

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 koncentratkach 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  $\beta$ -1,2-glikozydowymi, często zakończonych cząsteczką glikozy. 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 CO<sub>2</sub>. 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).

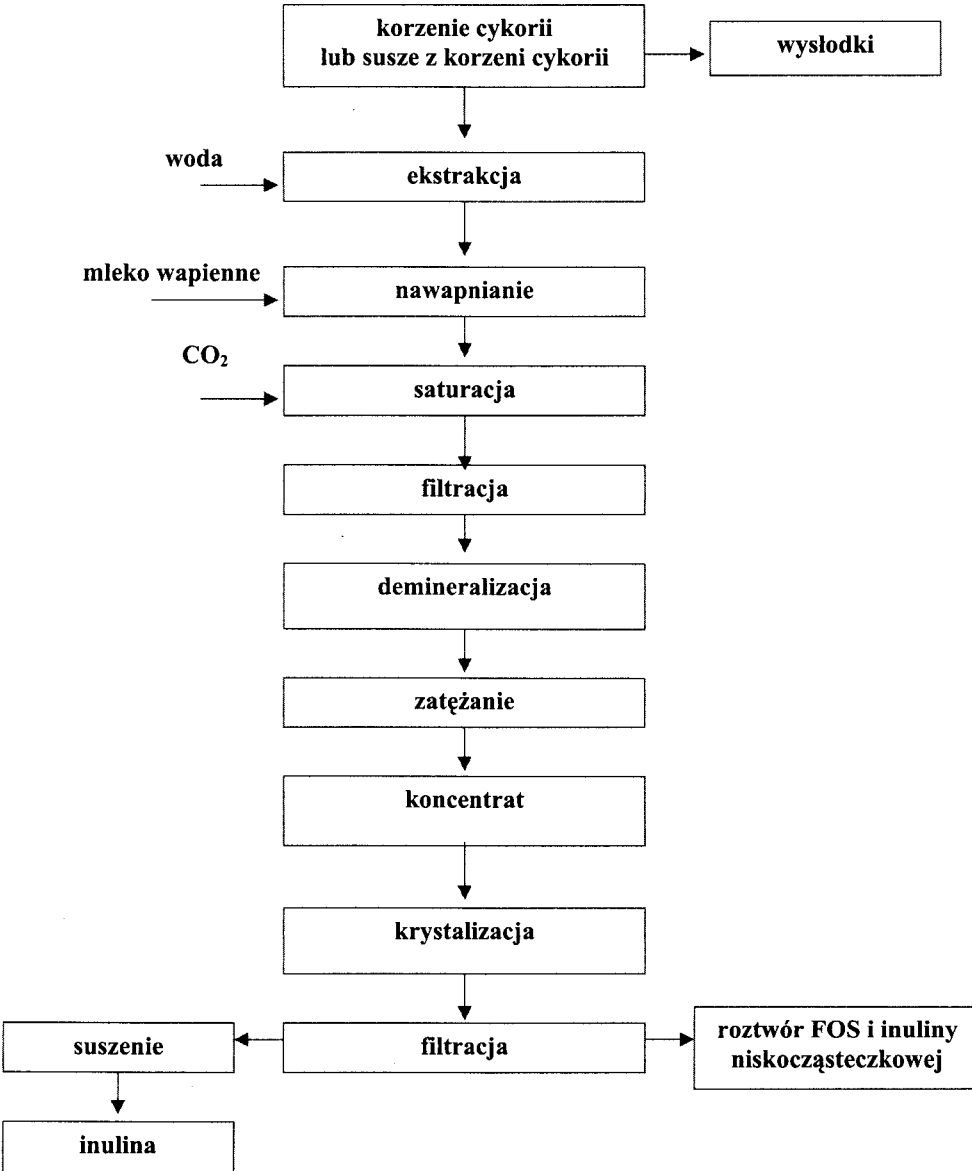
Suszenie kryształów inuliny prowadzono w suszarce próżniowej w temp. poniżej 50°C, w ciągu 4 godz. Sposób otrzymywania inuliny przedstawiono na rys. 1.

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  $\phi$  0,45  $\mu\text{m}$ , po czym 20  $\mu\text{l}$  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.

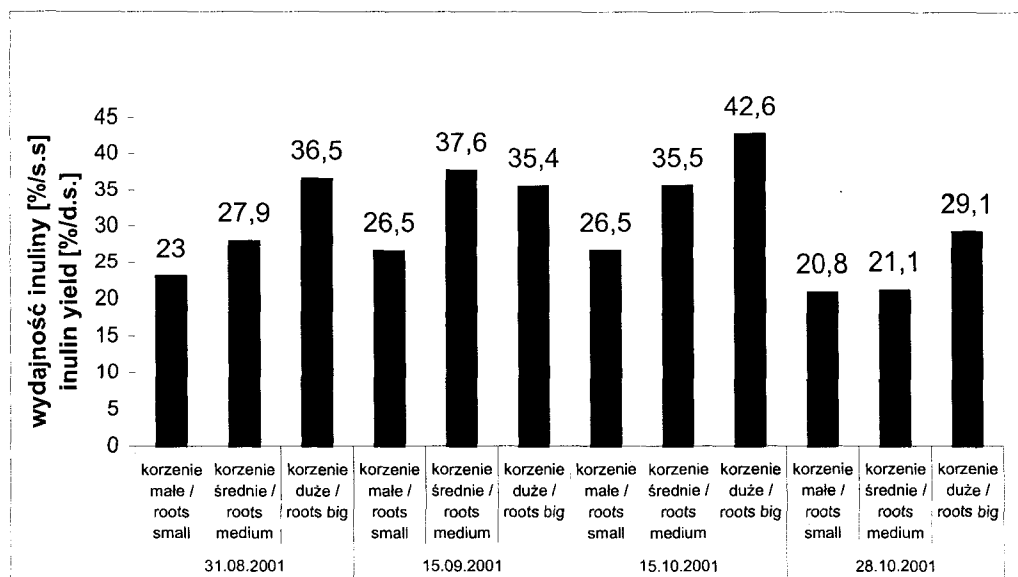
Percentage of saccharides in preparations from chicory roots.

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 inuliny, 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.



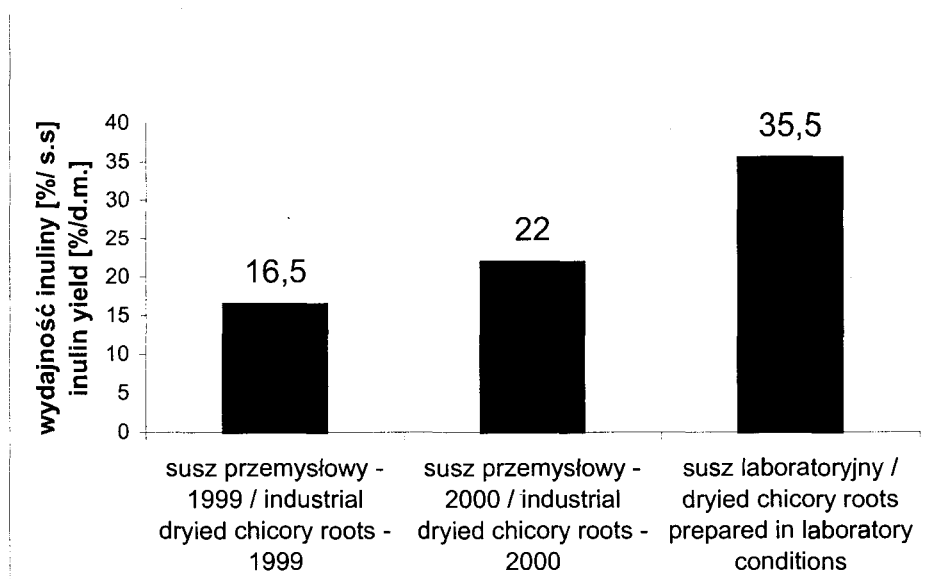
Rys. 2. Zależność wydajności inuliny krystalicznej od wielkości korzeni i terminu zbioru.

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 koncentraty 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 15<sup>th</sup> 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.

