaj kurzych za pomocą aglomeracji daje możliwość usprawnienia wielu procesów w przemyśle spożywczym i otwiera możliwość tworzenia nowych produktów.

Literatura

- [1] Budzyńska-Topołowska J.: Fizjologiczne działanie tłuszczów utlenionych. Materiały Sympozjum „Kontrola procesów oksydacji lipidów w żywności w świetle postępow chemii i techniki analitycznej”. NOT, Gdańsk 1976.
- [2] Budzyńska-Topołowska J., Ziemiański Ś.: Zmiany zachodzące w tłuszczach i ich wpływ na wartość odżywczą. Żyw. Czł. i Metab., 1992, **2**, 114.
- [3] Jensen J.D.: Metody instantyzacji koncentratów napojów w proszku. Biuro Informacji Technicznej. NOT, Poznań 1979, s.1-16.
- [4] Lewicki P., Galoch I.: Aglomerowanie produktów spożywczych. Przem. Spoż., 1979, **2**, 42.
- [5] Lewicki P.: Inżynieria procesowa i aparatura przemysłu spożywczego. Praca zbiorowa, WNT Warszawa 1990, t. I - Procesy mechaniczne. t. II - Procesy przenoszenia ciepła i masy.
- [6] Ładoński W., Gospodarek T.: Podstawowe metody analityczne produktów żywnościowych. PWN. Warszawa 1986.
- [7] Maniak B., Targoński Z.: Przeciwutleniające naturalne występujące w żywności. Przem. Ferm. Owoc. Warz., 1996, **4**, 7.
- [8] PN-A-86509: Przetwory jajowe – badania fizykochemiczne.
- [9] Tokarz A.: Aldehydy jako produkty procesu utleniania tłuszczowców. Brom. Chem. Toksykolog., 1990, **23**, 127.
- [10] Trziszka T., Smolińska T., Kopeć W.: Zmiany przechowalnicze w aglomerowanych proszkach jajowych. Przem. Spoż., 1986, **2**, 43.
- [11] Ziajka S., Dzwolak W., Żbikowski Z.: Aglomeracja mleka w proszku. Przegl. Mlecz., 1993, **10**, 271.

TECHNOLOGICAL PROPERTIES MODIFICATION OF EGG YOLK POWDER BY AGGLOMERATION METHOD AND ITS STORAGE STABILITY

S u m m a r y

The experiment results on modification of hen egg yolk powder properties by agglomeration were presented in this article. The agglomerate as a powder type instant was stored during nine months in hermetic

packings with three variants of modified atmosphere. The atmosphere effect on analysed product was insignificant, so there is no necessity to make more expensive production by modification of atmosphere. Storage time had significant effect on some powder parameters, but advancing of these processes was irrelevant and did not disqualificate the product at all.

Key words: hen egg yolk powder, agglomeration, technological properties, storage stability. ☒

RENATA RYBICKA

WALIDACJA ENZYMATYCZNEJ METODY OZNACZANIA ZAWARTOŚCI CUKRÓW W NAPOJACH BEZALKOHOLOWYCH, NIEGAZOWANYCH

Streszczenie

Zgodnie z normą PN-EN ISO/IEC 17025:2000 [13], przed wprowadzeniem nowej metody do badań, laboratorium powinno potwierdzić, że jest w stanie prawidłowo ją realizować. Analizie poddano metodę enzymatyczną oznaczania zawartości cukrów w napojach stosując test enzymatyczny firmy Boehringer Mannheim.

W pracy sprawdzono metodykę oznaczania zawartości D-glukozy, D-fruktozy i sacharozy w napoju bezalkoholowym, niegazowanym w oparciu o standardy dostępne w teście oraz przeprowadzono ocenę statystyczną metody. Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że powyższa metoda nadaje się do zastosowania w warunkach laboratorium.

Słowa kluczowe: cukry, napoje, enzymatyczna metoda oznaczania cukrów, walidacja metody.

Wstęp

W ostatnich latach wzrasta produkcja soków i napojów owocowych w kraju, dlatego istnieje potrzeba wzmoczonej kontroli jakości wyżej wymienionych produktów. Jednym z ważniejszych kryteriów przy ocenie napojów jest zawartość w nich cukrów, a zwłaszcza glukozy i fruktozy.

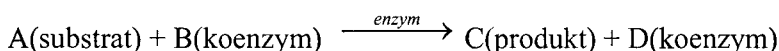
Wg normy PN-90/A-75101/07 [12], zawartość cukrów w sokach i napojach oznacza się metodą Lane-Eynona. Metoda ta oparta jest na redukcji soli miedzi przez cukry redukujące, tzn. cukry zawierające wolne grupy karbonylowe [1, 5]. Metoda ta nie jest specyficzna do oznaczania cukrów, co znaczy, że uzyskane wyniki nie są

związane wyłącznie z obecnością w roztworze cukrów redukujących, ale stanowią o ogólnej zdolności redukcyjnej badanego roztworu.

Od blisko 20 lat, w analizie węglowodanów coraz popularniejsze stają się metody enzymatyczne, w których wykorzystuje się katalityczną aktywność określonych enzymów. W ostatnich latach zaczynają one odgrywać coraz większą rolę w rutynowej kontroli jakości surowców i produktów spożywczych [4].

Najczęściej wykorzystywaną podstawą enzymatycznych metod ilościowego oznaczania substancji jest test optyczny odkryty przez O. Warburga w 1935 r., polegający na fotometrycznym pomiarze stężenia koenzymów pirydynowych przenoszących wodór NAD, NADH, NADP, NADPH.

Ogólny mechanizm reakcji przedstawić można w następujący sposób:



W przedstawionym mechanizmie w stosunkowo prosty sposób przy użyciu fotometru można oznaczyć stężenie utlenionej lub zredukowanej formy koenzymu [4].

Rozwinięciem metod enzymatycznych jest zastosowanie biosensorów. Jednym z typów biosensorów są elektrody enzymatyczne reagujące na obecność specyficznej substancji chemicznej i dające sygnał elektryczny proporcjonalny do stężenia tej substancji. W wyniku reakcji enzymatycznej zmiany stężenia jonów, pH, emisji światła itp. mogą zostać przetworzone w sygnał elektroniczny przy zastosowaniu potencjometrii, amperometrii, termistorów, tranzystorów efektu pola (FET) itp. W elektrodach enzymatycznych, służących do analiz zawartości cukrów, stosuje się różne rozwiązania polegające na unieruchomieniu enzymu za pomocą reakcji immunologicznych, zewnętrznym buforowaniu układu, kowalencyjnym unieruchamianiu enzymu na błonie kolagenowej elektrody gazowej, fizycznej adsorpcji enzymu bezpośrednio na elektrodzie amperometrycznej [14].

Największą zaletą metod enzymatycznych, której nie mają inne metody, jest wysoka specyficzność, pozwalająca na analizowanie kompleksowych mieszanin bez wstępnego rozdzielania oraz wykrywanie i oznaczanie bardzo niskich stężeń różnych substancji [1, 4, 6, 8, 14].

Norma PN-EN 1140: 1999: Soki owocowe i warzywno. Oznaczanie enzymatyczne zawartości D-glukozy i D-fruktozy. Metoda spektrometryczna z NADPH [11] – opisuje metodę oznaczania zawartości tych dwóch cukrów w sokach owocowych, sokach zagęszczonych i w proszku oraz w nektarach. W laboratorium rozszerzono tę metodę o oznaczanie zawartości cukrów w napojach.

Celem pracy było przeprowadzenie walidacji enzymatycznej metody oznaczania zawartości cukrów, zastosowanej do analizy napojów bezalkoholowych i niegazowa-

nych, a w konsekwencji potwierdzenie kompetencji laboratorium [13] do jej przeprowadzania.

Materiał i metody badań

Ze względu na to, że norma [11] dopuszcza stosowanie dostępnego w handlu uniwersalnego zestawu do testów, w analizie zawartości cukrów w napojach wykorzystano test enzymatyczny firmy Boehringer Mannheim. Test ten, w porównaniu z normą odnoszącą się do soków, umożliwia również oznaczanie zawartości sacharozy.

Materiały

Analizie poddano napój bezalkoholowy, niegazowany, pomarańczowy należący wg normy PN-94/A-79034 [10] do grupy C-2. Grupa ta obejmuje napoje zawierające naturalne lub identyczne z naturalnymi składniki smakowo-aromatyczne i barwniki, produkowane na bazie wody pitnej, z sokami owocowymi zagęszczonymi, emulgowanymi i liofilizowanymi.

Do oznaczeń stężenia sacharozy, glukozy i fruktozy w napoju zastosowano test enzymatyczny Sucrose/D-Glucose/D-Fructose Cat. No. 716260 firmy Boehringer Mannheim.

Wykorzystano standard D-glukozy i sacharozy dostępny w teście.

Aparatura

- Spektrofotometr Unicam UV/VIS 8625, rok prod. 1991.
- Kuwety szklane z 10mm długością drogi optycznej światła.
- Pipety automatyczne poj. 20 μ l, 20–200 μ l, 0,2–2 ml.

Wykonanie oznaczenia

Oznaczenia wykonano zgodnie z metodyką ustaloną przez producenta i załączoną do testu [7]. Do badań użyto próbę rozcieńczoną objętościowo 100 razy, bez uprzedniego odbiałczenia. Schemat postępowania zamieszczono w tab. 1.

Zasada metody

Podstawą tej metody są specyficzne reakcje substratu katalizowane przez enzym i prowadzące do powstania produktu, którego stężenie daje się zmierzyć spektrofotometrycznie.

Ogólnie zasada metody polega na tym, że D-glukoza i D-fruktoza ulegają fosforylacji podczas enzymatycznie katalizowanej reakcji z udziałem heksokinazy (HK) i ATP, a ilość utworzonego NADPH odpowiadająca ilości D-glukozy i/lub D-fruktozy, mierzona jest spektrometrycznie [1, 6, 8, 9, 11].

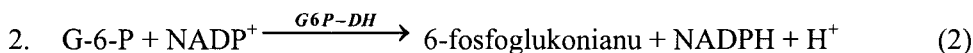
W teście tym stężenie D-glukozy oznaczane jest przed oraz po enzymatycznej hydrolizie sacharozy. D-fruktoza oznaczana jest po oznaczeniu D-glukozy.

Oznaczenie D-glukozy przed inwersją

Przy pH 7,6 enzym heksokinaza katalizuje fosforylowanie D-glukozy przez ATP przy jednoczesnym powstaniu ADP (1).



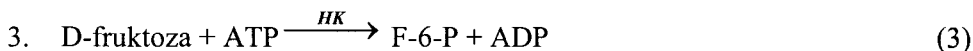
W obecności dehydrogenazy glukozo-6-fosforanowej glukozo-6-fosforan jest specyficznie utleniany przez NADP do 6-fosfoglukonianu przy powstawaniu zredukowanego NADPH (2).



NADPH powstały w wyniku tej reakcji jest stechiometryczny do ilości D-glukozy i jest mierzony metodą absorpcji światła przy 340 nm.

Oznaczenie D-fruktozy

Heksokinaza katalizuje również fosforylowanie D-fruktozy do fruktozo-6-fosforanu przy udziale ATP (3).



Po zakończeniu reakcji (3) fruktozo-6-fosforan zmienia się pod wpływem izomerazy fosfoglukozowej w glukozo-6-fosforan (4).



Glukozo-6-fosforan ponownie reaguje z NADP tworząc 6-fosfoglukonian i NADPH (2). Ilość powstałego teraz NADPH jest stechiometryczna do ilości D-fruktozy.

Inwersja enzymatyczna

Przy pH 4,6 sacharoza jest hydrolizowana enzymem β -fruktozydazą (inwertazą) do D-glukozy i D-fruktozy (5).

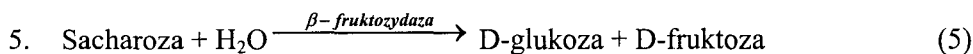


Tabela 1

Schemat postępowania przy oznaczaniu cukrów metodą enzymatyczną / Procedure.

| Odmierzyć pipetą do kuwet Pipette into cuvettes | Próba zerowa sacharozy Blank sucrose sample | Próba sacharozy Sucrose sample | Próba zerowa D-glukozy D-fruktozy Blank D-glucose D-fructose sample | Próba D-glukozy D-fruktozy D-glucose D-fructose sample |
|---|--|-----------------------------------|--|---|
| β-fruktozydaza butelka (1) solution 1 | 0,200 ml | 0,200 ml | ---- | ---- |
| Roztwór próbki Sample solution | ---- | 0,100 ml | ---- | 0,100 ml |
| Wymieszać, inkubować przez 15 min w temp. 20-25°C/ Mix, incubate for 15 min at 20-25°C | | | | |
| Dodać:/ Addition of: | | | | |
| NADP, ATP butelka (2) solution 2 | 1,000 ml | 1,000 ml | 1,000 ml | 1,000 ml |
| Woda redestyl. Redest. water | 1,800 ml | 1,700 ml | 2,000 ml | 1,900 ml |
| Wymieszać, odczytać wartości absorbancji roztworów po około 3 min (A ₁)/ Mix, read absorbances of the solutions after approx. 3 min (A ₁) | | | | |
| Rozpocząć reakcję dodając:/ Start reaction by addition of: | | | | |
| butelka (3)/ suspension 3 | 0,020 ml | 0,020 ml | 0,020 ml | 0,020 ml |
| Wymieszać, odczekać do końca reakcji (około 10 – 15 min) i odczytać wartość absorbancji roztworów (A ₂)/ Mix, wait for completion of the reaction (approx. 10-15 min) and read absorbances of the solutions (A ₂) | | | | |
| Dodać:/ Addition of: | | | | |
| butelka (4)/ suspension 4 | --- | --- | 0,020 ml | 0,020 ml |
| Wymieszać, odczytać wartość absorbancji roztworów po 10 – 15 min (A ₃)/ Mix, read absorbances of the solutions after 10-15 min (A ₃) | | | | |

Objaśnienia / Notes:

- butelka (3) -zawiesina heksokinazy i dehydrogenazy glukozy-6-fosforanowej
suspension 3 – hexokinase and glucose 6-phosphate dehydrogenase suspension
butelka (4) -zawiesina izomerazy fosfoglukozowej
suspension 4 – phosphoglucose isomerase suspension

Oznaczenie D-glukozy po inwersji (całkowitej D-glukozy) dokonuje się zgodnie z zasadą opisaną powyżej.

Zawartość sacharozy oblicza się na podstawie różnicy stężenia D-glukozy przed i po inwersji enzymatycznej.

Symbole:

| | |
|-----------------------|--|
| HK | heksokinaza (EC 2.7.1.1.) |
| ATP | Adenozyno-5'-trifosforan |
| ADP | Adenozyno-5'-difosforan |
| NADP | Fosforan dinukleotydu β -nikotynoamido-adeninowego |
| NADPH | Fosforan dinukleotydu β -nikotynoamido-adeninowego |
| G6P-DH | Dehydrogenaza glukozy-6-fosforanowa (EC 1.1.1.49.) |
| G-6-P | Glukozy-6-fosforan |
| F-6-P | Fruktozy-6-fosforan |
| PGI | izomeraza fosfoglukozy (EC 5.3.1.9.) |
| β -fruktozydaza | = β -D-fruktofuranozydaza (EC 3.2.1.26.) |

Obliczenia

Obliczanie stężenia substancji w rozcieńczonym roztworze na podstawie pomiarów absorbancji oparto na prawie Beera-Lamberta.

$$c = \frac{V_1 \cdot MW \cdot F}{\varepsilon \cdot d \cdot V_2 \cdot 1000} \cdot \Delta A \quad [g/l]$$

- V_1 – objętość końcowa [ml]
 V_2 – objętość próby [ml]
 MW – masa cząsteczkowa oznaczanej substancji [g/mol]
 d – długość drogi optycznej kuwety [cm]
 F – rozcieńczenie próby
 ε – współcz. ekstynkcji NADPH: przy 340 nm $\varepsilon = 6,3 [l \cdot mmol^{-1} \cdot cm^{-1}]$
 ΔA – różnica absorbancji

$$\Delta A = (A_2 - A_1)_{\text{próba badana}} - (A_2 - A_1)_{\text{próba ślepa}}$$

$$\Delta A_{\text{glukozy}} = (A_2 - A_1)_{\text{próba badana}} - (A_2 - A_1)_{\text{próba ślepa}}$$

$$\Delta A_{\text{fruktozy}} = (A_3 - A_2)_{\text{próba badana}} - (A_3 - A_2)_{\text{próba ślepa}}$$

$$\Delta A_{\text{sacharozy}} = \Delta A_{\text{całk.D-glukozy (po inwersji)}} - \Delta A_{\text{D-glukozy (przed inwersją)}}$$

Wyniki i dyskusja

W poniższej pracy sprawdzono metodę oznaczania cukrów w oparciu o standardy dostarczone w teście. Metodę analizy enzymatycznej poddano również statystycznej ocenie na podstawie wyników oznaczeń przykładowego napoju.

Sprawdzenie metodyki w oparciu o standardy

a) standard sacharozy

Do sporządzenia roztworu standardowego sacharozy o stężeniu 1,600 g/l użyto sacharozy dostarczonej w teście. Oznaczenie wykonano w 6 powtórzeniach, a wyniki przedstawiono w tab. 2.

Tabela 2

Parametry statystyczne odnoszące się do standardu sacharozy.

Statistical parameters for sucrose standard.

| | | | | | | | |
|--|-----------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Naważka sacharozy Weighed amount of sucrose | c [g/l] | 1,600 | | | | | |
| Numer próbki Number of sample | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Stężenie sacharozy Concentration of sucrose | [g/l] | 1,605 | 1,611 | 1,616 | 1,618 | 1,620 | 1,621 |
| Średnie stężenie sacharozy Mean concentration of sucrose | \bar{c} [g/l] | 1,615 | | | | | |
| Odchylenie standardowe The standard deviation | S_c [g/l] | 0,006 | | | | | |
| Odchylenie stand. wydajności $S_W = \frac{S_c}{c}$ [g/100g] The standard yield deviation | | 0,37 | | | | | |
| Średnia wydajność $\bar{W} = \frac{\bar{c} \times 100}{c}$ [g/100g] Mean yield | | 100,94 | | | | | |
| Odchylenie średniej wydajności od wydajności teoretycznej $\Delta W = 100 - \bar{W} $ [g/100g] Deviation of the mean yield from the theoretical yield | | 0,94 | | | | | |

Według metodyki oznaczania firmy Boehringer Mannheim, odchylenie standardowe wydajności S_W powinno być nie większe niż 0,79 g/100 g. W pracy uzyskano wynik $S_W = 0,37$ g/100 g, co świadczy o dobrej dokładności.

Według danych z testu wynika, że jeżeli odchylenie średniej wydajności od wydajności teoretycznej (100 g/100 g) zawiera się w przedziale od 0,42 do 1,42 g/100g to znaczy, że występują oczywiste błędy systemowe. W tym oznaczeniu odchylenie śred-

niej wydajności od wydajności teoretycznej wynosi $\Delta W = 0,94 \text{ g}/100 \text{ g}$, więc należy się pogodzić z tymi błędami, ponieważ wynikają one z właściwości technicznych większości stosowanych obecnie fotometrów.

b) standard D-glukozy

Jako standard wewnętrzny wykorzystano roztwór D-glukozy o stężeniu $0,500 \text{ g/l}$ dostarczony z testem.

Oznaczono absorbancję próby napoju w 5 powtórzeniach, standardu i próbki fortyfikowanej (1/2 próbki + 1/2 standardu) i wyniki przestawiono w tab. 3.

Tabela 3

Różnice absorbancji badanych prób.

The absorbance differences of tested samples.

| Różnica absorbancji The absorbance difference | Średnia z 5 oznaczeń Mean of 5 results | Standard | Standard | Próba fortyfikowana Fortification of sample | Próba fortyfikowana Fortification of sample |
|--|---|----------|----------|--|--|
| ΔA | 0,421 | 0,584 | 0,584 | 0,498 | 0,506 |
| Śr. ΔA | 0,421 | 0,584 | | 0,502 | |

Na podstawie uzyskanych wyników obliczono odzysk z równania:

$$\text{Odzysk} = (2 \cdot \Delta A_{\text{pr+stand}} - \Delta A_{\text{pr}}) \cdot (\Delta A_{\text{stand}})^{-1} \cdot 100, [\%],$$

gdzie:

ΔA_{pr} – różnica absorbancji próby,

$\Delta A_{\text{pr+stand}}$ – różnica absorbancji próby fortyfikowanej,

ΔA_{stand} – różnica absorbancji standardu.

Otrzymano odzysk D-glukozy na poziomie 99,83%.

Ocena statystyczna metody

Analizie poddano bezalkoholowy napój niegazowany, pomarańczowy. Wykonano badania w 7 powtórzeniach w zakresie oznaczania stężenia sacharozy, D-glukozy i D-fruktozy (tab. 4).

Na podstawie otrzymanych wyników obliczono średnią \bar{x} , rozstęp R, odchylenie poszczególnych wyników od średniej d, odchylenie standardowe s, względne odchylenie standardowe s_r , odchylenie standardowe średniej $s_{\bar{x}}$, przedział ufności μ oraz względną szerokość przedziału ufności τ .

Tabela 4

Statystyczna ocena wyników oznaczania zawartości sacharozy, glukozy i fruktozy w napoju.

Statistical estimation of determination results of the sucrose, glucose and fructose concentration in the tested soft drink sample.

| Charakterystyczne wielkości Characteristical parameters | Dane liczbowe | | | | | | | | |
|--|----------------------|-------|-------|------------------------|-------|-------|--------------------------|-------|-------|
| | Sacharoza Sucrose | | | D-glukoza D-glucose | | | D-fruktoza D-fructose | | |
| x_i [g/l] | 28,70 | 28,70 | 28,34 | 36,79 | 36,70 | 36,62 | 37,21 | 36,95 | 36,77 |
| | 28,18 | 28,18 | 28,04 | 36,53 | 36,44 | 36,18 | 36,77 | 36,51 | 36,34 |
| | 27,85 | - | - | 36,10 | - | - | 36,25 | - | - |
| \bar{x} | 28,28 | | | 36,48 | | | 36,69 | | |
| $R = x_n - x_1$ | 0,09 | | | 0,07 | | | 0,10 | | |
| $d = x_i - \bar{x}$ | 0,42 | 0,42 | 0,06 | 0,31 | 0,22 | 0,14 | 0,52 | 0,26 | 0,08 |
| | -0,10 | -0,10 | -0,24 | 0,05 | -0,04 | -0,30 | 0,08 | -0,18 | -0,35 |
| | -0,43 | - | - | -0,38 | - | - | -0,44 | - | - |
| $s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$ | 0,32 | | | 0,26 | | | 0,34 | | |
| $s_r = \frac{s}{x}$ | 0,011 | | | 0,007 | | | 0,009 | | |
| $s_r = \frac{s}{x} 100 (\%)$ | 1,1 | | | 0,7 | | | 0,9 | | |
| $s_x^- = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n(n-1)}}$ | 0,12 | | | 0,10 | | | 0,13 | | |
| $\mu = \bar{x} \pm t_{0,95} s_x^-$ | 28,28+/-0,297 | | | 36,48+/-0,240 | | | 36,69+/-0,316 | | |
| $\tau = \frac{2ts_x^-}{x} 100 \%$ | 2,10 | | | 1,31 | | | 1,72 | | |

Obliczając przedział ufności skorzystano z rozkładu Studenta dotyczący małej liczby wyników, gdzie:

$$\mu = \bar{x} \pm ts_x^-$$

t-współczynnik, którego wartość przy poziomie ufności 0,95 i 7 pomiarach wynosi $t = 2,447$.

Przedział ufności μ reprezentuje przedział, w którym z dużym prawdopodobieństwem znajduje się wartość prawdziwa, o ile nie pojawiają się błędy inne niż przypadkowe.

Obliczone odchylenia standardowe w przypadku sacharozy, glukozy i fruktozy wynoszą odpowiednio: 0,32, 0,26, 0,34 g/l, co świadczy o małym rozrzucie wyników [2, 3].

Wnioski

1. Dobra dokładność wynikająca z odchylenia standardowego wydajności standardu sacharozy wynoszącego 0,37 g/100 g standardu sacharozy i odchylenie średniej wydajności od wydajności teoretycznej na poziomie 0,94 g/100 g umożliwiają wykorzystanie testu enzymatycznego do oznaczania zawartości cukrów w napojach bezalkoholowych, niegazowanych, w warunkach laboratorium.
2. Statystyczne wyniki badań dowodzą, że enzymatyczną metodę oznaczania zawartości cukrów w napojach można uznać za dobrą. O wysokiej precyzji metody świadczą wartości odchylenia standardowego glukozy i fruktozy, które wynoszą odpowiednio 0,26 i 0,34 g/l.
3. Przed ostatecznym wprowadzeniem metody do rutynowego oznaczania, należy przeprowadzić szersze badania obejmujące między innymi odtwarzalność.

Literatura

- [1] Analysis of food carbohydrate - pod red. G.G. Birch. Elsevier Applied Science Publishers, London, New York 1985.
- [2] Cygański A.: Chemiczne metody analizy ilościowej, WNT, Warszawa 1994.
- [3] Dobecki M.: Zapewnienie jakości analiz chemicznych. Poradnik dla laboratoriów Państwowej Inspekcji Sanitarnej, Oficyna Wydawnicza Instytutu Medycyny Pracy, Łódź 1997.
- [4] Horubała A.: Zastosowanie metod enzymatycznych w kontroli jakości żywności. Przem. Ferm. Owoc-Warz., 1994, **38 (9)**, 1.
- [5] Ładoński Z, Gospodarek T.: Podstawowe metody analityczne produktów żywnościowych. PWN, Warszawa 1986.
- [6] Methods of Enzymatic Analysis, 3rd ed., vol. 6, pp. 163-172.
- [7] Methods of Enzymatic BioAnalysis and Food Analysis. Using Test – Combinations. UV method for the determination of sucrose, D-glucose and D-fructose in foodstuffs and other materials. Boehringer Mannheim Biochemica, 1997, p. 142.
- [8] Methods in plant biochemistry, Carbohydrates, vol. 2, - pod red. P. M. Dey, Academic Press.
- [9] Official Methods of Analysis of the Association of AOAC International (1995), 16th ed., vol. 2, (985.09).
- [10] PN-94/A-79034: Napoje bezalkoholowe niegazowane.
- [11] PN-EN 1140 : 1999: Soki owocowe i warzywne - Oznaczanie enzymatyczne zawartości D-glukozy i D-fruktozy - Metoda spektrometryczna z NADPH.

- [12] PN-90/A-75101/07: Przetwory owocowe i warzywne. Przygotowanie próbek i metody badań fizykochemicznych. Oznaczanie zawartości cukrów i ekstraktu bezcukrowego.
- [13] PN-EN ISO/IEC 17025: 2000: Wymagania dotyczące kompetencji laboratoriów badawczych i wzorcujących.
- [14] Tyszkiewicz I.: Aktualny stan metod badawczych w żywności w dziedzinie metod enzymatycznych. Postęp w analizie żywności - pod red. S. Tyszkiewicza, Warszawa 1990.

INTRODUCTORY RESEARCH ON USING ENZYMATIC TEST FOR SUCROSE, D-GLUCOSE AND D-FRUCTOSE DETERMINATION IN SOFT DRINKS

S u m m a r y

According to the Standard PN-EN ISO/IEC 17025:2000, the laboratory shall confirm that it can properly operate methods before introducing the tests.

Enzymatic test, the product of Boehringer Mannheim Co., for determination of sugars in soft drinks was analysed. During the analyses of the method of determination of sugars according to the test standard was tested and statistical analyses were realized. The results of the test show, that the proposed method is suitable for the laboratory environment.

Key words: sugars, soft drinks, enzymatic method for sugars determination, introductory research. ☒

KATARZYNA SAMBORSKA, DOROTA WITROWA-RAJCHERT

OCENA PROCESU SUSZENIA ROZPYŁOWEGO HANDLOWEGO, PŁYNNEGO PREPARATU α -AMYLAZY

Streszczenie

Zaprezentowano wyniki doświadczeń mających na celu określenie wpływu temperatury wlotowej i wylotowej powietrza na przebieg suszenia rozpyłowego i stopień inaktywacji α -amylazy w czasie procesu. Względna aktywność enzymu suszonego w stosunku do enzymu płynnego była wyższa po zastosowaniu wyższej temperatury suszenia i zwiększeniu szybkości odparowania. Wzrost temperatury powietrza powodował skrócenie czasu suszenia, zmniejszenie zawartości wody w suszu oraz zwiększenie strat ciepła w czasie procesu.

Słowa kluczowe: suszenie rozpyłowe, α -amylaza, warunki suszenia, aktywność enzymu

Wstęp

Przetwórstwo żywności jest jednym z największych odbiorców preparatów enzymatycznych wśród wszystkich gałęzi przemysłu. Ich stosowanie ułatwia i przyspiesza zachodzenie korzystnych zmian w surowcach, zwiększając wydajność gotowych produktów, a przez to zmniejszając koszty produkcji. Preparaty te muszą charakteryzować się wysoką jakością aby mogły właściwie spełniać swoje funkcje w procesie produkcyjnym. O jakości preparatów enzymatycznych decyduje ich aktywność oraz zdolność do spełniania określonej funkcji biologicznej [9]. Równie istotną cechą wpływającą na ich przydatność jest trwałość, która jest ściśle związana z formą preparatu.

Materiały w postaci suchej sproszkowanej lub unieruchomione na nośnikach odznaczają się wieloma zaletami. Przede wszystkim, dzięki usunięciu znacznej ilości wody, uzyskuje się zwiększoną aktywność jednostkową i wysoką trwałość. Nie wystę-

puje też problem transportowania i przechowywania dużych ilości preparatów płynnych, przez co koszty tych operacji ulegają zmniejszeniu. Stosowanie tej formy preparatów sprzyja także utrzymaniu higieny produkcji oraz ułatwia jej automatyzację i mechanizację. Dlatego w wielu ośrodkach badawczych na całym świecie prowadzone są prace, mające na celu opracowanie takich technologii suszenia enzymów, które zapewnią otrzymanie preparatów o wysokiej aktywności i trwałości.

Jedną z metod suszenia, pozwalającą na otrzymanie preparatów enzymatycznych o wysokiej jakości, jest suszenie rozpyłowe. Mimo istnienia wielu publikacji na temat wpływu zastosowania tej metody na zachowanie aktywności enzymów po suszeniu, dokładny mechanizm inaktywacji wielu enzymów w czasie suszenia rozpyłowego oraz wpływ zmiennych parametrów suszenia na proces inaktywacji nie został do końca wyjaśniony [4, 5, 6].

Celem prowadzonych badań było określenie wpływu temperatury powietrza na przebieg suszenia rozpyłowego oraz zmianę aktywności otrzymanych suszonych preparatów α -amylazy.

Materiał i metody badań

Jako materiał badawczy stosowano α -amylazę pochodzenia pleśniowego Funagmyl 800L, produkowaną przez firmę Novozymes A/S. Początkowa aktywność płynnego enzymu wynosiła 800 FAU/g. 1 FAU jest to ilość enzymu, która katalizuje hydrolytyczny rozkład 5,26 g s.s. skrobi w czasie jednej godziny działania w warunkach standardowych (temperatura 37°C, pH 4,7)

Jako nośnik, na którym suszono enzym, zastosowano maltodekstrynę niskoscukrzoną. Suszeniu poddawano roztwory maltodekstryny o zawartości wody 3,48 kg H₂O/kg s.s., zawierające enzym (958 mg/kg maltodekstryny) i CaCl₂ (100 ppm).

Suszenie prowadzono w laboratoryjnej suszarce rozpyłowej Anhydro, przy czterech poziomach temperatury powietrza wlotowego: 160, 180, 200 oraz 220°C. Prędkość podawania surowca do rozpylacza była jednakowa we wszystkich doświadczeniach i wynosiła 1,26 cm³/s. W czasie suszenia dokonywano następujących pomiarów: temperatury i wilgotności powietrza wylotowego, wlotowego i otaczającego oraz czasu suszenia określonej ilości roztworu.

Analiza otrzymanych preparatów enzymatycznych

W otrzymanych suszach oznaczano:

- zawartość suchej substancji. Oznaczenie polegało na wysuszeniu próbek do stałej masy w temp. 105°C. Zawartość wody obliczano z różnicy masy przed i po odparowaniu;

- aktywność α -amylazy. Zastosowano metodę będącą połączeniem metody Sandste-
sta, Kneena, Blisha (SKB) [1] i metody przekazanej przez firmę Novozymes. Za-
sada metody polegała na pomiarze ilości rozłożonej skrobi na podstawie zmiany
intensywności zabarwienia mieszaniny reakcyjnej z jodem, po 15 min działania
enzymu w pH 4,7 i temp. 37°C, w obecności jonów wapnia. Próbkę suszonego en-
zymu do oznaczenia aktywności rozpuszczano w wodzie destylowanej o temp.
37°C. Rozpuszczanie następowało bez strat.

Przed rozpoczęciem suszenia rozpyłowego wyznaczono krzywą wzorcową ak-
tywności enzymu na podstawie oznaczeń kilku roztworów enzymu płynnego o znanym
stężeniu i aktywności.

Aktywność enzymu po suszeniu obliczano z równania krzywej wzorcowej
o następującej postaci: $y = -356 \ln x - 410,54$ i wyrażano jako aktywność względną
w stosunku do enzymu płynnego.

Zmiany aktywności enzymu (A) w zależności od temperatury suszenia opisano za
pomocą równania Arrheniusa [2, 4, 8]:

$$A = A_0 \exp\left(\frac{-E_a}{RT}\right)$$

- gdzie: A_0, A – aktywność enzymu przed i po procesie suszenia [FAU/g],
 E_a – energia aktywacji reakcji inaktywacji [kJ/mol],
 R – stała gazowa, 8,318 J/mol K,
 T – temperatura suszenia [K].

Bilans masowy i cieplny procesu suszenia

Na podstawie wykonanych pomiarów zmian wilgotności i temperatury powietrza
wlotowego, wylotowego i otaczającego oraz zmian zawartości wody w suszonym ma-
teriale obliczano [7]:

- ilość usuniętej wody w czasie suszenia W [kg wody/s],
- zużycie powietrza L [kg powietrza suchego/s],
- właściwe zużycie powietrza l [kg powietrza suchego/kg odparowanej wody],
- ciepło dostarczone do suszarki Q_d [kW],
- ciepło wykorzystane na proces odparowania Q_w [kW],
- właściwe zużycie ciepła q [kJ/kg odparowanej wody],
- straty ciepła Q_{str} [kW].

Metody statystyczne

W celu określenia istotności wpływu temperatury suszenia rozpyłowego na śred-
nią aktywność suszonego enzymu dokonano weryfikacji hipotezy o równości średnich

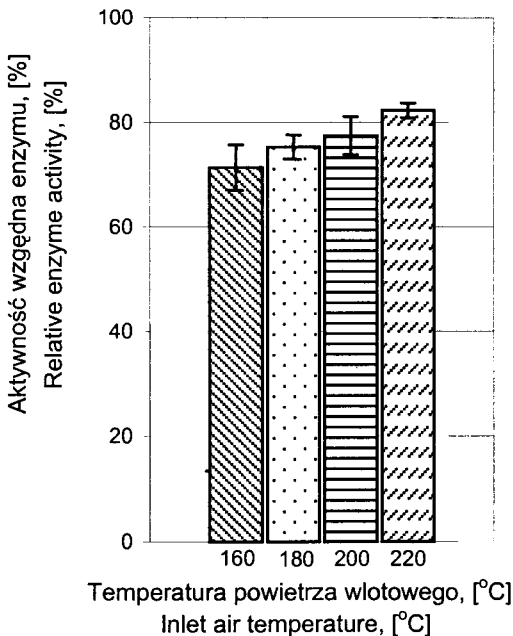
za pomocą analizy wariancji. W każdym z czterech zastosowanych poziomów temperatury powietrza wlotowego wykonano po trzy powtórzenia doświadczenia, które stanowiły podstawę do obliczenia średnich aktywności enzymu. Aby ściśle określić, które średnie różnią się między sobą istotnie, wykonano analizę porównań wielokrotnych za pomocą testu Studenta Newman-Kelusa [3].

Równanie krzywej wzorcowej aktywności enzymu oraz równanie prostej na wykresie Arrheniusa dopasowywano za pomocą regresji prostej. Jako kryterium doboru stosowano maksymalną wartość współczynnika determinacji R^2 [10].

Wyniki i dyskusja

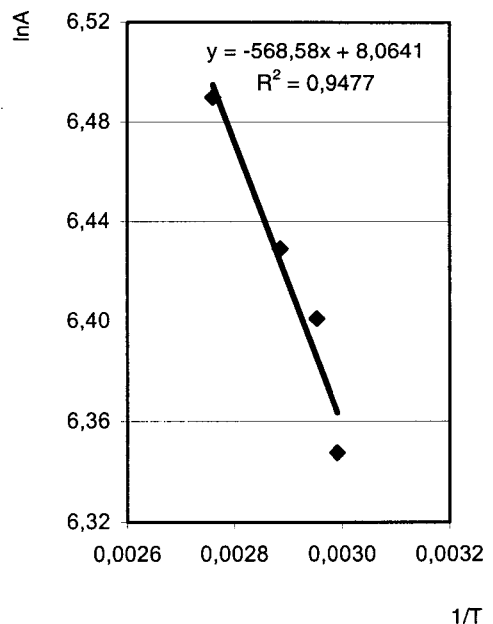
Aktywność suszonej α -amylazy

Na rys. 1. przedstawiono zmiany aktywności względnej enzymu suszonego w zależności od zastosowanej temperatury powietrza suszącego. Zaobserwowano wzrost aktywności suszonej α -amylazy wraz ze wzrostem temperatury suszenia. Średnia względna aktywność enzymu suszonego w temperaturze powietrza wlotowego 160, 180, 200 i 220°C wynosiła odpowiednio: 71, 75, 77 i 82%.



Rys. 1. Zależność względnej aktywności α -amylazy od temperatury jej suszenia.

Fig. 1. Relative activity of α -amylase dried at different inlet air temperatures.



Rys. 2. Wykres Arrheniusa aktywności suszonej α -amylazy w zależności od temperatury suszenia.

Fig. 2. Arrhenius plot for the activity of α -amylase dried at different outlet air temperatures.

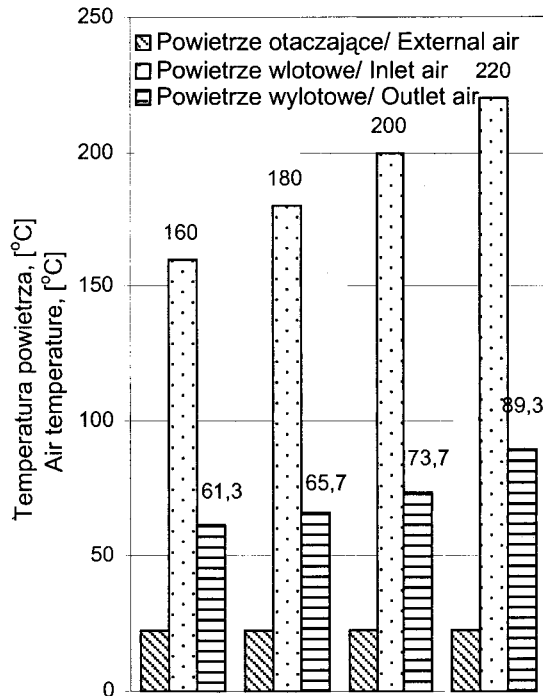
Ta sama zależność została przedstawiona na rys. 2. Liniowy przebieg zależności $\ln A = f(1/T)$ pozwala na opisanie jej równaniem Arrheniusa. Po wyznaczeniu równania prostej na wykresie za pomocą regresji prostej obliczono współczynniki równania Arrheniusa, które przyjęło ostatecznie następującą postać:

$$A = 3,18 \cdot 10^3 \exp\left(\frac{-4,73 \cdot 10^3}{RT}\right)$$

Kinetyka inaktywacji termicznej α -amylazy odznaczała się energią aktywacji równą 4,73 kJ/mol. Jest to wartość znacznie mniejsza od energii aktywacji charakterystycznej dla reakcji rozpadu wiązań obecnych w białkach, co może świadczyć o tym, że zmniejszenie aktywności enzymu nie jest spowodowane procesem degradacji białka. Może to wynikać z ochronnego działania maltodekstryny lub niskocząsteczkowych cukrów zawartych w nośniku.

Otrzymane wyniki wzrastającej aktywności α -amylazy przy wzrastającej temperaturze suszenia były wynikiem jej charakterystycznych właściwości. Meerdink i van't Riet [4, 5] stwierdzili, że α -amylaza charakteryzuje się zwiększaniem odporności na podwyższoną temperaturę przy zmniejszającej się zawartości wody w układzie. W związku z tym do jej suszenia korzystne są metody, w których możliwe jest bardzo szybkie odparowanie wody, ponieważ uzyskuje się wtedy szybki wzrost odporności enzymu na podwyższoną temperaturę. Rezultat taki można osiągnąć dzięki zastosowaniu suszenia rozpyłowego, w którym następuje szybkie odparowanie wody zwiększające odporność α -amylazy na wysoką temperaturę, a czas suszenia nie przekracza kilku sekund. Im wyższa temperatura powietrza wlotowego, czyli im szybsze odparowanie wody i przejście przez zakres średnich zawartości wody, w którym α -amylaza jest mało odporna na wysoką temperaturę, tym mniejsza degradacja enzymu. Dodatkowo suszone cząstki są utrzymywane w stosunkowo niskiej temperaturze dzięki pobieraniu ciepła parowania przez szybko parującą wodę ze zwiększonej powierzchni cząstek. W przypadku suszenia rozpyłowego średnio przyjmuje się, że temperatura suszonego materiału osiąga co najwyżej temperaturę powietrza wylotowego. Zmiany temperatury powietrza suszącego w czasie suszenia przedstawiono na rys. 3.

Jednak nie wszystkie enzymy charakteryzują się zwiększoną aktywnością wraz ze zwiększaniem temperatury suszenia. Przykładowo Okelo i wsp. [6], susząc rozpyłowo oksydazę polifenolową stwierdzili zależność odwrotną. Aktywność tego enzymu wynosiła 86,5%, gdy temp. powietrza wylotowego była równa 80°C, a wzrost temp. do 100°C spowodował obniżenie aktywności do 18,8%.



Rys. 3. Zmiany temperatury powietrza w czasie suszenia rozpyłowego α -amylazy.
Fig. 3. Changes of air temperature during spray-drying of α -amylase.

Bilans masowy i cieplny procesu suszenia

W tab. 1. przedstawiono zmiany wybranych parametrów w zależności od zastosowanej temperatury suszenia. Wraz ze wzrostem temperatury zwiększała się intensywność odparowania i ilość odparowanej wody w jednostce czasu (W). W rezultacie susze otrzymane po suszeniu w wyższej temperaturze charakteryzowały się mniejszą zawartością wody (X). Usuwana woda była odbierana przez powietrze suszące, które nawilżało się w czasie trwania procesu. Wraz ze wzrostem intensywności odparowania powietrze nawilżało się coraz większą ilością odparowanej wody, w rezultacie jego końcowa wilgotność zwiększała się wraz ze wzrostem temperatury powietrza wlotowego.

Na rys. 4. przedstawiono zmiany entalpii powietrza suszącego w czasie przeprowadzonych doświadczeń. We wszystkich przypadkach entalpia powietrza wylotowego była mniejsza od entalpii powietrza po podgrzaniu. Świadczy to o nieadiabaticznym przebiegu procesu odparowania, czyli o występowaniu strat ciepła. Ponieważ różnica między entalpią powietrza wlotowego i wylotowego, która jest miarą wielkości strat ciepła, zwiększała się wraz ze wzrostem temperatury powietrza wlotowego, to procesy

przeprowadzone przy wyższych temperaturach powietrza wlotowego charakteryzowały się większymi stratami ciepła.

Tabela 1

Bilans masowy procesu suszenia rozpyłowego α -amylazy.
Comparison of selected experimental results.

| Parametr Parameter | Temperatura powietrza wlotowego, [°C] Inlet air temperature, [°C] | | | |
|---------------------------------------|--|--------|--------|--------|
| | 160 | 180 | 200 | 220 |
| X_0 , [kg H ₂ O/kg s.s.] | 3,48 | 3,48 | 3,48 | 3,48 |
| X_k , [kg H ₂ O/kg s.s.] | 0,121 | 0,122 | 0,095 | 0,069 |
| Y_0 , [kg H ₂ O/kg p.s.] | 0,0052 | 0,0052 | 0,0052 | 0,0052 |
| Y_k , [kg H ₂ O/kg p.s.] | 0,0235 | 0,0257 | 0,0261 | 0,0262 |
| W, [kg H ₂ O/h] | 3,60 | 3,64 | 3,68 | 3,74 |
| L, [kg p.s./s] | 0,054 | 0,049 | 0,049 | 0,049 |
| l, [kg p.s./kg H ₂ O] | 54,4 | 48,8 | 47,8 | 47,5 |

Objaśnienia:

X_0 , X_k - początkowa i końcowa zawartość wody w materiale/ initial and final water content in material, [kg H₂O/kg dry basis]

Y_0 , Y_k - początkowa i końcowa zawartość wody w powietrzu suszącym/ initial and final air humidity, [kg H₂O/kg dry air]

W - ilość odparowanej wody/ amount of evaporated water

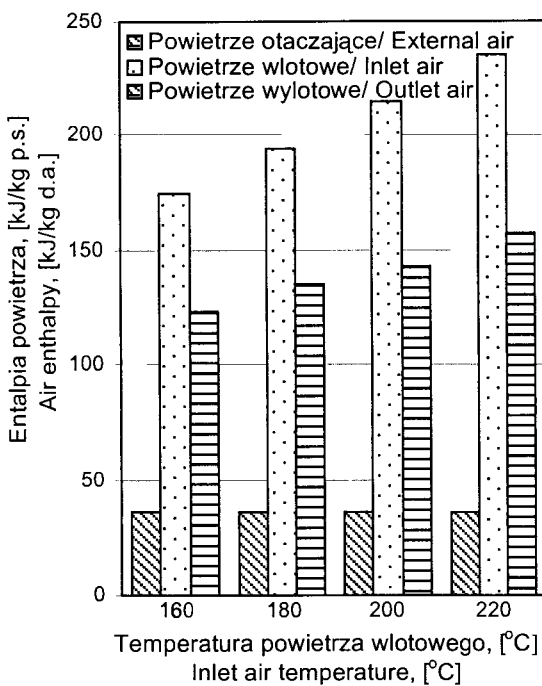
L - zużycie powietrza suszącego/ dry air consumption, [kg dry air/s]

l - właściwe zużycie powietrza suszącego/ dry air consumption on kg of evaporated water, [kg dry air/kg H₂O]

Obliczone na podstawie zmian entalpii i zużycia powietrza suchego wielkości ciepła dostarczonego do suszarki i wykorzystanego na proces suszenia przedstawiono na rys. 5. Różnica między ciepłem dostarczonym i wykorzystanym stanowiła straty ciepła.

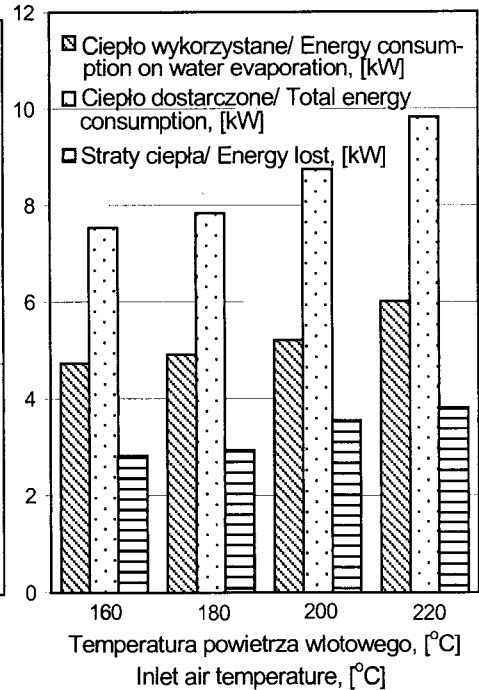
Wnioski

1. Suszenie rozpyłowe było odpowiednią metodą suszenia α -amylazy, pozwalającą na zachowanie wysokiej aktywności tego enzymu. Przykładowo, suszenie rozpyłowe płynnego preparatu α -amylazy w temperaturze powietrza wlotowego 220°C umożliwiło zachowanie ponad 80% aktywności tego enzymu.
2. Temperatura powietrza suszącego była głównym czynnikiem wpływającym na końcową aktywność enzymu.
3. Zależność między temperaturą suszenia a aktywnością enzymu może być opisana równaniem Arrheniusa.



Rys. 4. Zmiany entalpii powietrza w czasie suszenia rozpyłowego α -amylazy.

Fig. 4. Changes of air enthalpy during spray-drying of α -amylase.



Rys. 5. Zużycie i straty ciepła w czasie suszenia rozpyłowego α -amylazy.

Fig. 5. Energy lost and consumption during α -amylase spray-drying.

4. Wzrost temperatury suszenia i szybkości odparowania umożliwił zmniejszenie degradacji α -amylazy.
5. Wzrost temperatury powietrza powodował skrócenie czasu suszenia, zmniejszenie zawartości wody w suszu oraz zwiększenie strat ciepła w czasie procesu.

Literatura

- [1] Materiały do ćwiczeń z biochemii – pod red. M. Toczko. Wyd. SGGW, Warszawa 2001.
- [2] Matzinos P.D., Hall G.M.: Denaturation of lactate dehydrogenase during spray-drying of bovine plasma. *J. Food Sci.*, 1993, **58(5)**, 1025-1029.
- [3] Mądry W.: Doświadczalnictwo, doświadczenia czynnikiowe, wykłady i ćwiczenia. Fundacja Rozwój SGGW, Warszawa 2000.
- [4] Meerdink G., van't Riet K.: Inactivation of a thermostable α -amylase during drying, *J. Food Engng.*, 1991, **14**, 83-102.
- [5] Meerdink G., van't Riet K.: Prediction of product quality during spray drying. *Food and Bioproducts Processing*, 1995, **73** (part C), 165-170.

- [6] Okelo H.O., Brennan J.G., Lewis M.J., Gilmour S.: Optimization of the spray drying of the enzyme polyphenol oxidase by response surface methodology. In: *Drying '98* (Eds A.S. Mujumdar, C.B. Arkitidis, D. Marinos-Kouris, G.D. Saravacos). Ziti Editions, Thessaloniki 1998, pp.1713-1722.
- [7] Pawłow K.F., Romankow P.G., Noskov A.A.: *Przykłady i zadania z zakresu aparatury i inżynierii chemicznej*. WNT, Warszawa 1988.
- [8] Saraiva J., Oliveira J.C., Hendrickx M., Oliveira F.A.R., Tobback P.: Analysis of the inactivation kinetics of freeze-dried α -amylase from *Bacillus amyloliquefaciens* at different moisture contents. *Lebensm. Wiss. Technol.*, 1996, **29**, 260-266.
- [9] Strumiłło C., Markowski A., Adamiec J.: Selected aspects of drying of biotechnological products. *Drying'91* (eds. A.S.Mujumdar, J.Filkowa) Elsevier Science Publishers, Amsterdam 1991, pp. 36-55.
- [10] Zieliński W.: *Analiza regresji*. Fundacja „Rozwój SGGW”, Warszawa 1998.

EVALUATION OF SPRAY-DRYING PROCESS OF COMMERCIAL LIQUID α -AMYLASE

S u m m a r y

The aim of this work was to investigate the effect of inlet and outlet air temperature on the proceeding of spray drying and α -amylase inactivation. Relative enzyme activity after drying was higher when higher inlet and outlet air temperature were used. Increasing of inlet and outlet air temperature led to faster water evaporation, decreasing of final water content in dried material and to increasing of energy lost during process.

Key words: spray-drying, α -amylase, drying parameters, enzyme activity. ☒

RADOSŁAW SPYCHAJ, MARTA SOWA, ZYGMUNT GIL, MAREK LISZEWSKI

WPLYW TECHNOLOGII UPRAWY I TERMINU ZBIORU NA WYBRANE WYRÓŻNIKI WARTOŚCI ŻYWIENIOWEJ ZIARNA JĘCZMIENIA JAREGO NIEOPLEWIONEGO I OPLEWIONEGO

Streszczenie

Celem pracy było określenie wpływu technologii uprawy i terminu zbioru na wartość żywieniową ziarna jęczmienia jarego formy nieoplewionej i oplewionej. W prowadzonym przez dwa lata doświadczeniu polowym (2000, 2001) zastosowano trzy technologie uprawy różniące się poziomem nawożenia mineralnego oraz chemicznej ochrony roślin. Ziarno zebrano w trzech terminach w zależności od stopnia jego dojrzałości. Stwierdzono, iż wartość żywieniowa jęczmienia determinowana była technologią uprawy i terminem zbioru. Warunki pogodowe również wpływały na zawartość składników odżywczych w ziarnie badanych odmian jęczmienia. Forma nieoplewiona zawierała w suchej masie więcej białka ogółem oraz wszystkich, za wyjątkiem nierozpuszczalnych, frakcji białkowych, aniżeli forma oplewiona. W białku jęczmienia nieoplewionego hordeina i gluteliny stanowiły większy udział niż w białku formy oplewionej. Więcej pentozanów ogółem, nierozpuszczalnych oraz β -glukanów stwierdzono w ziarnie odmiany oplewionej.

Intensyfikacja technologii uprawy powodowała wzrost zawartości białka ogółem, β -glukanów oraz form rozpuszczalnych i nierozpuszczalnych pentozanów. Wpływ tego czynnika na poszczególne frakcje białka był niejednakowy.

Stwierdzono, iż opóźnienie terminu zbioru powodowało wzrost zawartości β -glukanów oraz frakcji globulinowej w białku jęczmienia.

Słowa kluczowe: ziarno jęczmienia, technologia uprawy, termin zbioru, wartość żywieniowa.

Wstęp

Zdrowotne właściwości ziarna jęczmienia znane są już od najdawniejszych czasów. Jęczmień wyróżnia się większą zawartością białka oraz błonnika niż inne zboża

[13]. Ze względu na korzystny skład aminokwasowy wartość odżywcza białka jęczmienia (obok owsa) należy do jednych z wyższych wśród zbóż [21].

Wśród składników wchodzących w skład błonnika pokarmowego, oprócz celulozy i ligniny, znajdują się także związki pentozanowe oraz tzw. β -glukany [14]. Są one niezwykle cenne ze względu na zdolności do regulacji poziomu glukozy w surowicy krwi oraz przemian lipidowych w organizmie [13, 24]. Największą zawartością tej grupy związków, w granicach od 1 do 9%, charakteryzuje się ziarno jęczmienia oraz owsa. Są one nierównomiernie rozmieszczone w ziarnie [13]. Dzięki odpowiednio prowadzonemu przemiałowi można uzyskać produkty, w których zawartość β -glukanów sięga nawet 23% [9].

W dostępnej literaturze jest wiele publikacji poświęconych wpływowi technologii uprawy na ilość i wartość odżywczą białka jęczmienia i składników węglowodanowych, takich jak skrobia [1, 16, 17]. Brak jest prac dotyczących wpływu tego czynnika na skład frakcyjny białka oraz zawartość pentozanów i β -glukanów w ziarnie jęczmienia, zwłaszcza nieoplewionego.

Celem pracy było określenie wpływu technologii uprawy i terminu zbioru na wartość żywnościową jęczmienia nieoplewionego i oplewionego, wyrażoną jako zawartość białka i składników węglowodanowych (pentozań, skrobia oraz β -glukany).

Materiał i metody badań

Materiał doświadczalny stanowiło nieoplewione (Rastik) oraz oplewione (Rataj) ziarno jęczmienia jarego pochodzące ze zbiorów w latach 2000 i 2001. Doświadczenie polowe założono w Pawłowicach przez Katedrę Szczegółowej Uprawy Roślin AR we Wrocławiu. Jęczmień uprawiany był według trzech technologii różniących się poziomem nawożenia mineralnego i chemicznej ochrony roślin:

- uproszczona: bez nawożenia mineralnego i chemicznej ochrony roślin,
- standardowa: nawożenie mineralne w ilości 50 kg N/ha, 40 kg P_2O_5 , 50 kg K_2O oraz środki ochrony roślin: herbicyd Aminopielik D 450 SL i fungicyd Tilt Plus 400 EC,
- intensywna: nawożenie mineralne w ilości 100 kg N/ha (50+50), 80 kg P_2O_5 , 100 kg K_2O oraz chemiczne środki ochrony roślin: herbicydy Compete 240 EC, Granstar 75 WG i fungicyd Tilt Plus 400 EC. Dodatkowo zastosowano regulator wzrostu Cerone 480 SL (etefon).

Ziarno zebrano w trzech terminach:

- wczesnym – początek dojrzałości pełnej,
- optymalnym – tydzień później,
- opóźnionym – dwa tygodnie później niż termin wczesny.

W otrzymanym ziarnie oznaczano białko ogółem metodą Kjeldahla, stosując współczynnik 6,25. Metodą Singha i Sastry'ego [19] oznaczano zawartość czterech grup białek: albumin, globulin, hordeiny oraz glutelin. Wyniki podano jako udział danej frakcji w suchej masie [% s.m.] oraz w białku ogółem [% b.o.]. Zawartość pentozanów ogółem i rozpuszczalnych oznaczano metodą kolorymetryczną opisaną przez Subdę [22]. Z różnicy obliczono zawartość pentozanów nierozpuszczalnych. Zawartość β -glukanów oznaczano metodą McCleary'ego i Codda [12], a skrobię metodą polarymetryczną Lintnera [18]. Wszystkie analizy wykonano w dwóch powtórzeniach.

Warunki pogodowe jakie panowały w czasie wzrostu badanych odmian jęczmienia przedstawiono w tab. 1. Uzyskane wyniki poddano czteroczynnikowej analizie wariancji (technologia uprawy, odmiana, termin zbioru i rok), a istotność różnic między średnimi określono za pomocą testu Duncana przy $P = 0,95$ [5].

Wyniki i dyskusja

Warunki pogodowe podczas wegetacji jęczmienia jarego były odmienne w obu latach prowadzenia doświadczenia (tab. 1).

Zawartość białka ogółem i frakcji białkowych przedstawiono w tab. 2.

Przebieg pogody w roku 2000. przyczynił się do większej akumulacji białka (16,7%) w ziarnie niż w roku 2001 (12,1%). Badania te potwierdzają doniesienia innych autorów o dużym wpływie warunków pogodowych na zawartość białka ogółem w ziarnie jęczmienia [2, 4, 20]. W badaniach własnych poziom tego składnika w ziarnie zależał w istotnym stopniu od czynnika odmianowego. W ziarnie nieoplewionym stwierdzono większą zawartość białka ogółem (15,5%) niż w ziarnie oplewionym (13,3%). Również w badaniach Kawki i wsp. [8] oraz Jooda i Kalry [7] stwierdzono, iż jęczmień nieoplewiony charakteryzuje się większą zawartością białka ogółem niż oplewiony.

W niniejszej pracy stwierdzono także wzrost zawartości protein na skutek zwiększenia intensywności technologii uprawy. Ziarno z technologii uproszczonej zawierało 13,1% białka, a z intensywnej 15,7%. Podobną reakcję jęczmienia na intensyfikację technologii uprawy stwierdzili inni autorzy [2, 4, 15, 20]. Należy podkreślić, że wraz ze wzrostem nawożenia azotowego zmniejsza się udział aminokwasów egzogennych w białku ogółem. Straty te rekompensowane są jednak przez zwiększenie zawartości białka w ziarnie jęczmienia [10]. Nie stwierdzono istotnego wpływu terminu zbioru na zawartość białka w ziarnie badanych odmian jęczmienia.

Wpływ poszczególnych czynników na każdą z frakcji białkowych był niejednakowy, aczkolwiek można stwierdzić pewne analogie w zmianach zachodzących w poszczególnych grupach. Stwierdzono istotne różnice w zawartości albumin w suchej masie, w zależności od czynnika odmianowego oraz od technologii uprawy. Więcej albumin stwierdzono w ziarnie odmiany nieoplewionej (1,3% s.m.) niż oplewionej

Tabela 1

Przebieg warunków pogodowych w latach prowadzenia badań wg obserwacji stacji meteorologicznej w Pawłowicach k. Wrocławia.
Weather conditions in experimental years (for the Agricultural Experimental Station Pawłowice near Wrocław).

| Rok Year | Miesiąc Month | | | III | | | IV | | | V | | | VI | | | VII | | | VIII | | | |
|--|------------------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|---|---|--|
| | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | |
| 2000 | 4,7 | 2,5 | 3,2 | 6,4 | 11,7 | 17,6 | 17,9 | 16,5 | 15,4 | 19,2 | 19,7 | 17,0 | 17,5 | 14,9 | 18,2 | 18,8 | 22,4 | 17,1 | | | | |
| 2001 | 2,6 | 6,0 | 2,9 | 10,1 | 4,6 | 10,9 | 14,6 | 14,3 | 13,1 | 11,8 | 15,1 | 15,8 | 19,0 | 18,6 | 18,7 | 18,1 | 20,1 | 18,7 | | | | |
| Średnia miesięcząca – Mean for month | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2000 | | 4,8 | | | 11,9 | | 16,6 | | | | 18,6 | | | 16,9 | | | 19,4 | | | | | |
| 2001 | | 3,8 | | | 8,5 | | 14,0 | | | | 14,2 | | | 18,8 | | | 18,9 | | | | | |
| Średnia za lata Mean for years 1961-2000 | | 3,4 | | | 8,3 | | 13,6 | | | | 16,8 | | | 18,3 | | | 17,6 | | | | | |
| Opady – Rainfalls [mm] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2000 | 34,1 | 33,8 | 42,4 | 0,2 | 7,6 | 0,0 | 4,6 | 24,9 | 34,7 | 8,9 | 6,0 | 8,6 | 17,6 | 66,2 | 46,6 | 6,8 | 3,8 | 27,3 | | | | |
| 2001 | 9,2 | 28,9 | 6,8 | 16,3 | 6,9 | 8,0 | 3,1 | 12,8 | 9,8 | 35,1 | 13,8 | 19,1 | 33,5 | 45,4 | 79,9 | 47,1 | 0,0 | 2,3 | | | | |
| Suma miesięcząca – Rainfall for month | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2000 | | 110,3 | | | 7,8 | | 64,2 | | | | 23,5 | | | 130,4 | | | 37,9 | | | | | |
| 2001 | | 44,9 | | | 31,2 | | 25,7 | | | | 68,0 | | | 158,8 | | | 69,4 | | | | | |
| Średnia za lata Mean for years 1961-2000 | | 32,5 | | | 34,8 | | 57,4 | | | | 65,8 | | | 74,8 | | | 69,4 | | | | | |

Tabela 2

Zawartość białka ogółem i frakcji białkowych w ziarnie jęczmienia w zależności od zastosowanych czynników.
Quantity of total protein and protein fractions in barley grain according to the used factors.

| Czynniki Factors | Cecha Features | Białko ogółem Total protein | | Albuminy Albumins | | Globuliny Globulins | | Hordeina Hordein | | Gluteliny Glutelins | | Białko nierozpusz- czalne Insoluble protein | |
|-------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|------------------------|----------------------|---|----------------------|
| | | [% s.m.] [% d.m.] | [% s.m.] [% d.m.] | [% b.o.] [% t.p.] | [% s.m.] [% d.m.] | [% b.o.] [% t.p.] | [% s.m.] [% d.m.] | [% b.o.] [% t.p.] | [% b.o.] [% t.p.] | [% s.m.] [% d.m.] | [% b.o.] [% t.p.] | [% s.m.] [% d.m.] | [% b.o.] [% t.p.] |
| Technologia uprawy | uproszczona extensive | 13,1 a | 1,2 a | 9,4 b | 1,0 a | 8,0 b | 2,7 a | 20,7 a | 6,0 a | 45,8 c | 2,1 a | 16,2 a | |
| | | 14,5 b | 1,2 a | 8,3 a | 1,0 a | 7,1 a | 3,0 b | 20,0 a | 6,1 a | 42,1 b | 3,3 b | 22,3 b | |
| Technologia of cultivation | standardowa conventional | 15,7 c | 1,3 b | 8,5 a | 1,1 a | 6,9 a | 3,3 c | 20,8 a | 5,8 a | 36,7 a | 4,2 c | 27,1 c | |
| | | 15,5 b | 1,3 b | 8,6 a | 1,1 b | 7,5 a | 3,4 b | 21,7 b | 6,6 b | 43,1 b | 3,1 a | 19,1 a | |
| Cultivar | Rastik | 13,3 a | 1,2 a | 8,9 a | 0,9 a | 7,2 a | 2,6 a | 19,3 a | 5,3 a | 40,0 a | 3,3 a | 24,7 b | |
| | | 14,3 a | 1,2 a | 8,4 a | 1,0 a | 7,1 a | 3,0 a | 20,5 a | 5,9 a | 41,4 a | 3,3 a | 22,4 a | |
| Termin zbioru | wczesny early | 14,6 a | 1,2 a | 8,6 a | 1,0 a | 7,1 a | 3,1 a | 20,6 a | 6,0 a | 41,6 a | 3,3 a | 22,3 a | |
| | | 14,4 a | 1,3 a | 9,2 a | 1,1 a | 7,9 b | 3,0 a | 20,4 a | 5,9 a | 41,6 a | 3,1 a | 21,0 a | |
| Term of harvest | opóźniony late | 16,7 b | 1,2 a | 7,6 a | 1,0 a | 6,2 a | 3,8 b | 22,6 b | 6,8 b | 41,1 a | 3,8 b | 22,5 a | |
| | | 12,1 a | 1,2 a | 9,9 b | 1,0 a | 8,5 b | 2,3 a | 18,4 a | 5,1 a | 42,0 a | 2,6 a | 21,6 a | |

W tabelach 2 i 3 małymi literami oznaczono grupy jednorodnie według testu Duncana przy $P = 0,95$.

% s.m. - % suchej masy, % b.o. - % białka ogółem

In tables 2 and 3 the same little letters signify homogeneous group by Duncan test, $P = 0.95$.

% d.m. - % of dry matter, % t.p. - % of total protein

(1,2% s.m.). Jęczmień z technologii intensywnej zawierał więcej tego składnika (1,3% s.m.) niż z pozostałych technologii (1,2% s.m.). Zawartość frakcji rozpuszczalnej w wodzie wyrażona jako % b.o. uwarunkowana była natomiast intensywnością technologii uprawy oraz przez czynnik pogodowy. Więcej białek tej grupy stwierdzono w ziarnie zebranym w roku 2001. W białku ziarna jęczmienia uprawianego według technologii uproszczonej, udział białek albuminowych był większy (9,4% b.o.) niż uprawianego w technologii standardowej i intensywnej (8,3; 8,5% b.o.). Termin zbioru nie wpłynął na zawartość albumin w suchej masie ziarna oraz na ich poziom w białku jęczmienia.

Zastosowane czynniki wpłynęły w podobny sposób zarówno na frakcję albuminową, jak i globulinową białka. Czynnik odmianowy różnicował badane ziarno pod względem zawartości tej grupy białek w suchej masie. Forma nieoplewiona jęczmienia zawierała więcej globulin (1,1% s.m.) niż forma oplewiona (0,9% s.m.). Warunki pogodowe, technologia uprawy oraz termin zbioru różnicowały badane próby pod względem udziału globulin w białku ogółem. Mniejszą zawartość globulin stwierdzono w białku ziarna jęczmienia z pierwszego roku badań (6,2% b.o.) niż z roku następnego (8,5% b.o.). Ziarno jęczmienia z uprawy uproszczonej zawierało więcej globulin w białku ogółem (8,0% b.o.) niż z technologii standardowej czy intensywnej (7,1; 6,9% b.o.). Również białko jęczmienia zebranego w terminie opóźnionym charakteryzowało się większym udziałem frakcji globulinowej w białku ogółem niż białko jęczmienia zebranego w pozostałych terminach. Ze względu na korzystniejszy skład aminokwasowy, wartość żywieniowa frakcji albuminowej i globulinowej jest większa niż frakcji hordeinowej czy glutelinowej [6].

W ziarnie zebranym w roku 2000. zawartość hordeiny oraz glutelin w suchej masie ziarna oraz w białku ogółem była większa niż w jęczmieniu z roku 2001. Zawartość tych dwóch frakcji białek wyrażona zarówno w % s.m. oraz jako % b.o., podobnie jak w przypadku albumin i globulin, była większa w ziarnie nieoplewionym niż w ziarnie oplewionym. Zwiększenie intensywności technologii uprawy spowodowało wzrost zawartości hordeiny w suchej masie ziarna z 2,7% (technologia uproszczona) do 3,3% (technologii intensywnej). Odmienną reakcją zaobserwowano w przypadku frakcji glutelinowej. Ziarno z technologii uproszczonej zawierało 45,9% b.o., a z technologii intensywnej 36,7% tej frakcji.

Zawartość białka nierozpuszczalnego w suchej masie ziarna, w pierwszym roku prowadzenia doświadczenia była większa (3,8%) niż w roku następnym (2,6%). Stwierdzono również wyższy poziom białek nierozpuszczalnych w białku formy oplewionej (24,7%) niż nieoplewionej (19,1%). Intensyfikacja technologii uprawy powodowała wzrost zawartości tej grupy białek, wyrażonej zarówno w % s.m. oraz jako % b.o.

Przedstawiony skład frakcyjny białka różnił się od podanego przez El-Negoumy'ego i wsp. [3], w którym większy udział stanowiły białka albuminowe i globulinowe, a mniej było hordeiny oraz białka nierozpuszczalnego. Spowodowane jest to innymi warunkami pogodowymi podczas wegetacji roślin oraz badaniem innych odmian niż w niniejszej pracy.

Zawartość węglowodanów w ziarnie jęczmienia w zależności od analizowanych czynników przedstawiono w tab. 3.

Wpływ zastosowanych czynników na zawartość pentozańców ogółem oraz ich formy nierozpuszczalnej był podobny. Ziarno otrzymane w pierwszym roku prowadzenia doświadczenia zawierało więcej pentozańców ogółem i nierozpuszczalnych (5,91; 5,64%) niż w roku następnym (4,92; 4,67%). Według Lehtonen i Aikasalo [11], zawartość pentozańców w ziarnie jęczmienia może kształtować się w granicach od 6,9 do 9,8%. Zgodnie z oczekiwaniami odmiana oplewiona zawierała więcej pentozańców ogółem i nierozpuszczalnych (6,97; 6,74%) niż odmiana nieoplewiona (3,86; 3,58%). Natomiast jęczmień nieoplewiony charakteryzował się większą zawartością pentozańców rozpuszczalnych (0,27%). Ziarno z uprawy uproszczonej zawierało mniej pentozańców niż ziarno z technologii standardowej i intensywnej.

Stwierdzono, iż na zawartość skrobi w ziarnie jęczmienia nie wpłynął żaden z zastosowanych czynników, za wyjątkiem czynnika pogodowego. Ziarno zebrane w roku 2000. zawierało 56,0% skrobi, a w roku 2001 51,3%. W pracy Jooda i Kalry [7] zawartość skrobi kształtowała się na poziomie 40,0 do 59,7%. Większą zawartością tego składnika (59,2–66,0%) charakteryzował się jęczmień jary oceniany w badaniach Widery [23]. Według Oscarssona i wsp. [16], udział skrobi w ziarnie jęczmienia, zarówno oplewionego jak i nieoplewionego, zmniejsza się pod wpływem zwiększania intensywności nawożenia, zwłaszcza azotowego.

Jęczmień oplewiony zawierał więcej β -glukanów niż nieoplewiony (3,85; 3,50%). Według Jooda i Kalry [7] forma nieoplewiona zawiera więcej tych węglowodanów (nawet 6,23%) niż oplewiona (4,60%). Zheng i wsp. [25] przedstawili pracę, w której badane odmiany jęczmienia nieoplewionego zawierały 8,91% tego składnika. Intensyfikacja technologii uprawy powodowała wzrost zawartości tej grupy związków chemicznych. Ziarno z technologii uproszczonej zawierało 3,44% β -glukanów, z technologii standardowej 3,66% a z najbardziej intensywnego wariantu uprawy 3,91%. W wyniku przeprowadzonych badań stwierdzono również, że termin zbioru wpłynął na zawartość omawianego składnika w ziarnie jęczmienia. Każdorazowe opóźnienie zbioru powodowało zwiększenie koncentracji β -glukanów w ziarnie. Jęczmień zebrany w terminie opóźnionym zawierał 3,80% β -glukanów, w terminie optymalnym 3,74%, wczesnym 3,48%. Również poziom β -glukanów w ziarnie zmieniał się w zależności od warunków pogodowych. Ich zawartość w ziarnie z roku 2000. była większa niż w ziarnie z roku 2001. i wynosiła odpowiednio 4,17% oraz 3,17%.

Tabela 3

Zawartość składników węglowodanowych ziarna jęczmienia w zależności od zastosowanych czynników.
Quantity of carbohydrate components of barley grain according to the used factors.

| Czynniki Factors | Cecha Features | Pentozany [% s.m.] Pentosans [% d.m.] | | | Skrobia [% s.m.] Starch [% d.m.] | β-glukany [% s.m.] β-glucans [% d.m.] |
|---|-----------------------------|--|--------------------------|------------------------------|-------------------------------------|--|
| | | ogółem total | rozpuszczalne soluble | nirozpuszczalne insoluble | | |
| Technologia uprawy Technology of cultivation | uproszczona extensive | 5,27 a | 0,25 a | 5,02 a | 53,9 a | 3,44 a |
| | standardowa conventional | 5,47 b | 0,26 b | 5,21 b | 52,5 a | 3,66 b |
| | intensywna intensive | 5,51 b | 0,29 c | 5,22 c | 54,7 a | 3,91 c |
| Odmiana | Rastik | 3,86 a | 0,27 b | 3,58 a | 54,0 a | 3,50 a |
| Cultivar | Rataj | 6,97 b | 0,25 a | 6,72 b | 53,4 a | 3,85 b |
| Termin zbioru Term of harvest | wczesny early | 5,41 a | 0,26 a | 5,16 a | 50,9 a | 3,48 a |
| | optymalny optimum | 5,41 a | 0,26 a | 5,15 a | 53,9 a | 3,74 b |
| | opóźniony late | 5,43 a | 0,27 a | 5,16 a | 56,2 a | 3,80 c |
| Rok | 2000 | 5,91 b | 0,26 a | 5,64 b | 56,0 b | 4,17 b |
| Year | 2001 | 4,92 a | 0,26 a | 4,67 a | 51,3 a | 3,17 a |

Wnioski

1. Ziarno jęczmienia pochodzące z różnych lat uprawy różniło się zawartością białka ogółem, jego składem frakcyjnym oraz ilością składników węglowodanowych.
2. Więcej białka ogółem, albumin, globulin, hordeiny oraz glutelin i pentozanów rozpuszczalnych stwierdzono w ziarnie jęczmienia nieoplewionego Rastik niż u odmiany oplewionej Rataj. Jęczmień oplewiony zawierał natomiast większą ilość pentozanów ogółem i nierozpuszczalnych oraz β -glukanów.
3. Intensyfikacja technologii uprawy powodowała wzrost zawartości białka ogółem, albumin i hordeiny w suchej masie oraz białek nierozpuszczalnych, zarówno w suchej masie ziarna jak i w białku ogółem. Również ilość β -glukanów i wszystkich form pentozanów była większa w ziarnie pochodzącym z uprawy według technologii intensywnej. Zaobserwowano natomiast zmniejszenie się udziału frakcji albuminowej, globulinowej oraz glutelinowej na skutek intensyfikacji uprawy.
4. Późniejszy zbiór jęczmienia powodował wzrost zawartości globulin w białku ogółem oraz β -glukanów.
5. Przeprowadzone badania wykazały, iż poprzez dobór odpowiedniej technologii uprawy i terminu zbioru można modyfikować wartość żywieniową ziarna jęczmienia.

Badania wykonano w ramach grantu KBN nr 5 PO6B 046 19.

Literatura

- [1] Czerniawski W.: Wpływ nawożenia na zawartość i plon białka zbóż i roślin pastewnych w uprawie polowej. Zesz. Probl. Postępu Nauk Roln., 1983, **238**, 83-92.
- [2] Dobrzańska A., Kutna M., Piewa J.: Wpływ nawożenia azotem na zawartość białka i niektórych składników mineralnych w ziarnie jęczmienia jarego. Pam. Puł., 1990, **97**, 93-100.
- [3] El-Nugoumy A. M., Newman C. W., Moss B. R.: Amino acid of total protein and electrophoretic behavior of protein fraction of barley. Cereal Chem., 1979, **56** (5), 468-473.
- [4] Fatyga J., Chrzanowska-Drożdż B., Liszewski M.: Wysokość i jakość plonów jęczmienia jarego pod wpływem różnych dawek azotu. Zesz. Nauk. AR Wroc. Rol. LXV, 1995, **278**, 29-36.
- [5] Gawęcki J., Wagner W.: Podstawy metodologii badań doświadczalnych w nauce o żywieniu. PWN, Warszawa 1984.
- [6] Grzesiuk S., Kulka K.: Biologia ziarniaków zbóż. PWN, Warszawa 1988.
- [7] Jood S., Kalra S.: Chemical composition and nutritional characteristics of some hull less and hulled barley cultivars grown in India. Nahrung/Food, 2001, **45** (1), 35-39.
- [8] Kawka A., Anioła J., Chalcarz A., Kołodziejczyk P., Gąsiorowski H.: Ocena składu chemicznego wybranych odmian jęczmienia. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość. 1999, **3** (20), 72-80.
- [9] Kiryluk J., Kawka A., Gąsiorowski H., Chalcarz A., Anioła J.: Milling of barley to obtain β -glucan enriched products. Nahrung/Food, 2000, **44** (4), 238-241.

- [10] Klupczyński Z.: Wpływ nawożenia azotem na plon i skład aminokwasowy jęczmienia jarego. Wyd. IUNG Puławy 1978, s. 1-57.
- [11] Lehtonen M., Aikasalo R.: Pentosans in Barley Varieties. *Cereal Chem.*, 1987, **64** (2), 133-134.
- [12] McCleary B. V., Codd R.: Measurement of (1-3)(1-4)- β -D-glucan in barley and oats: a streamlined enzymatic procedure. *J. Sci. Food Agric.*, 1991, **55**, 303-312.
- [13] Michniewicz J, Gąsiorowski H.: β -glukany zbóż ich rola w przemyśle i żywieniu człowieka. *Post. Nauk Rol.*, 1994, **1**, 41-49.
- [14] Michniewicz J., Kołodziejczayk P., Anioła J., Ulichnowska A.: Ocena zawartości różnych form polisacharydów. *Przeł. Zboż.-Młyn.* 1998, **5**, 14-17.
- [15] Noworolnik K.: Wpływ różnej intensywności technologii uprawy na plonowanie jęczmienia jarego. *Pam. Puł.*, 1999, **114**, 283-287.
- [16] Oscarsson M., Andersson R., Åman P., Olofsson S., Jonsson A.: Effects of Cultivar, Nitrogen Fertilization Rate and Environment on Yield and Grain Quality of Barley. *J. Sci. Food Agric.*, 1998, **78**, 359-366.
- [17] Płoszyński M.: Wpływ nawożenia azotem na strukturę plonu jęczmienia jarego oraz na zawartość białka w ziarnie i jego skład aminokwasowy. *Pam. Puł.*, 1985, **84**, 89-101.
- [18] Praca zbiorowa pod redakcją Jakubczyka T. i Habera T.: *Analiza zbóż i przetworów zbożowych.* SGGW-AR, Warszawa 1983.
- [19] Singh U., Sastry L. V. S.: Studies on the proteins of the mutants of barley grain. I. Extraction and Electrophoretic characterization. *Cereal Chem.*, 1977, **54** (1), 1-12.
- [20] Szmigiel A., Oleksy A.: Wpływ technologii uprawy na plonowanie jęczmienia jarego. *Pam. Puł.*, 1998, **112**, 253-259.
- [21] Sokół J.L.: Naturalne czynniki ograniczające wartość odżywczą zbóż. *Postęp Nauk Roln.*, 1995, **4**, 95-105.
- [22] Subda H.: Metoda oznaczania zawartości pentozanów rozpuszczalnych w wodzie (Instrukcja) *Biul. IHAR*, 1984, **155**, 325-326.
- [23] Widera A.: Charakterystyka jakościowa skrobi i właściwości reologiczne ciasta z mąki różnych odmian jęczmienia jarego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość.*, 1999, **3** (20) *Supl.*, 96-104.
- [24] Wood P.J., Braaten J.T., Scott F.W., Riedel D., Poste L.M.: Comparison of viscous properties and guar gum of these and bran on glycaemic index. *J. Agric. Food Chem.*, 1990, 753.
- [25] Zeng G. H., Rossangel B. G., Tyler R. T., Bhatti R. S.: Distribution of β -glucan in the grain of hull-less barley. *Cereal Chem.*, 2000, **77** (2), 140-144.

**INFLUENCE OF TECHNOLOGY OF CULTIVATION AND TERM OF HARVEST ON SOME
FEATURES OF NUTRITIONAL VALUE OF HULL LESS
AND HULLED SPRING BARLEY GRAIN**

S u m m a r y

The aim of this work was the investigation on the influence of cultivation technology and harvest term of hull less and hulled spring barley on the nutritional value of grain. Field experiments were conducted for two years (2000, 2001). There were three technologies of cultivation differed in level of mineral fertilization and plant protection. Grain was harvested in three terms depending on ripeness. Nutritional value of barley grain was affected by technology of cultivation and term of harvest. Weather condition modified content of nutrients. Hull less form in comparison with hulled form had more total protein and protein

fraction in dry mass apart from insoluble fraction. There were more hordein and gluteins in total protein of hull less barley than in hulled. Hulled barley grain contained more total and insoluble pentosans and β -glucans.

Intensification of cultivation technology brought to increasing of total protein, β -glucans, soluble and insoluble pentosans. Influence of this factor on protein fractions was different.

Delayed of term of harvest caused increasing of content of β -glucans and globulin fraction in total protein.

Key words: barley grain, cultivation technology, harvest term, nutritional value. ☒

AGNIESZKA TOMZA, EWA BRUCKA – JASTRZĘBSKA, ELŻBIETA
RATKOWSKA

WPLYW RÓŻNYCH RODZAJÓW OBRÓBKIE CIEPLNEJ NA ZAWARTOŚĆ PCB W MIĘSIE KARPI – *Cyprinus carpio* L.

Streszczenie

Obecność polichlorowanych bifenyli w środowisku wodnym, z uwagi na ich trwałość, toksyczność i wysokie współczynniki bioakumulacji, stanowi poważny problem z punktu widzenia ochrony środowiska i toksykologii żywności. Niniejsza praca przedstawia wpływ podstawowych procesów kulinarnych i technologicznych, czyli gotowania, pieczenia i sterylizacji na poziom zawartości PCB w mięsie karpia skażonych Clophenem A50. Oznaczenia poziomu zawartości PCB dokonano metodą chromatograficzną przy użyciu aparatu Chromatron GCHF 18.3 z detektorem ECD. Otrzymane wyniki wskazują, że poszczególne rodzaje obróbki cieplnej wpływają na poziom zawartości tych związków. Największy wzrost koncentracji PCB nastąpił w wyniku pieczenia w naczyniu szklanym, a najmniejszy pod wpływem gotowania.

Słowa kluczowe: polichlorowane bifenole (PCB), obróbka cieplna, mięso karpia.

Wstęp

Polichlorowane bifenyle są to cykliczne węglowodory, naturalnie niewystępujące w środowisku. Cząsteczka chlorobifenylu zbudowana jest z dwu połączonych ze sobą pierścieni fenolowych, w których atomy wodoru zostały podstawione atomami chloru, w liczbie od 1 do 10, co daje możliwość otrzymania 209 kongenerów PCB. Polichlorowane bifenyle są związkami o słabej reaktywności chemicznej, odporne termicznie, niepalne w piecach konwencjonalnych. Nie przewodzą prądu i są odporne na działanie zmieniającego się stężenia jonów wodorowych. Charakteryzują się niską prężnością par i wysoką trwałością w środowisku przyrodniczym. Te właściwości zadecydowały o ich szerokim zastosowaniu w wielu gałęziach przemysłu jako: dielektryczne płyny do transformatorów i kondensatorów, dodatki do płynów smarująco-chłodzących i hydraulicznych, materiały izolacyjne do przewodów elektrycznych, komponenty farb,

lakierów itp. Szerokie zastosowanie, w powiązaniu z wysoką produkcją tych związków, spowodowało w ciągu kilkudziesięciu lat niebezpieczne skażenie środowiska przyrodniczego [7].

Głównym źródłem zanieczyszczenia środowiska wodnego polichlorowanymi bifenylami są ścieki przemysłowe i komunalne zrzucane do zbiorników wodnych oraz odpady komunalne i poprodukcyjne gromadzone na składowiskach [1]. W środowisku wodnym związki te, jako lipofilne, szybko włączają się w obieg troficzny, przy czym charakteryzują się one wysokimi współczynnikami kumulacji [3, 5]. Pokarm stanowi jedną z dróg pobierania tych związków przez organizmy wodne, ponadto są one wchłaniane przez hydrobionty bezpośrednio z wody i osadów dennych [4, 8].

Środowisko naturalne zanieczyszczone polichlorowanymi bifenylami jest głównym źródłem tych substancji w łańcuchu żywienia człowieka [6]. Toksyczne właściwości PCB oraz ich duża zdolność do kumulacji w tkankach człowieka stworzyły potrzebę prowadzenia monitoringu i śledzenia poziomów zawartości związków chloroorganicznych w żywności [10]. Ważnym zagadnieniem jest wpływ zabiegów technologicznych i kulinarnych na zawartość polichlorowanych bifenyli w produktach finalnych.

Celem pracy było określenie wpływu podstawowych procesów kulinarnych i technologicznych tj. gotowania, pieczenia i sterylizacji, na zmiany koncentracji PCB w mięsie karpia – *Cyprinus carpio* L.

Materiał i metody badań

Materiał do badań stanowiła tkanka mięśniowa karpia, uprzednio skażonych PCB. W tym celu ryby przetrzymywano przez okres 14 dni w akwarium o pojemności 100 dm³, w wodzie o zawartości 100 µg·dm⁻³ wzorca Clophenu A50. W celu porównania poziomów zawartości PCB w tkance mięśniowej surowej i po zabiegach termicznych, z każdej ryby pobierano po dwa filety; jeden kierowano bezpośrednio do badań, drugi poddawano uprzednio obróbce cieplnej. W układzie modelowym, w warunkach laboratoryjnych, zastosowano następujące warianty obróbki termicznej: gotowanie w wodzie w naczyniu szklanym w temp. 100°C przez 20 min, sterylizację w 121°C przez 15 min w autoklawie laboratoryjnym i pieczenie w 170°C przez 10 min, w naczyniu szklanym oraz w folii aluminiowej. Zarówno materiał surowy, jak i po obróbce cieplnej rozdrabniano i homogenizowano, po czym do analizy chemicznej pobierano 10-gramowe naważki.

Tok postępowania analitycznego w oznaczaniu zawartości lipidów i polichlorowanych bifenyli wg Jensena i wsp. [9], obejmował ekstrakcję tych związków, wraz z lipidami, mieszaniną acetonu z n-heksanem (2,5 : 1) i ponownie n-heksanu z eterem etylowym (9:1). Otrzymane ekstrakty zagęszczano w rotacyjnej wyparce próżniowej do objętości ok. 1 cm³, następnie przenoszono ilościowo do czystych, wysuszonych do

stałej masy i zważonych próbek stożkowych z korkiem na szlif. Zawarty w próbce n-heksan odparowywano w prądzie ciepłego powietrza w temp. 50°C, a pozostałość suszono w 80°C do stałej masy. Probówki wraz z zawartością ważono i z różnicy mas obliczano zawartość lipidów. Zawartość próbek ponownie rozpuszczano w 1 cm³ n-heksanu i oczyszczano 7% SO₃ w stężonym H₂SO₄ i 5% KOH w 96% C₂H₅OH. Oczyszczone ekstrakty poddawano rozdzielowi chromatograficznemu w aparacie firmy Chromatron GCHF 18.3 przy użyciu tritowego detektora wychwyty elektronów (ECD) w następujących warunkach:

- kolumna szklana o długości 2 m, średnicy 4 mm wypełniona Gazchromem Q, 100–120 mesh z 3% fazą ciekłą OV – 1,
- gaz nośny azot, przepływ 30 cm³ na min,
- temperatura kolumny – 200°C, detektora – 200°C, dozownika – 210°C.

Wyniki i dyskusja

Otrzymane wyniki badań przedstawiono w tab. 1. Stwierdzono, że w próbkach po obróbce termicznej nastąpił wzrost koncentracji polichlorowanych bifenyli w przeliczeniu na mokrą masę mięsa, natomiast w przeliczeniu na lipidy odnotowano spadek zawartości tych związków. Wzrost koncentracji PCB w mokrej masie mięsa nastąpił głównie w wyniku znaczącego ubytku wody, a tym samym wzrostu koncentracji lipidów [2, 11]. Ubytek PCB w lipidach należy tłumaczyć kodestylacją tych związków z parą wodną, zachodzącą podczas zabiegów termicznych [11].

Średnia zawartość lipidów w surowej tkance mięśniowej karpia wynosiła ok. 0,45%. Koncentracja polichlorowanych bifenyli w surowym mięsie kształtowała się na poziomie 0,204 mg·kg⁻¹ m.m., a w przeliczeniu na lipidy 45,382 mg·kg⁻¹.

Po gotowaniu, w mokrej masie mięsa karpia stwierdzono 6,4% wzrost zawartości PCB, a w przeliczeniu na lipidy odnotowano 12,6% spadek koncentracji tych związków. Natomiast w lipidach zawartych w wywarze po gotowaniu stężenie PCB było wyższe w stosunku do zawartości w mięsie surowym o 8,6% i o 24,3% w porównaniu z lipidami w tkance mięśniowej po gotowaniu.

W wyniku sterylizacji, w mokrej masie mięsa, na skutek ubytku wody, nastąpił wzrost zawartości lipidów o 63,7%, a polichlorowanych bifenyli o 10,3%. Natomiast w przeliczeniu na lipidy odnotowano 31,8% spadek koncentracji tych związków.

W pieczonych w folii aluminiowej filetach stwierdzono 80,9% wzrost zawartości lipidów i 45,5% wzrost poziomu koncentracji PCB w stosunku do ich zawartości w tkance surowej. W przeliczeniu na lipidy stwierdzono 19,7% spadek zawartości tych związków w porównaniu z koncentracją wyjściową.

Tabela 1

Zmiany zawartości lipidów i PCB w mięsie karpia pod wpływem zastosowanych zabiegów termicznych.
Changes of lipids and PCBs contents in meat of carp – *Cyprinus carpio* L. under the influence of heat treatment.

| Rodzaj obróbki termicznej Method of heat treatment | Zawartość lipidów [g/100g] Content of lipids [g/100g] | Zmiany zawartości lipidów [%] Changes of lipids content [%] | Zawartość PCB Content of PCBs [mg · kg ⁻¹] | | Zmiany zawartości PCB w mokrej masie [%] Changes of PCBs content [%] | Zmiany zawartości PCB w lipidach [%] Changes of PCBs content in lipids [%] |
|--|--|--|---|-------------------------|---|---|
| | | | W mokrej masie In wet mass | W lipidach In lipids | | |
| Mięso surowe Raw meat | 0,446 | 100 | 0,204 | 45,381 | 100 | 100 |
| Mięso po gotowaniu Boiled meat | 0,561 | 125,78 | 0,217 | 39,660 | 106,37 | 87,39 |
| Mięso po sterylizacji Meat after sterilization | 0,730 | 163,67 | 0,225 | 30,966 | 110,29 | 68,23 |
| Mięso pieczone w folii aluminiowej Meat roasted in aluminium foil | 0,807 | 180,94 | 0,297 | 32,802 | 145,59 | 72,28 |
| Mięso pieczone w naczyniu szklanym Meat roasted in glass utensil | 1,696 | 380,26 | 0,555 | 36,433 | 272,05 | 80,28 |

Natomiast w wyniku pieczenia w naczyniach szklanych nastąpił wzrost zawartości lipidów o 280,3% i badanych związków o 172,0% w porównaniu z zawartością wyjściową, a w przeliczeniu na lipidy odnotowano 27,7% spadek zawartości PCB.

W mokrej masie odnotowano wzrost koncentracji tych związków na poziomie 262,8%. Natomiast w przeliczeniu na lipidy stwierdzono 44,7% spadek koncentracji PCB w stosunku do zawartości w filecie surowym.

Analizując uzyskane wyniki badań można stwierdzić, że wraz ze wzrostem temperatury obróbki cieplnej wzrastał ubytek wody. Był on przyczyną wzrostu koncentracji lipidów, tym większego im wyższa była temperatura obróbki. Pociągało to za sobą

wzrost koncentracji PCB (jako składnika rozpuszczalnego w tłuszczach) w mokrej masie tkanki rybnej, adekwatny do przyrostu zawartości lipidów. Przeciwna, choć niejednoznaczna tendencja wystąpiła, gdy analizuje się zawartość PCB w lipidach, w zależności od temperatury procesu obróbki. Zwiększanie temperatury obróbki filetów sprzyjało usuwaniu PCB z tkanki tłuszczowej mięsa, choć wydaje się, że w przypadku pieczenia w naczyniu szklanym przeważał proces odparowania wody i wystąpiła zbyt duża koncentracja lipidów, stąd odnotowano wzrost (a nie spadek) zawartości PCB.

Uzyskane wyniki nie pozwalają na jednoznaczne wskazanie procesu obróbki, który w największym stopniu eliminowałby polichlorowane bifenyle z mięsa karpia. Można sugerować, że czynnikiem sprzyjającym uwalnianiu PCB z tkanki tłuszczowej ryb będzie podwyższanie temperatury obróbki cieplnej filetów, ale równocześnie odparowanie wody nie może być zbyt duże, aby nie przyczyniło się do nadmiernego zagęszczenia lipidów. Przy takim założeniu, jako optymalny proces cieplnej obróbki filetów z karpia należałoby uznać sterylizację.

Wnioski

1. Wszystkie zabiegi cieplne przyczyniły się do zmian poziomów koncentracji polichlorowanych bifenyli w mięsie karpia, tj. wzrost zawartości w przeliczeniu na mokrą masę i spadek w przeliczeniu na lipidy.
2. Główną przyczyną wzrostu zawartości PCB w mokrej masie mięsa karpia był ubytek wody w tkance rybnej podczas obróbki termicznej, powodujący wzrost koncentracji lipidów, w których rozpuszczone były polichlorowane bifenyle.
3. W przeliczeniu na mokrą masę mięsa, największy wzrost koncentracji PCB odnotowano podczas pieczenia w naczyniu szklanym, a najmniejszy podczas gotowania.
4. W przeliczeniu na lipidy największy spadek zawartości PCB nastąpił podczas sterylizacji, a najmniejszy podczas gotowania.
5. Uwzględniając wielkość ubytku wody, stopień zagęszczenia lipidów oraz ilość usuniętego PCB, jako optymalny proces obróbki cieplnej filetów z karpia można uznać sterylizację.

Literatura

- [1] Ahlborg U.G., Hanberg A., Kenne K.: Risk assessment of polychlorinated biphenyls/PCBs Nordic Council of Ministers, Nord 1992.
- [2] Cichy R.F., Zabik M.E., Weaver C.M.: Polychlorinated biphenyls reduction in lake trout by irradiation and boiling. Bull. Environ. Contam. Toxicol., 1979.
- [3] Ciereszko W.: Dynamika zaniku PCB w wybranych narządach karpia (*Cyprinus carpio* L.) podczas odpijania w czystej wodzie. Acta Ichthyol. Piscat., 2001, **31** (2), 119.

- [4] Ciereszko W.: Dynamika kumulacji PCB w wybranych narządach i tkankach karpia (*Cyprinus carpio* L.). Acta Ichthyol. Piscat., 2001, **31** (2), 105.
- [5] Dexter R., Field J.: A discussion of sediment PCB target levels for protection of aquatic organisms. OCEAN 18 – 21 Sept. 1989, Int. Adress. Meth. Underst. Global Ocean, Seattle, Wash. 1989, **2**, 452.
- [6] Falandysz J.: Poziom pozostałości polichlorowanych dwufenyli w jadalnych mięczakach, skorupiakach i głowonogach morskich. Roczn. PZH, 1986, **3**, 4.
- [7] Falandysz J.: Polichlorowane bifenyle w środowisku: chemia, analiza, toksyczność, stężenia i ocena ryzyka. Fundacja Rozwoju Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk 1999.
- [8] Fry P.M., Fisher S. W.: Effect of sediment contact and uptake mechanisms of accumulation of three chlorinated hydrocarbons in the midge *Chironomus riparius*. Bull. Environ. Contam. Toxicol., 1990, **44** (5), 790.
- [9] Jensen S., Reutergardh L.: Determination of some chlorinated hydrocarbons in biological material. Baltic Marine Environment protection Commission – Helsinki Commission, 1983.
- [10] Ludwicki J. Czaja K., Struciński P.: Próba oceny ryzyka zdrowotnego w warunkach środowiskowego narażenia na chlorowane węglowodory aromatyczne. Roczn. PZH, 1996, **47**, 1.
- [11] Smith W.E., Funk K., Zabik M.E.: Effect of cooking on concentrations of PCB and DDT compounds in chinook (*Oncorhynchus tshawytscha*) and coho (*O. kisutch*) salmon from Lake Michigan. J. Fish Res. Bol. Canada, 1973, **30**, 702.

INFLUENCE OF DIFFERENT HEAT TREATMENT ON THE CONCENTRATION OF PCBs IN THE MEAT OF CARP – *Cyprinus carpio* L.

S u m m a r y

Presence of polychlorinated biphenyls in aquatic environment their durability, toxicity and accumulation are a serious problem for protection of environment and toxicology of food. This study introduces the influence of such gastronomic processes as: boiling, roasting and sterilization on the level of PCB in meat of carp - *Cyprinus carpio* L. contaminated with Clophen A50. Qualitative and quantitative analyses of PCBs were carried by CHROMATRON GCHF18,3 gas chromatograph with electron capture detector (ECD). The results showed the influence of heat treatment on the content of PCB in the fish tissue. The highest increase was under the influence of roasting in glass utensil and the lowest increase was under the influence of boiling.

Key words: polychlorinated biphenyls (PCBs), heat treatment, carp meat ☒

MONIKA TRZĄSKOWSKA, ELIZA ŻERAŃSKA

ZASTOSOWANIE BAKTERII PROBIOTYCZNYCH

Streszczenie

W artykule przedstawiono definicje żywności funkcjonalnej, w tym żywności probiotycznej. Opisano właściwości jakimi powinny charakteryzować się szczepy bakterii, aby mogły być w przyszłości stosowane w produktach probiotycznych. Wymieniono korzystne oddziaływanie tych mikroorganizmów na organizm człowieka. Dokonano przeglądu różnych rodzajów żywności probiotycznej obecnej w sprzedaży w Polsce i Europie.

Słowa kluczowe: bakterie probiotyczne, produkty fermentowane, żywność funkcjonalna.

Wstęp

Produkty fermentowane są spożywane przez ludzi od tysięcy lat. Fermentacji poddawane są produkty roślinne, głównie kapusta i ogórki oraz produkty zwierzęce, najczęściej mleko. Od dawna wiadomo również o korzyściach płynących ze spożywania fermentowanej żywności.

W XX wieku, w badaniach naukowych potwierdzono dobroczynne oddziaływanie produktów fermentowanych na organizm człowieka oraz wykazano, że korzyści zdrowotne są spowodowane obecnością bakterii kwasu mlekowego w fermentowanej żywności, a w ostatnich latach wskazuje się na szczególną rolę pewnych szczepów tych bakterii, zwanych bakteriami probiotycznymi.

W latach 80. XX w., w Japonii pojawiła się na rynku żywność nazwana żywnością o określonej użyteczności zdrowotnej (FOSHU, ang. *food for specified health use*) [25], zwana także żywnością funkcjonalną. Do tej grupy żywności zalicza się także produkty probiotyczne – zawierające wyselekcjonowane szczepy bakterii.

W ostatnich latach pojawiło się na rynku wiele produktów nazywanych biojogurtami i biokefirami. Możemy je sklasyfikować jako mleczne napoje fermentowane II generacji, tj. z dodatkiem szczepów bakterii mlekowych pochodzenia jelitowego. Prowadzone są także prace nad opracowaniem technologii produktów probiotycznych, zawierających wyselekcjonowane szczepy bakteryjne o udowodnionym oddziaływaniu zdrowotnym.

Produkty probiotyczne powinny zawierać dużą liczbę żywych komórek bakterii, rzędu 10^7 – 10^9 jtk/ml (g) produktu i należy je spożywać codziennie, aby uzyskać efekt prozdrowotny. Bakterie te, aby korzystnie oddziaływać na organizm człowieka muszą pokonać drogę przez przewód pokarmowy, wykazując odporność na niskie pH, kwasy organiczne, żółć oraz osiedlić się i być aktywne w jelicie grubym.

Żywność funkcjonalna

Obserwowany proces starzenia się społeczeństw, w szczególności w krajach rozwiniętych, wzrost zagrożeń cywilizacyjnych (np. zanieczyszczenie środowiska) oraz wzrost kosztów leczenia, jak również większe zaufanie konsumentów do żywności w tradycyjnej postaci niż do preparatów farmaceutycznych, spowodowały nasilenie prac nad opracowywaniem produktów prozdrowotnych, tzw. żywności funkcjonalnej [9].

Mianem żywności funkcjonalnej określa się żywność wzbogaconą składnikami przynoszącymi korzyści zdrowotne. Ta forma żywności staje się coraz bardziej popularna wśród konsumentów, z powodu wzrostu świadomości związku między zdrowiem a dietą. Zjawisko to zapowiada szybki wzrost globalnego rynku żywności funkcjonalnej [32].

Powszechny staje się pogląd, że odpowiednie odżywianie to nie tylko zaspokojenie potrzeb energetycznych i odżywczych, ale również oddziaływanie zdrowotne [6, 18].

Zgodnie z porozumieniem zawartym w krajach Unii Europejskiej: „Żywność może być uznana za funkcjonalną, jeśli udowodniono jej korzystny wpływ na jedną lub więcej funkcji organizmu ponad efekt odżywczy, który to wpływ polega na poprawie stanu zdrowia oraz samopoczucia i/lub zmniejszeniu ryzyka chorób. Żywność funkcjonalna musi przypominać postacią żywność konwencjonalną i wykazywać korzystne oddziaływanie w ilościach, które oczekuje się, że będą normalnie spożywane z dietą – nie są to tabletki ani kapsułki, ale część składowa normalnej diety” [11].

Żywność ta powinna być dokładnie przebadana, aby bezpieczeństwo jej spożycia było jasno określone [10].

Źródła koncepcji tej grupy produktów żywnościowych należy szukać w doświadczeniach medycyny ludowej, które wykorzystał po raz pierwszy w latach 80. XX w. japoński przemysł żywnościowy, stosując jako dodatki do żywności substancje o określonych funkcjach biologicznych i fizjologicznych [28].

O funkcjonalności produktu nie decyduje tylko dodatek składników bioaktywnych, lecz również m.in. usunięcie takiego składnika z konwencjonalnej żywności, który niekorzystnie wpływa na organizm człowieka. Efekt funkcjonalny żywności może dotyczyć wzmocnienia wybranych funkcji organizmu, jak również obniżenia ryzyka chorób [23].

Mikroflora obecna w organizmie człowieka

Organizm człowieka zasiedlają setki gatunków mikroorganizmów. Znajdują się głównie w jelitach, jamie ustnej, układzie rozrodczym. W przewodzie pokarmowym człowieka znajduje się, zależnie od odcinka od $0-10^4$ do 10^{11} /g żywych komórek bakterii [1, 29].

Skład ilościowy i jakościowy specyficznej mikroflory przewodu pokarmowego człowieka różni się znacznie, w zależności od miejsca występowania, co pokazano w tab. 1.

Tabela 1

Mikroflora przewodu pokarmowego człowieka.
Human gastrointestinal microflora.

| Odcinek przewodu pokarmowego Part of GI-tract | Ogólna liczba drobnoustrojów/g Total microbial count | Główni przedstawiciele (rodzaje) Genus |
|--|---|---|
| Jama ustna Oral cavity | 10^8-10^{11} | <i>Streptococcus, Veillonella, Neiseria, Actinomyces</i> |
| Żołądek Stomach | $0-10^3$ | <i>Lactobacillus, Streptococcus</i> |
| Jelito czcze Jejunum | 10^5-10^7 | <i>Lactobacillus, Streptococcus, Bacteroides, Veillonella, Corynebacterium, Actinomyces, Haemophilus</i> |
| Jelito kręte Ileum | 10^7-10^8 | <i>Streptococcus</i> (ściśle i względnie beztlenowce), <i>Clostridium, Bacteroides, Lactobacillus, Veillonella</i> |
| Jelito grube Colon | $10^{10}-10^{11}$ | <i>Streptococcus, Eubacterium, Bacteroides, Bifidobacterium, Clostridium, Bacillus, Peptostreptococcus, Fusobacterium, Ruminococcus</i> |

Źródło [20].

Liczba bifidobakterii w jelicie grubym wynosi średnio $1,6 \cdot 10^{10}$ komórek, jednak występują duże wahania w zależności od organizmu od $8 \cdot 10^4$ do $2,5 \cdot 10^{13}$. Liczba bakterii z rodzaju *Lactobacillus* jest tylko nieznacznie niższa i wynosi średnio $4 \cdot 10^9$ w wahaniami od $4 \cdot 10^4$ do $3,2 \cdot 10^{12}$ komórek [13].

Korzystne efekty związane z obecnością mikroflory jelitowej to np. degradacja części składników pokarmowych, które nie zostały poddane działaniu enzymów przewodu pokarmowego, biosynteza witamin, ochrona przed zagrożeniem ze strony bakterii chorobotwórczych, udział w metabolizmie kwasów żółciowych i cholesterolu, stabilizowanie przepuszczalności śluzówki jelitowej i inne.

Najważniejsze, z punktu widzenia prozdrowotnego oddziaływania mikroflory jelitowej, są wchodzące w jej skład różne gatunki bakterii kwasu mlekowego z rodzaju *Lactobacillus* oraz *Bifidobacterium*. Ich ważną funkcją jest tworzenie przeciwwagi dla bakterii szkodliwych lub potencjalnie szkodliwych, stanowiących nieodłączną część mikroflory jelitowej [35].

Bakterie probiotyczne i pojęcie probiotyku

Obserwacje rosyjskiego naukowca Elie Miecznikowa, na początku XX w., dały początek badaniom nad zależnościami między spożywaniem niektórych szczepów bakterii, zwanych probiotykami a efektami zdrowotnymi w organizmach konsumentów, zarówno ludzi, jak i zwierząt. Sugerował on, że długie, zdrowe życie bułgarscy chłopcy zawdzięczają spożywaniu fermentowanych produktów mlecznych. Według niego, konsumpcja pałeczek fermentacyjnych *Lactobacillus spp.* zmniejszała poziom toksycznych związków w okrężnicy (cyt. za [31]).

Opublikowanie przez Miecznikowa zjawiska probiozy – czyli pozytywnego wpływu spożywania fermentowanych napojów mlecznych, zawierających kultury bakterii kwasu mlekowego, w zaburzeniach mikroflory jelitowej, nie zostało w tamtym okresie w pełni wykorzystane klinicznie. Pierwszeństwo miało leczenie świeżo odkrytymi sulfonamidami i antybiotykami. Dopiero obserwacje ubocznych skutków antybiotykoterapii oraz pojawienie się szczepów opornych na antybiotyki spowodowały nawrót zainteresowania probiozą. Udokumentowano korzyści płynące ze stosowania probiotyków oraz poznano substancje pokarmowe wpływające korzystnie na wzrost „dobrych bakterii” [34].

Obecnie probiotyk definiuje się jako „preparat lub produkt zawierający żywe, określone mikroorganizmy w odpowiedniej liczbie, które zmieniają mikroflorę (przez implantację lub kolonizację) w jelicie gospodarza i przez to wywierają korzystny wpływ na jego zdrowie [30].

Określenie probiotyk jest zastrzeżone do preparatów lub produktów, które zawierają żywe komórki drobnoustrojów, poprawiają stan zdrowia człowieka i zwierząt, a korzystny efekt wywierają w jamie ustnej bądź w przewodzie pokarmowym (podawane jako dodatki do żywności lub preparaty farmaceutyczne), w górnych drogach oddechowych (stosowane w postaci aerozoli) lub w przewodzie moczowo-płciowym (preparaty miejscowe) [11].

Większość probiotyków należy do bakterii nazywanych bakteriami kwasu mlekowego, z angielskiego Lactic Acid Bacteria (LAB). Do grupy tej należą Gram⁺, nieprzetrwalnikujące, beztlenowe ziarniaki i pałeczki, które produkują kwas mlekowy jako podstawowy produkt fermentacji [34].

Do probiotyków zaliczane są głównie bakterie z rodzaju *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*. Reprezentatywne gatunki to: *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus johnsonii*, *Lactobacillus gasseri*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus rhamnosus*, *Lactobacillus plantarum*, *Bifidobacterium longum*, *Bifidobacterium breve*, *Bifidobacterium bifidum*, *Bifidobacterium infantis* [8]. Sprawą dyskusyjną jest zaliczanie do tej grupy mikroorganizmów szczepów z rodzaju *Enterococcus*, mianowicie *Enterococcus faecalis* i *Enterococcus faecium* [17].

Wśród licznej mikroflory wykazującej cechy probiotyczne, celowe jest dokonanie doboru drobnoustrojów najbardziej korzystnych dla zdrowia konsumenta. Drobnoustroje te powinny charakteryzować się następującymi właściwościami [26, 29]:

- powinna to być tzw. mikroflora przyjazna dla organizmu konsumenta, tj. taka która nie wykazuje właściwości patogennych lub toksycznych, a równocześnie poprawia kondycję biorcy i potęguje jego odporność, głównie jelitową,
- są to żywe kultury bakteryjne i to wprowadzane do jelit w odpowiednio wysokich dawkach, których wielkość określa charakter drobnoustroju probiotycznego,
- probiotyki powinny być zdolne do przeżywania i metabolizmu w środowisku jelitowym, wykazując odporność na niskie pH, kwasy organiczne i kwasy żółciowe,
- winna być to mikroflora stabilna i zdolna do przeżywania w warunkach przechowywania chłodniczego oraz dystrybucji.

Wymaga się, aby były to szczepy pochodzące od człowieka. Opiera się to na obserwacjach, że tylko takie szczepy są zdolne do adhezji przewodu pokarmowego człowieka [1].

Lista poznanych lub proponowanych korzyści wynikających ze spożywania odpowiedniej liczby probiotyków jest następująca [13]:

- szczepy probiotyczne regulują właściwy skład i funkcjonowanie mikroflory jelitowej,
- ograniczają wzrost mikroflory patogennej,
- zmniejszają częstość występowania biegunek podróźnych,
- łagodzą przebieg i skracają czas trwania niektórych biegunek bakteryjnych i wirusowych (np. wywołanych przez *Clostridium difficile*, *Shigella*, *Salmonella*, enterotoksyczne szczepy *Escherichia coli* czy rotawirusy),
- łagodzą lub zapobiegają występowaniu biegunek poantybiotykowych,
- zmniejszają lub likwidują objawy wynikające z nietolerancji laktozy,
- mogą działać leczniczo w encefalopatii wątrobowej,

- wykazują antagonizm w stosunku do *Helicobacter pylori*,
- redukują poziom cholesterolu we krwi,
- wykazano działanie immunomodulacyjne probiotyków,
- posiadają aktywność przeciwnowotworową.

Produkty probiotyczne

W ostatnich latach obserwuje się bardzo intensywny rozwój produkcji nowych rodzajów żywności fermentowanej i to zarówno pochodzenia zwierzęcego, jak i roślinnego. Do fermentacji tych surowców stosuje się specjalnie wyselekcjonowane, o potwierdzonych naukowo właściwościach probiotycznych, szczepy bakterii fermentacji mlekowej, głównie z rodzaju *Lactobacillus* oraz *Bifidobacterium*. Produkty z dodatkiem *Lactobacillus reuterii* pojawiły się w Szwecji w 1991 r., w Szwajcarii w 1995 r., w Finlandii w 1997 r. [4, 11].

Nazwy produktów zawierających probiotyczne szczepy bakterii mlekowych tworzone są przez dodanie przedrostka „Bio” do nazwy tradycyjnej (Biogurt, Biodrink, Biokys), by podkreślić naturalne pochodzenie produktu, przedrostka „Sano” (Sanoyogurt), by zaznaczyć ich zdrowotne cechy, lub „Acti” (Actimel, Actifit) co oznacza produkt o określonej aktywności. Niektóre produkty mają nazwy pochodzenia mikrobiologicznego, np. mleko acidofilne czy mleko bifidusowe [12, 13].

Jednym z nowszych produktów, dostępnym również na naszym rynku, jest „Actimel”, probiotyczny mleczny napój firmy DANONE, zawierający kultury *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*, dodatkowo szczep probiotyczny o udokumentowanych klinicznie właściwościach probiotycznych *Lactobacillus casei* DN 114001. Firma „Nestle” wprowadziła na rynek probiotyk o nazwie LC 1. Produkt zawiera opatentowany przez firmę szczep *Lactobacillus johnsonii*, charakteryzujący się większą odpornością na niskie pH, kwasy organiczne i żółć. Jest dostępny na rynku europejskim od 1994 roku jako probiotyczny jogurt o tej samej nazwie oraz w formie proszku [7].

W niektórych krajach Europy Zachodniej dostępny jest mleczny napój fermentowany „Gaio” zawierający bakterie o nazwie „Causido”, w skład których wchodzi szczep *Enterococcus faecium* K-77D i dwa szczepy *Streptococcus thermophilus*. Bakterie te pochodzą z mikroflory jelitowej starszych ludzi mieszkających w Abchazji na Kaukazie, terenie znanym z długowieczności [17].

Japońska firma Yakult wprowadziła na rynek szeroką gamę produktów mlecznych zawierających szczep *Lactobacillus casei* *Shirota*. Są to m. in. fermentowany napój mleczny „Yakult” dla ludzi w każdym wieku, „Yakult LT” napój o obniżonej o 50% wartości energetycznej w porównaniu z napojem „Yakult”, „Yakult 80 Ace” z dodatkiem niezbędnych składników odżywczych tj. żelaza, wapnia czy witamin. Firma oferuje także napoje jogurtowe „Joie”, zawierające żywe komórki probiotyków i wapń

oraz deser jogurtowy „Sofuhl”. Napój fermentowany „Mil-Mil” zawiera bifidobakterie (szczep Yakult) oraz wapń, witaminę D i laktoferynę [37].

Fińskie przedsiębiorstwo Valio oferuje produkty probiotyczne zawierające szczep *Lactobacillus rhamnosus* GG (ATCC 53103). W Finlandii są sprzedawane pod nazwą „Gefilus”, są to np. jogurty, maślanka, mleko, napoje owocowe, sery, napoje fermentowane bazujące na serwatce, także kapsułki [36, 37, 38].

Na rynku obecne są również probiotyki przeznaczone dla określonych grup demograficznych: „Yo Baby” - jogurt wyprodukowany z mleka organicznego pełnego, o specjalnej formule dla dzieci i młodzieży, „Yo Self” – produkt specjalny dla kobiet [7].

Coraz częściej w produkcji lodów jogurtowych, obok tradycyjnych bakterii jogurtowych, stosowane są szczepy o właściwościach probiotycznych – *Lactobacillus acidophilus* oraz z rodzaju *Bifidobacterium* [2, 24].

Produkowane są również mięsne produkty fermentowane z udziałem probiotyków, są to np. kiełbasy surowe typu hiszpańskiego chorizo [5].

Obok produktów probiotycznych pochodzenia zwierzęcego na uwagę zasługują produkty probiotyczne pochodzenia roślinnego. Produktami tego typu są niefermentowane napoje owocowe. Namnożone uprzednio bakterie (np. *Lactobacillus plantarum*) dodaje się do spasteryzowanego i ochłodzonego napoju. Następnie wzbogacony produkt pakuje się w hermetyczne opakowania w warunkach wysokiej aseptyki. Hamowanie procesów życiowych bakterii i możliwości fermentacji napoju osiąga się poprzez przechowywanie gotowego produktu w warunkach chłodniczych, w których zachowuje on odpowiednią jakość przez dwa miesiące [27].

Innymi interesującymi produktami są fermentowane bezmleczne napoje z soi i ryżu, cechujące się bezpośrednio po wytworzeniu wysoką liczebnością bakterii kwasu mlekowego (10^7 – 10^8 jtk/ml produktu), pochodzących ze szczepionek zapewniających optymalny profil sensoryczny fermentowanych produktów [21].

W ostatnim czasie dużo uwagi poświęca się fermentowanym sokom warzywnym. W Instytucie Biotechnologii Żywności ART. w Olsztynie opracowano technologię produkcji fermentowanych soków warzywnych z buraków ćwikłowych, marchwi, selerów, pietruszki i pomidorów [14, 16].

W Instytucie Technologii Fermentacji i Mikrobiologii Politechniki Łódzkiej fermentowano sok marchwiowy różnymi szczepami jelitowych bakterii kwasu mlekowego, badano wpływ dodatku soli mineralnych na wzrost zastosowanych mikroorganizmów. Podjęto także próbę określenia optymalnych warunków czasowo – temperaturowych fermentacji soku marchwiowego. Najwyższą ocenę sensoryczną soku uzyskano po inkubacji w temperaturze 32°C i w czasie 15 godzin [3].

Produkcja soków fermentowanych

W produkcji przetworów fermentowanych obserwuje się spadek wykorzystania samorzutnej fermentacji mlekowej. Obecnie coraz częściej stosuje się fermentację kierowaną. Proces fermentacji z dodatkiem czystych kultur – tzw. kultur starterowych umożliwia szybkie i kontrolowane przefermentowanie zacierów i soków warzywnych. Zapewnia przyjemny, lekko kwaśny smak, odpowiednią trwałość oraz wyrównaną jakość [22]. W zależności od rodzaju fermentowanego surowca stosuje się szczepionki mono- i wielokulturowe, składające się z gatunków bakterii homo- i heterofermentatywnych [19].

Prace nad opracowaniem kierowanej fermentacji mlekowej soków warzywnych prowadzono w Instytucie Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego. Badania wstępne obejmowały zakiszenie różnych surowców warzywnych, dalsze ograniczono wyłącznie do przefermentowania soków z białej kapusty i buraków ćwikłowych. Soki te w ocenie sensorycznej uzyskały najlepsze wyniki.

Jakość gotowych soków oceniano na podstawie wyników badań fizykochemicznych (pH, kwasowość miareczkowa, zawartość kwasu mlekowego, zawartość ekstraktu i cukrów ogółem), mikrobiologicznych i sensorycznych. Najlepsze produkty otrzymano z pasteryzowanego soku z buraków ćwikłowych z 0,5% dodatkiem soli i 2% szczepionki, zaś soku z kapusty z 1% dodatkiem soli i 1% szczepionki [19].

Opisana technologia zakłada pasteryzację produktu po procesie fermentacji, w wyniku której zostają inaktywowane również dobroczynne bakterie kwasu mlekowego. Nie może być więc zastosowana do uzyskania produktów probiotycznych, które aby spełniały swoje funkcje prozdrowotne muszą zawierać żywe komórki bakterii.

W Instytucie Biotechnologii Żywności (UWM w Olsztynie) podjęto prace nad produkcją probiotycznych soków warzywnych, stosując szczepy gatunku *Lactobacillus acidophilus* i *Bifidobacterium bifidum*. Celem badania było wyselekcjonowanie szczepów bakterii fermentacji mlekowej o właściwościach probiotycznych oraz opracowanie szczepionek przeznaczonych do produkcji wielowarzywnych soków fermentowanych.

Gotowy produkt oceniano sensorycznie, uwzględniając wyróżniki, takie jak: klarowność, natężenie i rodzaj barwy, typ i natężenie zapachu, rodzaj smaku. Najkorzystniejszymi cechami sensorycznymi charakteryzował się fermentowany sok z marchwi przy udziale 1% szczepionki, zaś z buraków oraz z buraków i selera z dodatkiem szczepionki w ilości 3% [15].

Podsumowanie

Zastosowanie probiotyków, czyli wybranych szczepów bakterii, które mają dobroczynny wpływ na organizm człowieka w produktach spożywczych jest ściśle zwią-

zane z pojęciem żywności funkcjonalnej. Obecnie jest to bardzo popularne pojęcie, szeroko omawiane i dyskutowane zarówno wśród naukowców, jak i producentów żywności. Zapotrzebowanie na tego typu żywność jest związane ze zmianą stylu życia współczesnych ludzi. Problemy zdrowotne, związane między innymi ze zmianą sposobu żywienia, a tym samym zmianą ilości i jakości spożywanych składników odżywczych były impulsem do opracowywania i produkowania specjalnych produktów spożywczych. Badano kolejno wpływ różnych składników na funkcjonowanie organizmu ludzkiego i wybierano te, których pozytywny wpływ na zdrowie człowieka można było poprzeć badaniami naukowymi.

Produkty probiotyczne, czyli produkty zawierające wybrane szczepy bakterii o ściśle określonych właściwościach, zostały poddane licznym badaniom w celu potwierdzenia ich dobroczynnego wpływu na organizm człowieka. Potwierdzono między innymi lecznicze działanie probiotyków w przypadku biegunek u niemowląt [33].

Jednak w celu uzyskania produktu probiotycznego należy przeprowadzić szerokie badania obejmujące:

- dobór szczepu bakterii o ściśle określonych właściwościach probiotycznych i technologicznych,
- opracowanie technologii produkcji zapewniającej odpowiednią liczbę żywych komórek w produkcie i ich przeżycie w trakcie przechowywania, tak aby spożywane mikroorganizmy przetrwały drogę przez cały przewód pokarmowy i dotarły do jelita grubego konsumenta, osiedlały się i wywierały korzystny wpływ na organizm gospodarza.

Należy prowadzić równocześnie działalność edukacyjną, związaną z właściwościami probiotyków, koniecznością ich regularnego spożywania, ale także propagować zdrowy styl życia.

Praca wykonana pod kierunkiem naukowym dr hab. Danuty Kołożyn-Krajewskiej, prof. SGGW.

Literatura

- [1] Bielecka M.: Żywność probiotyczna. *Pediatrica Współczesna*, 2002, **1** (4), 27.
- [2] Cais-Sokolińska D., Oziemkowski P., Pikul J.: Wybrane cechy jakościowe lodów jogurtowych na bazie kultur o tradycyjnym składzie i z dodatkiem kultury probiotycznej. *Żywność. Technol. Jakość*, 1998, **3**(16), 87.
- [3] Ejzert M.: Aktywność probiotyczna bakterii z rodzaju *Lactobacillus* i *Bifidobacterium*. Praca magisterska, Politechnika Łódzka, 2001.
- [4] Frau K.: Top Product Development Trend in Europe. *Food Technol.*, 1999, **1** (53), 39.
- [5] Hammes W.P., Haller P.: Probiotyki w przetwórstwie mięsa. *Mięso i Wędliny*, 2000, **6**, 56.
- [6] Hasler C.M.: Functional Foods: Their role in disease prevention and health promotion. *Food Technol.*, 1998, **11** (52), 63.

- [7] Hollingsworth P.: Culture Wars. Food Technol., 2001, **3 (55)**, 43.
- [8] Ishibashi N., Yamazaki S.: Probiotics and safety. Am. J. Clin. Nutr., 2001, **73 (Suppl.)**, 465.
- [9] Jakubowski A.: Funkcjonalne produkty spożywcze. Przem. Spoż., 1995, **11(49)**, 416.
- [10] Jenkins Y.L.M.: Research Issues Evaluating "Functional Foods". Food Technol., 1993, **4 (47)**, 76.
- [11] Kołożyn-Krajewska D.: Żywność probiotyczna w aspekcie bezpieczeństwa zdrowotnego. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2001, **4 (29) Supl.**, 93.
- [12] Libudzisz Z.: Probiotyki w żywieniu człowieka. Przem. Spoż., 1999, **1 (53)**, 15.
- [13] Libudzisz Z.: Pro- i prebiotyki w fermentowanych napojach mlecznych. *Pediatrics Współczesna*, 2002, **1 (4)**, 19.
- [14] Łaniewska-Moroz Ł., Rocznikowa B.: Szczepionka do produkcji fermentowanego soku z buraków ćwikłowych. Przem. Spoż., 1993, **8 (47)**, 222.
- [15] Łaniewska-Moroz Ł., Nalepa B., Rocznikowa B.: Fermentowane soki warzywne o właściwościach probiotycznych. Przem. Spoż., 1996, **10 (50)**, 39.
- [16] Łaniewska-Moroz Ł.: Fermentowane soki warzywne. Przem. Ferm. Owoc. Warz., 1999, **10 (43)**, 25.
- [17] Łękowska-Kochaniak A. E.: Enterokoki (Paciorkowce kałowe) - probiotyki czy patogeny?, *Postępy Microbiol.*, 2000, **4 (39)**, 341.
- [18] Milner J.A.: Do „Functional Foods” Offer Opportunities to Optimize Nutrition and Health? Food Technol., 1998, **11 (52)**, 24.
- [19] Nowakowska B., Lipowski J.: Otrzymywanie fermentowanych soków warzywnych metodą kierowanej fermentacji mlekowej. Przem. Ferm. Owoc. Warz., 1995, **2 (29)**, 18.
- [20] Ouwehand A. et al.: The role of the intestinal microflora for the development of the immune system in early childhood, *Eur. J. Nutr.*, 2001, **41 Suppl. 1**, 32-37.
- [21] Owczarek L., Osińska M., Mączyńska D.: Produkty pochodzenia roślinnego a żywność funkcjonalna. Przem. Spoż., 1999, **1 (53)**, 13.
- [22] Özdemir-Alper N., Acar J.: Einfluß einer Enzymbehandlung von milchsäuren Karottensäften auf die chemischen und sensorischen Eigenschaften. *Flüssiges Obst.*, 1996, **9 (63)**, 521.
- [23] Pisulewski P.M.: Funkcjonalność produktów spożywczych pochodzenia zwierzęcego uzyskanych na drodze modyfikacji żywieniowej. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2001, **4 (29) Supl.**, 107.
- [24] Polak E.: Zastosowanie pro- i prebiotyków w lodach. Przem. Spoż., 2001, **3 (55)**, 22.
- [25] Post G.: Napoje funkcjonalne (1). Przem. Ferm. Owoc. Warz., 2000, **2 (44)**, 40.
- [26] Prost E.K.: Probiotyki. *Med. Wet.*, 1999, **2 (55)**, 75.
- [27] Żywność wygodna i żywność funkcjonalna; pod red. Świderskiego F., WNT, Warszawa 1999.
- [28] Rutkowski A.: Światowy rynek żywności funkcjonalnej a Polska. Przem. Spoż., 2001, **3 (55)**, 6.
- [29] Sanders M.E.: Probiotics. Food Technol., 1999, **11 (53)**, 67.
- [30] Schrezenmeir J., de Verse M.: Probiotics, prebiotics, and synbiotics-approaching a definition, *Am. J. Clin. Nutr.*, 2001, **73 Suppl. 1**, 361-364.
- [31] Shortt C.: The probiotic century: historical and current perspectives. *Trends Food Sci. Technol.*, 1999, **10**, 411.
- [32] Stanton C., Gardiner G., Meehan H., Collins K., Fitzgerald G., Lynch P.B., Ross R.P.: Market potential for probiotics. *Am. J. Clin. Nutr.*, 2001, **73 Suppl.**, 476.
- [33] Strus M., Heczko P.: Zdrowotne oddziaływanie probiotyków, Materiały z warsztatów AM FFE IV, Wyd. Nauk. PTTŻ, Kraków 2002, s.33.
- [34] Tomasiak P.: Prebiotyki i probiotyki. *Zdrowa Żywność, Zdrowy Styl Życia*, 2001, **1 (51)**, 12.
- [35] Zmarlicki S.: Probiotyki w napojach „Bio” <http://www.resmedica.pl/zdart3003.html>, 2002-01-18.
- [36] http://www.valio.fi/channels/konserni/eng/edellakavija/unnamed_2/unnamed/unnamed/unnamed_6.html, 2002-10-08.

- [37] http://www.valio.fi/channels/konserni/eng/tanaan/unnamed/unnamed_4/unnamed_7.html, 2002-10-08.
- [38] http://www.yakult.co.jp/english/company/food_2/main.html, 2002-1001.

THE USE OF PROBIOTICS

S u m m a r y

The definitions of functional food and probiotics were presented in the paper. Properties of bacterial strains which could be used as probiotics were described. Beneficial effects of such microorganisms for host and the different kinds of probiotic products present on Polish and European market were pointed.

Key words: probiotics, fermented food, functional food. ☒

RENATA WOŁOCH, PAWEŁ M. PISULEWSKI

WPLYW PROCESÓW TECHNOLOGICZNYCH NA ZMIANY ZAWARTOŚCI WŁÓKNA POKARMOWEGO I FRAKCJI β -GLUKANÓW W ZIARNIE NIEOPLEWIONYCH I OPLEWIONYCH FORM JĘCZMIENIA I OWSA

Streszczenie

Przeprowadzone badania miały na celu określenie wpływu procesów technologicznych na ogólną zawartość błonnika pokarmowego (frakcji nierozpuszczalnych i rozpuszczalnych) oraz frakcji β -glukanów w ziarnie jęczmienia i owsa. Materiał badawczy stanowiło całe ziarno jęczmienia (formy nieoplewionej *Rastik* i oplewionej *Start*) oraz owsa (formy nieoplewionej *Akt* i oplewionej *Kasztan*), a także ich frakcje młynarskie: mąka i otręby. Badaniom poddano również skiełkowane ziarno obu gatunków zbóż.

Stwierdzono, że jęczmień i owies są równorzędnie bogatymi źródłami błonnika pokarmowego, w tym również frakcji β -glukanów, odpowiednio: jęczmień *Rastik* - 21,6 i 4,2% s.m., *Start* - 26,3 i 3,9% s.m. oraz owies *Akt* - 22,2 i 4,3% s.m., *Kasztan* - 25,4 i 4,1% s.m. Mąka uzyskana z całego ziarna jęczmienia odmian *Rastik* i *Start* charakteryzowała się wyższą zawartością β -glukanów (2,8 i 4,1% s.m.) w porównaniu z mąką owsianą otrzymaną z odmian *Akt* i *Kasztan* (1,3 i 1,4% s.m.). Frakcja β -glukanów była bardziej równomiernie rozmieszczona w ziarniakach jęczmienia. Najwyższą zawartość błonnika pokarmowego w ziarnie badanych gatunków, szczególnie frakcji β -glukanów stwierdzono w otrębach obu gatunków. Całkowita zawartość błonnika w otrębach jęczmiennych otrzymanych z odmian *Rastik* i *Start* wynosiła odpowiednio 23,6 i 24,7% s.m. Natomiast w otrębach owsianych, odmian *Akt* i *Kasztan*, odpowiednio 24,9 i 25,7% s.m. Otręby uzyskane z oplewionych odmian jęczmienia i owsa (*Start* i *Kasztan*) charakteryzowały się wysokim udziałem β -glukanów (5,3 i 6,2% s.m.). Podobnie, w formach nieoplewionych jęczmienia i owsa (*Rastik* i *Akt*), poziom β -glukanów był wysoki (4,5 i 4,7% s.m.). W procesie kiełkowania całego ziarna jęczmienia i owsa nie zmieniła się całkowita zawartość błonnika pokarmowego (*Rastik* - 21,8, *Start* - 26,7, *Akt* - 20,6 i *Kasztan* - 24,9% s.m.), natomiast uległ obniżeniu poziom β -glukanów (z 4,2 do 3,8, z 3,9 do 2,9, z 4,3 do 2,8 i z 4,1 do 2,7% s.m.).

Słowa kluczowe: błonnik pokarmowy, β -glukany, jęczmień, owies, odmiany oplewione i nieoplewione

Wstęp

Ziarno zbóż jest ważnym źródłem błonnika pokarmowego (frakcji nierozpuszczalnych i rozpuszczalnych), w tym również frakcji β -glukanów [4, 9]. Frakcja nieroz-

puszczalna włókna pokarmowego, poprzez istotny stymulujący wpływ na motorykę przewodu pokarmowego i zwiększenie tempa przepływu treści jelitowej, może zapobiegać rozwojowi zmian nowotworowych w przewodzie pokarmowym (m.in. w jelicie grubym). Z kolei frakcja rozpuszczalna, w skład której wchodzi β -glukany, obniża stopień wchłaniania steroli z układu trawiennego i tym samym zmniejsza ryzyko zmian miażdżycowych [4, 5, 6, 8]. Najbogatszym źródłem włókna pokarmowego jest zewnętrzna część ziarna zbóż (plewki i okrywa owocowo-nasienna). Jednak, podczas zabiegów technologicznych (przemiału zbóż), większość błonnika pokarmowego zostaje usunięta z łuską ziarna, zmniejszając jego zawartość w końcowym produkcie [2, 4, 9].

Celem badań było określenie wpływu laboratoryjnego przemiału ziarna jęczmienia i owsa na zawartość włókna pokarmowego (frakcji nierozpuszczalnych i rozpuszczalnych), ze szczególnym uwzględnieniem frakcji β -glukanów. Dodatkowo, wykonano analizy zawartości wyżej wymienionych składników w skielkowanym ziarnie badanych gatunków.

Material i metody badań

Wyjściowym materiałem badawczym było ziarno jęczmienia, odmian *Rastik* (nieoplewiony; ZDHAR w Radzikowie) i *Start* (oplewiony; ZHR w Polanowicach) oraz owsa, odmian *Akt* (nieoplewiony; ZDHAR w Strzelcach) i *Kasztan* (oplewiony; ZHR w Polanowicach). Płewkę z odmian oplewionych usuwano w łuszczarce laboratoryjnej. Następnie ziarno wszystkich odmian, po doprowadzeniu do standardowej wilgotności 15,5%, rozdrabniano w młynku laboratoryjnym (typ QG 109, sito - 0,4 mm) na dwie frakcje: mąkę i otręby. Po przemiale ziarna udział mąki i otrąb wynosił odpowiednio: jęczmień *Rastik* – 27 i 73%, jęczmień *Start* – 24 i 76%, owies *Akt* – 30 i 71% oraz owies *Kasztan* – 23 i 77%. Badaniom poddano również kielkowane ziarno form nieoplewionych (po 3 dniach) i form oplewionych (po 4 dniach). Próby ziarna przeznaczone do analiz rozdrabniano w młynku laboratoryjnym i przesiewano przez sito o średnicy oczek 0,43 mm.

Całkowitą zawartość błonnika pokarmowego (oraz frakcji rozpuszczalnej i nierozpuszczalnej) w badanym materiale oznaczano standardowymi metodami AOAC [1]. Analizy na zawartość β -glukanów prowadzono metodą enzymatyczną podaną przez McCleary i Codd [7].

Uzyskane wyniki poddano jednoczynnikowej analizie wariancji. Istotność różnic pomiędzy wartościami średnimi oceniano wielokrotnym testem rozstępu na dwóch poziomach prawdopodobieństwa: $P < 0,05$ i $P < 0,01$.

Wyniki i dyskusja

Zawartość błonnika pokarmowego oraz β -glukanów w analizowanych frakcjach jęczmienia i owsa przedstawiono w tab. 1.

Całkowity poziom błonnika pokarmowego w całym ziarnie jęczmienia badanych odmian *Rastik* i *Start* wynosił odpowiednio 21,6 i 26,3% s.m.. Zawartość frakcji nierozpuszczalnej różniła się istotnie (13,8 i 18,5% s.m.), a poziom frakcji rozpuszczalnej był porównywalny. Podobnie, różnice w zawartości β -glukanów pomiędzy ocenianymi formami jęczmienia nieoplewionego i oplewionego były niewielkie (4,2 i 3,9% s.m.). Ziarno owsa, odmian *Akt* i *Kasztan*, charakteryzowało się również wysoką zawartością błonnika pokarmowego, odpowiednio 22,2 i 25,4% s.m.. Udział frakcji nierozpuszczalnej był istotnie zróżnicowany (15,9 i 18,8% s.m.), a zawartość frakcji rozpuszczalnej była zbliżona. Różnice w zawartości β -glukanów pomiędzy badanymi formami owsa (4,3 i 4,1% s.m.) były niewielkie. Podobnie Gąsiorowski [3] stwierdził niższą zawartość błonnika pokarmowego w nieoplewionej formie jęczmienia (zakres: 13,6-20,2% s.m.), natomiast wyższą w formie oplewionej (zakres: 18,1-27,5% s.m.). Równocześnie poziom β -glukanów w ocenianych odmianach jęczmienia wynosił odpowiednio: 5,7 i 4,8% s.m. Natomiast Manthey i wsp. [6] nie stwierdzili istotnych różnic w całkowitej zawartości błonnika pokarmowego (10,2–12,1%) oraz jego frakcji nierozpuszczalnej (6,0-7,1% s.m.) i rozpuszczalnej (4,1-4,9% s.m.), w różnych odmianach owsa form oplewionych.

W mące jęczmiennej uzyskanej z jęczmienia odmian *Rastik* i *Start* poziom błonnika pokarmowego ogółem oraz frakcji nierozpuszczalnej i rozpuszczalnej był zbliżony. Z kolei udział β -glukanów był wyższy w mące uzyskanej z formy oplewionej jęczmienia (*Rastik* 2,8 i *Start* 4,1% s.m.). W mące owsianej, odmian *Akt* i *Kasztan*, stwierdzono istotne różnice w całkowitej zawartości błonnika pokarmowego (15,1 i 11,6% s.m.) oraz frakcji nierozpuszczalnej (10,9 i 7,2% s.m.). Natomiast poziom frakcji rozpuszczalnej (4,2 i 4,5% s.m.) i β -glukanów (1,3 i 1,4% s.m.) był zbliżony. Bartnikowska i wsp. [2] stwierdzili niższą zawartość błonnika pokarmowego ogółem i frakcji rozpuszczalnej w mące jęczmiennej (8,7 i 2,7% s.m.) i owsianej (3,0 i 0,7% s.m.).

Najbogatszym źródłem błonnika pokarmowego była zewnętrzna część ziarniaka. Całkowita zawartość błonnika pokarmowego w otrębach jęczmiennych otrzymanych z odmian jęczmienia *Rastik* i *Start* wynosiła odpowiednio 23,6 i 24,7% s.m., a poziom frakcji nierozpuszczalnej i rozpuszczalnej był porównywalny. Podobnie, udział β -glukanów nie był wyraźnie zróżnicowany (4,5 i 5,3% s.m.). W otrębach owsa odmian *Akt* i *Kasztan*, całkowita zawartość błonnika pokarmowego była zbliżona (24,9 i 25,7% s.m.), a poziom frakcji nierozpuszczalnej wynosił odpowiednio 18,2 i 16,6% s.m. Udział frakcji rozpuszczalnej był istotnie ($P < 0,05$) wyższy w przypadku formy

Tabela 1

Wpływ przemiału i kielkowania na zawartość błonnika pokarmowego w ziarnie jęczmienia i owsa (form nieoplewionych i oplewionych).
Effect of milling and germination on dietary fiber content in barley and oats grain (naked and covered forms).

| Gatunek Species | Formy Forms | Fracje Fractions | Błonnik pokarmowy ogółem [% sm.] Total dietary fiber | Składniki błonnika pokarmowego [% sm.] Components of dietary fiber | | | | Beta-glukany Beta-glucans | |
|----------------------|-------------------------|---------------------|---|---|---|--|---|------------------------------|--|
| | | | | Błonnik nierozpuszczalny Insoluble dietary fiber | | Błonnik rozpuszczalny Soluble dietary fiber | | Zawartość Content | % udział w sto- sunku do całk. zawar- tości błonnika pokarmowego percentage of total dietary fiber |
| | | | | Zawartość Content | % udział w stosun- ku do całk. zawar- tości błonnika pokarmowego percentage of total dietary fiber | Zawartość Content | % udział w stosun- ku do całk. zawar- tości błonnika pokarmowego percentage of total dietary fiber | | |
| Jęczmień / Barley | Nieoplewiony Covered | Rastik Naked | 21,6 e | 13,8 d | 63,9 | 7,8 g | 36,1 | 4,2 gh | 19,56 |
| | | | 14,0 b | 8,9 b | 63,7 | 5,1 b | 36,3 | 28,6c | 20,06 |
| | | | 23,6 g | 16,2 g | 68,9 | 7,3 f | 31,1 | 4,5 i | 19,21 |
| | Oplewiony Covered | Start | 21,8 ef | 13,8 d | 63,6 | 7,9 g | 36,3 | 3,8 d | 17,25 |
| | | | 26,3 k | 18,5 kl | 70,5 | 7,8 g | 29,6 | 3,9 e | 14,89 |
| | | | 14,0 b | 9,2 b | 65,8 | 4,8 b | 34,2 | 4,1 f | 29,14 |
| Owies / Oats | Nieoplewiony Naked | Akt | 24,7 h | 17,4 i | 70,4 | 7,3 f | 29,6 | 5,3 k | 21,2 |
| | | | 26,7 | 18,3 jk | 68,7 | 8,4 h | 31,2 | 29, c | 10,81 |
| | | | 22,2 f | 15,9 f | 72,0 | 6,2 d | 28,0 | 4,3 h | 19,17 |
| | Oplewiony Covered | Kaszian | 15,1 c | 10,9 c | 72,3 | 4,2 a | 27,7 | 1,3 a | 8,83 |
| | | | 24,9 hi | 18,2 j | 73,1 | 6,7 e | 26,9 | 4,7 j | 18,88 |
| | | | 20,6 d | 15,1 e | 73,5 | 5,5 c | 26,5 | 2,8 bc | 13,62 |
| Oplewiony Covered | Kaszian | 25,4 ij | 18,8 m | 74,1 | 6,6 e | 25,8 | 4,1 fg | 16,3 | |
| | | 11,6 a | 7,2 a | 62,5 | 4,5 a | 37,5 | 1,4 a | 12,03 | |
| | | | 25,7 j | 16,6 h | 64,7 | 9,1 i | 6,2 i | 23,92 | |
| | | | 24,9 hi | 18,8 lm | 75,4 | 6,2 d | 2,7 b | 10,97 | |

a, b, c, d, e, f, g, h – średnie oznaczone różnymi literami w tej samej kolumnie dla odpowiedniej frakcji młynarskiej, różnią się w sposób statystycznie istotny przy $P < 0,05$.
a, b, c, d, e, f, g, h – different letters in the same columns for the same fraction of milling denote significant differences at the $P < 0,05$ level

oplewionej (6,7 i 9,1% s.m.). Poziom β -glukanów w otrębach owsianych różnił się istotnie (4,7 i 6,2% s.m.). Podobnie Bartnikowska i wsp. [2] stwierdzili w otrębach jęczmiennych, uzyskanych w wyniku przemiału obłuszczonego ziarna, wysoki poziom błonnika pokarmowego (20,4% s.m.) i frakcji rozpuszczalnej (6,9% s.m.), natomiast w otrębach owsianych niższy (odpowiednio: 16,4 i 6,2% s.m.). Natomiast Kahlona i wsp. [5] wykazali w otrębach owsianych, otrzymanych z formy oplewionej, niższe zawartości błonnika pokarmowego ogółem (18,6% s.m.) oraz wyższy poziom frakcji rozpuszczalnej (8,0% s.m.) i β -glukanów (8,3% s.m.).

W kielkowanym ziarnie jęczmienia, odmian *Rastik* i *Start*, całkowita zawartość błonnika pokarmowego (21,8 i 26,7% s.m.) była zbliżona do obserwowanej w ziarnie niekielkowanym. Podobną tendencję stwierdzono w odniesieniu do frakcji nierozpuszczalnej błonnika (13,8 i 18,3% s.m.). Zawartość frakcji rozpuszczalnej (7,9 i 8,4% s.m.), była wyższa w kielkowanych ziarniakach, a poziom β -glukanów (3,8 i 2,9% s.m.) ulegał obniżeniu. W kielkowanych ziarniakach owsa, odmian *Akt* i *Kasztan*, całkowita zawartość błonnika pokarmowego i frakcji nierozpuszczalnej pozostała na poziomie zbliżonym do ziarna niekielkowanego. Natomiast poziom frakcji rozpuszczalnej (5,5 i 6,2%) i β -glukanów (2,8 i 2,7% s.m.) ulegał istotnemu obniżeniu.

Wnioski

1. Jęczmień i owies są równorzędnie bogatymi źródłami błonnika pokarmowego, frakcji nierozpuszczalnej i rozpuszczalnej.
2. Mąka jęczmienna charakteryzuje się wyższą zawartością β -glukanów w porównaniu z mąką owsianą. Ponadto, β -glukany są bardziej równomiernie rozmieszczone w ziarniakach jęczmienia.
3. Otręby jęczmienne i owsiane charakteryzują się najwyższą zawartością błonnika pokarmowego, szczególnie jego frakcji rozpuszczalnej oraz β -glukanów.
4. W procesie kielkowania ziarna jęczmienia i owsa nie zmienia się całkowita zawartość błonnika pokarmowego, natomiast obniżeniu ulega poziom β -glukanów.

Literatura

- [1] AOAC. Official Methods of Analysis, 16th Edition. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA 1995.
- [2] Bartnikowska E., Lange E., Rakowska M.: Ziarno owsa – niedoceniane źródło składników odżywczych i biologicznie czynnych. Część II. Polisacharydy i włókno pokarmowe, składniki mineralne, witaminy. Biuletyn IHAR, 2000, 215, 223.
- [3] Gąsiorowski H.: Jęczmień – chemia i technologia. PWRiL, Poznań 1997.
- [4] Gąsiorowski H.: Owies – chemia i technologia. PWRiL, Poznań 1995.

- [5] Kahlon T.S., Chow F.I., Knuckles B.E., Chiu M.M.: Cholesterol-lowering effects in hamsters of β -glucan-enriched barley fraction, dehulled whole barley, rice bran, and oat bran and their combinations. *Cereal Chem.* 1993, **70**, 435.
- [6] Manthey F.A., Hareland G.A., Huseby D.J.: Soluble and insoluble dietary fiber content and composition in oat. *Cereal Chem.* 1999, **76**, 417.
- [7] McCleary B.V., Codd R.: Measurement of (1-3),(1-4)- β -D-glucan in barley and oats: Streamlined enzymatic procedure. *J. Sci. Food Agric.* 1991, **55**, 303.
- [8] Newman R.K., Klopfenstein C.F., Newman C.W., Guritno N., Hofer P.J.: Comparison of the cholesterol-lowering properties of whole barley, oat bran, and wheat red dog in chicks and rats. *Cereal Chem.*, 1992, **69**, 240.
- [9] Slavin J.L., Martini M.C., Jacobs D.R., Marquart L.: Plausible mechanisms for protectiveness of whole grains. *Am. J. Clin. Nutr.* 1999, **70**, 459.

EFFECT OF PROCESSING ON THE CONTENT OF DIETARY FIBER AND β -GLUCANS IN NAKED AND COVERED FORMS OF BARLEY AND OATS

Summary

The aim of this study was to define effects of processing on dietary fiber (insoluble and soluble fraction) and β -glucan contents in barley and oat grain. The material was whole grain of barley (naked cv. *Rastik*, covered cv. *Start*) and oats (naked cv. *Akt*, covered cv. *Kasztan*) and their milling fractions: flour and bran. In addition germinated grain of both species was analysed.

It was found that whole barley and oat grain were comparable sources of dietary fiber and β -glucans. Their contents of dietary fiber and β -glucans were (%d.m.): barley cv. *Rastik* – 21,6 and 4,2%, barley cv. *Start* – 26,3 and 3,9%, oats cv. *Akt* – 22,2 and 4,3%, oats cv. *Kasztan* – 25,4 and 4,1% , respectively.

The barley flour obtained from the whole grain of cv. *Rastik* and cv. *Start* showed higher content of β -glucans (%d.m.: 2,8 and 4,1%) than the oat flour obtained from cv. *Akt* and cv. *Kasztan* (%d.m.: 1,3 and 1,4%). The fraction of β -glucans was more uniformly distributed in barley kernels.

The content of total dietary fiber in bran of barley cultivars was (%d.m.): cv. *Rastik* – 23,6 and cv. *Start* – 24,7%. In bran fraction of oat cultivars, the content of total dietary fibre was (%d.m.): cv. *Akt* – 24,9 and cv. *Kasztan* 25,7%. The bran obtained from covered cultivars of barley and oat (cv. *Start* and cv. *Kasztan*) showed high contribution of β -glucans (%d.m.): 5,3 and 6,2%. Likewise, β -glucan concentration in bran of naked forms of barley and oat was high (%d.m.): cv. *Rastik* – 4,5 and cv. *Akt* - 4,7%..

The content of total dietary fiber (%d.m.) in the whole grain of barley and oats was not affected by germination (cv. *Rastik* – 21,8%, cv. *Start* – 26,7% and cv. *Akt* – 20,6%, *Kasztan* – 24,9%). In contrast, the germination decreased the content of β -glucans in these cultivars (%d.m.): from 4,2 to 3,8, from 3,9 to 2,9, from 4,3 to 2,8, and from 4,1 to 2,7%, respectively.

Key words: dietary fiber, β -glucans, barley, oat, covered and naked cultivars. ☒

FOOD

The Scientific Organ of Polish Food Technologists' Society (PTTŻ) – quarterly

No 3(32) Suppl.

Kraków 2002

Vol. 9

CONTENTS

| | |
|--|-----|
| From the Editor | 3 |
| NINA BARYŁKO-PIKIELNA: PTTŻ Young Academics, Symposium..... | 5 |
| ANNA BERTHOLD, IRENA MOLSKA: The Occurrence of <i>Bacillus cereus</i> in Raw Milk | 8 |
| SYLWIA CHUDY, JAN PIKUL: Characteristic of Ice Cream with Fat and Sugar Replacer..... | 18 |
| SYLWIA CHUDY, JAN PIKUL, MAGDALENA RUDZIŃSKA, PRZEMYSŁAW OZIEMKOWSKI: Physico-chemical and Functional Properties of Whey Protein Concentrates | 27 |
| ILONA GAŁĄZKA: The Composition of Chicory Flour of Selected Chicory Cultivars (Polanowicka and Fredonia) in Relation to Roots Sizes and the Date of Harvest..... | 37 |
| ILONA GAŁĄZKA, ANDRZEJ CZARNECKI: Obtainment of the Inulin and Preparations of Chicory Roots .. | 46 |
| KAMILA GODERSKA, MARTA MATUSZEWSKA, ZBIGNIEW CZARNECKI: The Characteristics of Chosen <i>Lactobacillus acidophilus</i> Strains and their Survival Rate in Carrot Juice | 55 |
| RADOSŁAW GRUSKA: The Influence of Calcium Hydrate on the Purity Quotient of Sugar Beet Juice.... | 66 |
| ANNA KAMIŃSKA, PIOTR P. LEWICKI: Mass Transfer in Osmotically Dehydrated Apples Stored at Different Temperatures..... | 73 |
| MAGDALENA KITLAS, MAŁGORZATA ZIARNO: Trial of Fortification of Cottage Cheese with Calcium Salts | 79 |
| DOROTA LENART, REGINA STEMPNIEWICZ: Effect of <i>Geotrichum candidum</i> on the Natural Microflora of Barley Malts | 89 |
| EWA MAJEWSKA: Quantitative Determination of Aspartame in Food Products Using Titrimetric Method..... | 100 |
| MAGDALENA MOLSKA: Thermal Inactivation of <i>Bacillus stearothermophilus</i> Spores in the Presence of NaCl. | 109 |
| ANETA OGONEK, ANDRZEJ LENART: The Significance of Edible Coatings in the Osmotic Dehydration of Frozen Strawberries..... | 116 |
| HANNA PASCHKE, MIECZYŚLAW JANKIEWICZ: Effect of Added Fat on the Viscoelastic Properties of Wheat Dough..... | 127 |
| MICHAŁ PIEGZA, REGINA STEMPNIEWICZ: Evaluation of the <i>Geotrichum candidum</i> Antagonism Towards Toxigenic Fungi of <i>Fusarium Sp.</i> | 136 |
| MARCIN PIECZYŃSKI: Technological Properties Modification of Egg Yolk Powder by Agglomeration Method and its Storage Stability | 148 |
| RENATA RYBICKA: Introductory Research on Using Enzymatic Test for Sucrose, D-Glucose and D-Fructose Determination in Soft Drinks | 159 |
| KATARZYNA SAMBORSKA, DOROTA WITROWA-RAJCHERT: Evaluation of Spray-Drying Process of Commercial Liquid α -Amylase..... | 170 |
| RADOSŁAW SPYCHAJ, MARTA SOWA, ZYGMUNT GIL, MAREK LISZEWSKI: Influence of Technology of Cultivation and Term of Harvest on Some Features of Nutritional Value of Hull Less and Hulled Spring Barley Grain | 179 |
| AGNIESZKA TOMZA, EWA BRUCKA-JASTRZĘBSKA, ELŻBIETA RATKOWSKA: Influence of Different Heat Treatment on the Concentration of PCBs in Meat of Carp – <i>Cyprinus carpio</i> L..... | 190 |
| MONIKA TRZAŚKOWSKA, ELIZA ŻERAŃSKA: The Use of Probiotics | 196 |
| RENATA WOŁOCH, PAWEŁ M. PISULEWSKI: Effect of Processing on the Content of Dietary Fiber and β -Glucans in Naked and Covered Forms of Barley and Oats | 207 |

Only reviewed papers are published

Covered by: AGRO-LIBREX and Chemical Abstracts Service and IFIS

ISSN 1425-6959

Wydanie czasopisma dofinansowane jest ze składek członków wspierających Polskiego Towarzystwa Technologów Żywności: **Akwawit** Leszno; **Bielmar** Bielsko-Biała, **Celiko SA** Poznań; **Frito-Lay Poland Sp. z o.o.** Grodzisk Mazowiecki; **Hortimex Sp. z o.o.** Konin; **Polfarmex SA** Kutno; **Polsnack Sp. z o.o.** Nysa; **Pozmeat SA** Poznań; **Raisio Polska Foods Sp. z o.o.** Karczew; **Regis Sp. z o.o.** Wieliczka; **PHU SIC** Gościnnó, **Sławski Zakład Przetwórstwa Mięsa i Drobiu s.c.** „BALCERZAK I SPÓŁKA”; Spółdzielnia Produkcji Piekarskiej i Ciastkarskiej Kraków; **Tchibo** Warszawa; **Technex GmbH** Szczecin; **Zakłady Przemysłu Tłuszczowego** Warszawa

Warunki prenumeraty

Szanowni Państwo,

uprzejmie informujemy, że przyjmujemy zamówienia na prenumeratę naszego kwartalnika, zarówno od Czytelników indywidualnych, jak i od instytucji, co powinno Państwu zapewnić bieżące otrzymywanie kolejnych wydawanych przez nas numerów.

Zamówienia na prenumeratę, jak i na poszczególne numery prosimy kierować na adres:

Wydawnictwo Naukowe PTTŻ

31-425 Kraków, Al. 29 Listopada 46

Nr konta: Deutsche Bank 24 Oddz. w Krakowie

19101048-91444-27016-1101