

## **ZMIANY JAKOŚCIOWE CUKRU BIAŁEGO ZACHODZĄCE PODCZAS JEGO PRZECHOWYWANIA**

**Teresa Sumińska, Barbara Gajewnik**

Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego im. prof. Wacława Dąbrowskiego

Zakład Cukrownictwa

ul. Inżynierska 4, 05-084 Leszno

teresa.suminska@ibprs.pl

### **Streszczenie**

W publikacji podano wyniki badań dotyczących zmian jakości cukru białego, przechowywanego w laboratorium przez dwa lata. W cukrze oznaczano zawartość wilgoci, popiołu konduktometrycznego, substancji nierozpuszczalnych oraz siarczynów. Określono również mętność i zabarwienie roztworu cukru oraz zabarwienie cukru w kryształach. W wyniku przeprowadzonych badań stwierdzono, że jakość cukru podczas przechowywania ulega stopniowemu pogorszeniu. Po dwóch latach przechowywania cukier nadal spełniał wymagania UE.

**Słowa kluczowe:** cukier biały, przechowywanie, jakość

### **CHANGES IN QUALITY OF WHITE SUGAR, OCCURRING DURING STORAGE**

#### **Summary**

The publications are the results of changes in the quality of sugar stored in the laboratory for a period of two years. The sugar was determined moisture content, conductivity ash, insoluble substances and sulphites. Also determined turbidity and color of the sugar solution and the color of the sugar in the crystal. The results showed that the quality of the sugar storage is gradually deteriorating. However, after two years of storage sugar continues to meet EU requirements.

**Key words:** white sugar, quality, storage

#### **WSTĘP**

Jakość produktu, jakim jest cukier biały, wiąże się nie tylko z fizycznymi i chemicznymi jego właściwościami, lecz także musi uwzględniać potrzeby i wymagania konsumentów. Kryteria oceny jakości cukru są określone m.in. w postanowieniach Polskiego Komitetu Normalizacyjnego, rozporządzeniach UE i komisji międzynarodowych, a ocena jakości jest przedmiotem analityki cukrowniczej (ICUMSA). Za główne kryteria jakościowe

wytwarzanego cukru białego uznaje się: wilgotność, zabarwienie oznaczone w roztworze i kryształy, związki redukujące, popiół konduktometryczny oraz granulację. Dla przetwórstwa przemysłowego ważne są natomiast: zawartość dwutlenku siarki, zjawisko pienienia i mętności roztworów oraz czystość mikrobiologiczna [Dobrzycki 1984].

Wilgotność cukru kryształu jest bardzo ważna, ponieważ wpływa niekorzystnie na sypkość i trwałość produktu w okresie magazynowania [Mc Ginnis 1976]. Na powierzchni kryształów cukru, w przylegającej cienkiej warstwie nasyconej sacharozą, znajdują się niewielkie ilości inwertu oraz nieorganicznych i organicznych niecukrów rozpuszczonych albo wytrąconych z macierzystego roztworu. Substancje te wykazują właściwości higroskopijne i uniemożliwiają całkowite wyschnięcie tej warstewki. Ustala się więc równowaga pomiędzy warstewką syropu a atmosferą otaczającą kryształy. W miarę wzrostu wilgotności względnej otoczenia wzrasta wilgotność cukru i odwrotnie [Dobrzycki 1984]. Natomiast gdy wysycha warstewka powierzchniowa, następuje krystalizacja sacharozy, która zlepia kryształy stykające się wzajemnie. Jeżeli więc cukier jest niedostatecznie wysuszony w procesie produkcji, to podczas magazynowania luzem proces wysychania przebiega nadal, aż do momentu osiągnięcia równowagi z otaczającą atmosferą. Powoduje to zlepianie i zbrylanie się magazynowanej masy, dlatego produkowany cukier powinien być wysuszony do takiego stanu, w którym znajdzie się albo poniżej, albo powyżej równowagowej zawartości wilgoci w stosunku do wilgotności względnej atmosfery.

Z kolei gdy doprowadzi się do nawilżenia zbrylonego cukru poprzez podniesienie wilgotności względnej atmosfery, to rozpuszczą się kryształki w warstwie zlepiającej i cukier znów stanie się sypki [Mc Ginnis 1976; Sumińska, Strębska-Zajac 2006].

Zabarwienie cukru zależy od zabarwienia soku gęstego oraz syropu standard, z którego gotuje się cukrzycę I. W przeciętnych warunkach 1–3% zabarwienia soku gęstego połączonego z klarówką zostaje w gotowym wyrobie [Gruszecka 1980]. Powszechnie przyjmuje się, że przyrost zabarwienia soków skutecznie hamuje siarkowanie przy użyciu gazowego SO<sub>2</sub>.

Stosowanie ditlenku siarki w ilościach zapewniających wymagany stopień odbarwienia soku powoduje jednakże stopniowy powrót zabarwienia w cukrze w okresie magazynowania, co jest skutkiem utleniania związków zawierających siarczynę przez tlen z powietrza. Ditlenek siarki powinien być stosowany tylko jako inhibitor zapobiegający reakcji brunatnienia [Mc Ginnis 1976; Dobrzycki 1984].

O zawartości popiołu decyduje głównie dokładność w zmyciu pozostałości syropu międzykryształowego z powierzchni kryształów w trakcie zabielenia w wirówce wodą i parą.

Do najważniejszych kationów nieorganicznych stanowiących składniki popiołu w cukrze buraczanym należą: potas, sód, wapń i magnez. Zasadnicze aniony to: siarczany, chlorki i fosforany. Znaczenie popiołu jako miary jakości produktu polega m.in. na tym, że jego zawartość jest traktowana jako ocena stopnia oczyszczenia środka spożywczego.

Zawartość popiołu konduktometrycznego nie zawsze zależy od zawartości niecukrów nieorganicznych w cukrze kierowanym do magazynowania. Zdarza się, że po długookresowym przechowywaniu wyrobu ilość popiołu znacznie wzrasta [Dobrzycki 1984; Schiweck 1998].

Cukier przeznaczony do składowania powinien być dobrze wysuszony do zawartości 0,03% wilgoci, ochłodzony do temperatury nie wyższej niż 25–30°C oraz pozbawiony grudek, zlepków i pyłu cukrowego (zawartość grysiku o wymiarach poniżej 0,3 mm nie więcej niż 2%), pH roztworu cukru powinno wynosić 6,8–7,4 [Dobrzycki 1984; Dobrzycki 1988].

Zgodnie z Polską Normą PN-86/A-74860 temperatura powietrza w magazynach cukru powinna być wyższa, co najmniej o 5°C, od temperatury powietrza na zewnątrz magazynu, nie niższa jednak niż 10°C. Wilgotność względna powietrza nie powinna przekraczać 70% w magazynach cukrowni, a 75% w magazynach hurtu. Wydaje się, że wilgotność 70–75%, z punktu widzenia teorii dotyczącej izoterm sorpcji cukru jest za wysoka [Nikiel 1983; Dobrzycki 1984].

Temperatura składowanego cukru w silosie oraz powietrza nad nim powinna być wyższa od temperatury na zewnątrz, a wilgotność względna powietrza powinna być utrzymana poniżej 65% [Lisik 2009; Kołożyn-Krajewska, Sikora 2004].

## **MATERIAŁ I METODY BADAŃ**

Materiał do badań stanowiły próbki cukru białego wyprodukowanego przez polskie cukrownie podczas kampanii 2013/2014, analizowane przed składowaniem oraz po pół roku, roku i dwóch latach składowania. Badaniu poddano 5 niezależnych próbek cukru.

Próbki cukru przechowywane były w workach foliowych w temperaturze pokojowej od 15°C do 25°C i wilgotności względnej powietrza < 75%.

Oznaczenia wykonano następującymi metodami (Zbiór przepisów analitycznych ICUMSA, 2013):

- Mętność roztworu cukru metodą ICUMSA GS2/3-18 (2013), metoda spektrofotometryczna.

- Zawartość substancji nierozpuszczalnych w wodzie metodą ICUMSA GS2/3/9-19 (2007), metoda wagowa.
- Zawartość popiołu konduktometrycznego metodą ICUMSA GS 2/3 –17 (2011), metoda konduktometryczna.
- Zabarwienie roztworu cukru metodą ICUMSA GS2/3 – 10 (2011), metoda spektrofotometryczna.
- Typ zabarwienia (reflaktancja) metodą ICUMSA GS2 – 13 (2011), metoda fotometryczna.
- Zawartość siarczynów metodą ICUMSA GS2/1/7-33, metoda spektrofotometryczna.
- Zawartość wilgoci metodą PN-A-74855-4:1996, metoda wagowa.

### **WYNIKI**

Wyniki badań cukru białego przeznaczonego do przechowywania oraz cukru przechowywanego w warunkach laboratorium zestawiono w tabeli 1 i na rysunkach 1–7.

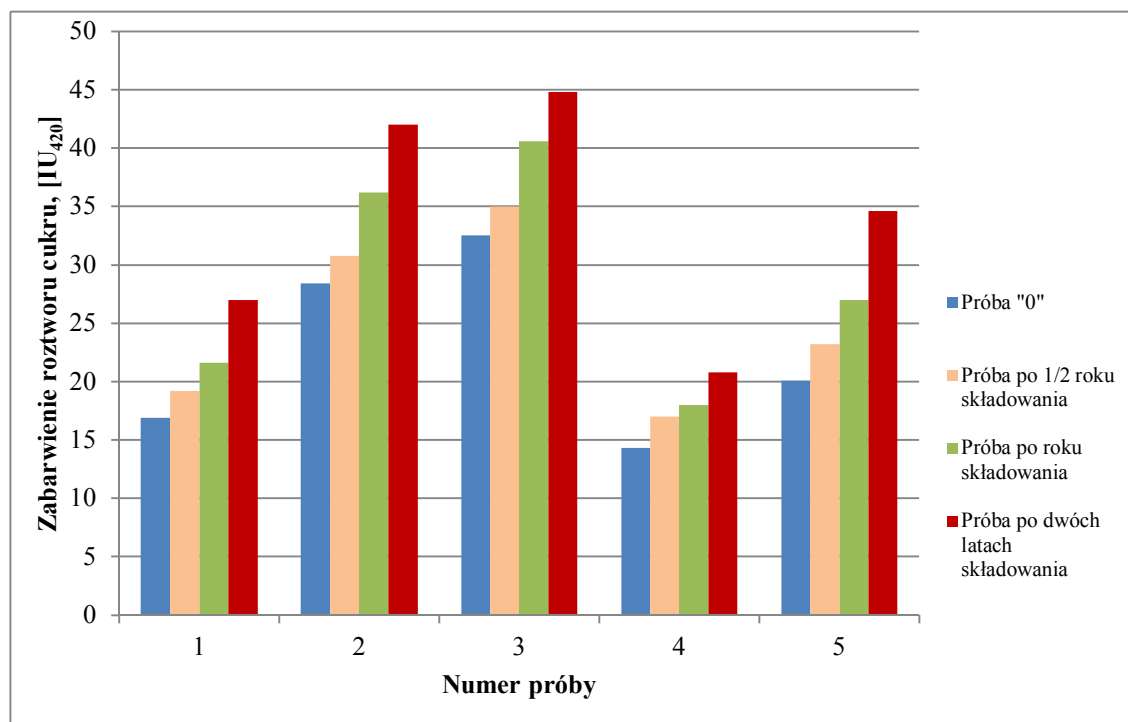
**Tabela 1.** Wyniki badań jakości cukru białego  
*The results of the research quality of white sugar*

Wskaźnik	Cukier biały									
	Przed składowaniem					Po półrocznym składowaniu				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Zabarwienie roztworu [IU <sub>420</sub> ]	16,9	28,4	32,5	14,3	20,1	19,2	30,8	35,0	17,0	23,2
<i>Przyrost [%]</i>	-	-	-	-	-	<b>13,6</b>	<b>8,5</b>	<b>7,7</b>	<b>18,9</b>	<b>15,4</b>
Typ zabarwienia (reflaktancja) [jednostek typu zabarwienia]	0,61	1,44	1,96	0,88	1,20	0,7	1,55	2,14	1,02	1,35
<i>Przyrost [%]</i>	-	-	-	-	-	<b>14,8</b>	<b>7,6</b>	<b>9,2</b>	<b>15,9</b>	<b>12,5</b>
Mętność roztworu [IU <sub>420</sub> ]	16,0	17,0	31,8	25,6	11,0	17,2	18,2	35,6	30,7	13,2
<i>Przyrost [%]</i>	-	-	-	-	-	<b>7,5</b>	<b>7,1</b>	<b>11,9</b>	<b>19,9</b>	<b>20,0</b>
Zawartość popiołu konduktometrycznego [%]	0,007	0,015	0,012	0,007	0,009	0,008	0,017	0,013	0,008	0,011
<i>Przyrost [%]</i>	-	-	-	-	-	<b>14,3</b>	<b>13,3</b>	<b>8,3</b>	<b>14,3</b>	<b>22,2</b>
Zawartość siarczynów [mg/kg]	2,57	0,56	0	2,71	2,11	2,2	0,45	0	2,06	1,53
<i>Przyrost [%]</i>	-	-	-	-	-	<b>-14,0</b>	<b>-19,6</b>	-	<b>-24,0</b>	<b>-27,5</b>
Zawartość substancji nierozpuszczalnych [mg/kg]	2,8	18,8	20,4	16,4	10,8	2,2	17,2	25,2	18,0	9,6
<i>Przyrost [%]</i>	-	-	-	-	-	<b>-21,4</b>	<b>-8,5</b>	<b>23,5</b>	<b>9,8</b>	<b>-11,1</b>
Zawartość wilgoci [%]	0,016	0,014	0,019	0,017	0,011	0,017	0,017	0,018	0,018	0,014
<i>Przyrost [%]</i>	-	-	-	-	-	<b>6,3</b>	<b>21,4</b>	<b>-5,3</b>	<b>5,9</b>	<b>27,3</b>

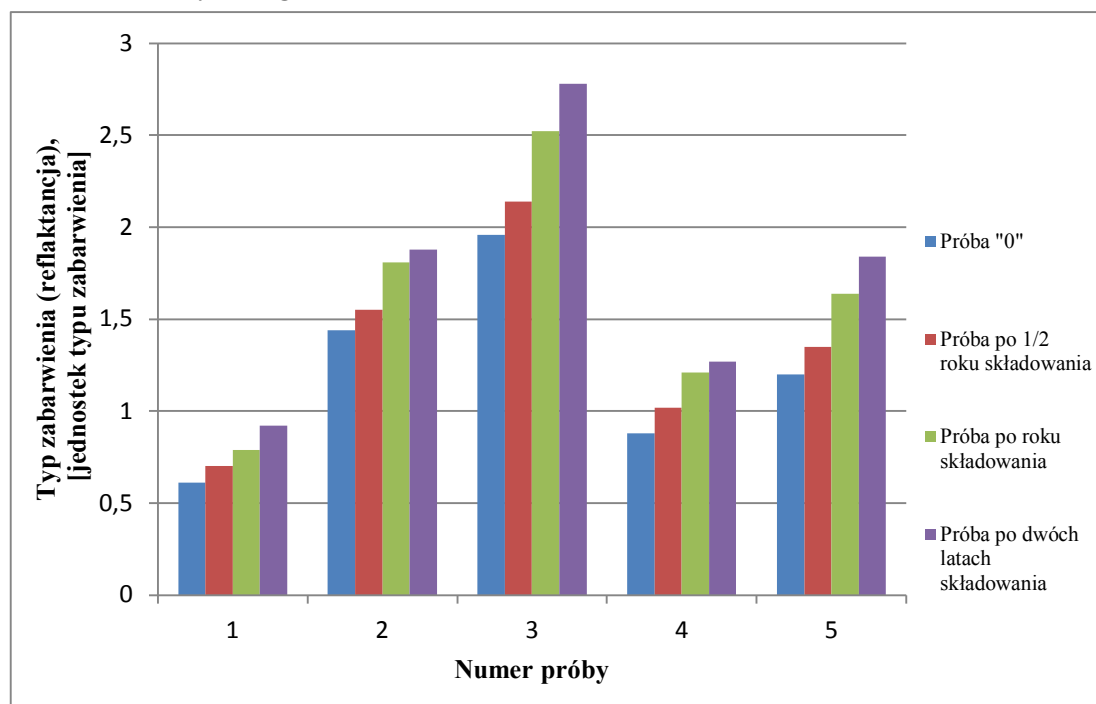
**Cd. Tabela 1.** Wyniki badań jakości cukru białego

*The results of the research quality of white sugar*

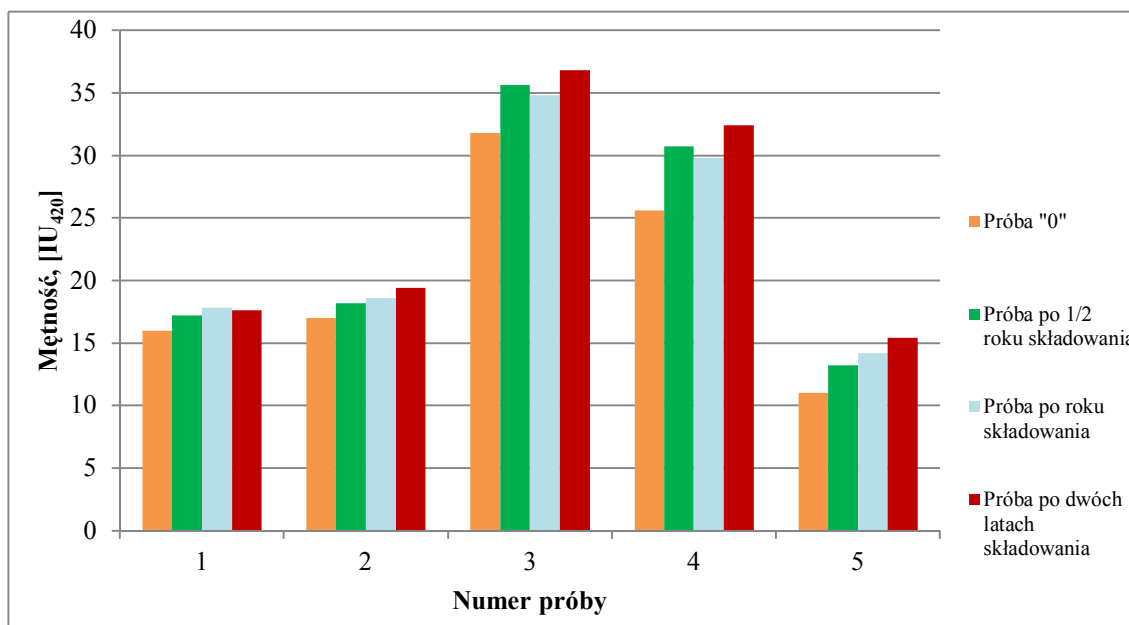
Wskaźnik	Cukier biały									
	Po rocznym składowaniu					Po dwóch latach składowania				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Zabarwienie roztworu [IU <sub>420</sub> ]	21,6	36,2	40,6	18,0	27,0	27,0	42,0	44,8	20,8	34,6
<i>Przyrost [%]</i>	<b>27,8</b>	<b>27,5</b>	<b>24,9</b>	<b>25,9</b>	<b>24,4</b>	<b>59,8</b>	<b>47,9</b>	<b>37,8</b>	<b>45,5</b>	<b>72,1</b>
Typ zabarwienia (reflaktancja) [jednostek typu zabarwienia]	0,79	1,81	2,52	1,21	1,64	0,92	1,88	2,78	1,27	1,84
<i>Przyrost [%]</i>	<b>29,5</b>	<b>25,7</b>	<b>28,6</b>	<b>37,5</b>	<b>36,7</b>	<b>50,8</b>	<b>30,6</b>	<b>41,8</b>	<b>44,3</b>	<b>53,3</b>
Mętność roztworu [IU <sub>420</sub> ]	17,8	18,6	34,8	29,8	14,2	17,6	19,4	36,8	32,4	15,4
<i>Przyrost [%]</i>	<b>11,3</b>	<b>9,4</b>	<b>9,4</b>	<b>16,4</b>	<b>29,1</b>	<b>10,0</b>	<b>14,1</b>	<b>15,7</b>	<b>26,6</b>	<b>40,0</b>
Zawartość popiołu konduktometrycznego [%]	0,008	0,017	0,012	0,008	0,010	0,009	0,018	0,012	0,009	0,012
<i>Przyrost [%]</i>	<b>14,3</b>	<b>13,3</b>	<b>0</b>	<b>14,3</b>	<b>11,1</b>	<b>28,6</b>	<b>20,0</b>	<b>0</b>	<b>28,6</b>	<b>33,3</b>
Zawartość siarczynów [mg/kg]	1,03	0,28	0	0,96	0,86	0,42	0,06	0	0,32	0,10
<i>Przyrost [%]</i>	<b>-59,9</b>	<b>-50,0</b>	<b>-</b>	<b>-64,6</b>	<b>-59,2</b>	<b>-83,7</b>	<b>-89,3</b>	<b>-</b>	<b>-88,2</b>	<b>-95,3</b>
Zawartość substancji nierozpuszczalnych [mg/kg]	3,6	18,6	23,8	18,2	11,4	3,8	19,2	26,4	19,6	11,6
<i>Przyrost [%]</i>	<b>28,6</b>	<b>-1,1</b>	<b>16,7</b>	<b>11,0</b>	<b>5,6</b>	<b>35,7</b>	<b>2,1</b>	<b>24,5</b>	<b>19,5</b>	<b>7,4</b>
Zawartość wilgoci [%]	0,018	0,017	0,020	0,020	0,014	0,017	0,018	0,019	0,020	0,012
<i>Przyrost [%]</i>	<b>12,5</b>	<b>21,4</b>	<b>5,2</b>	<b>17,6</b>	<b>27,3</b>	<b>6,3</b>	<b>22,2</b>	<b>-</b>	<b>17,6</b>	<b>9,1</b>



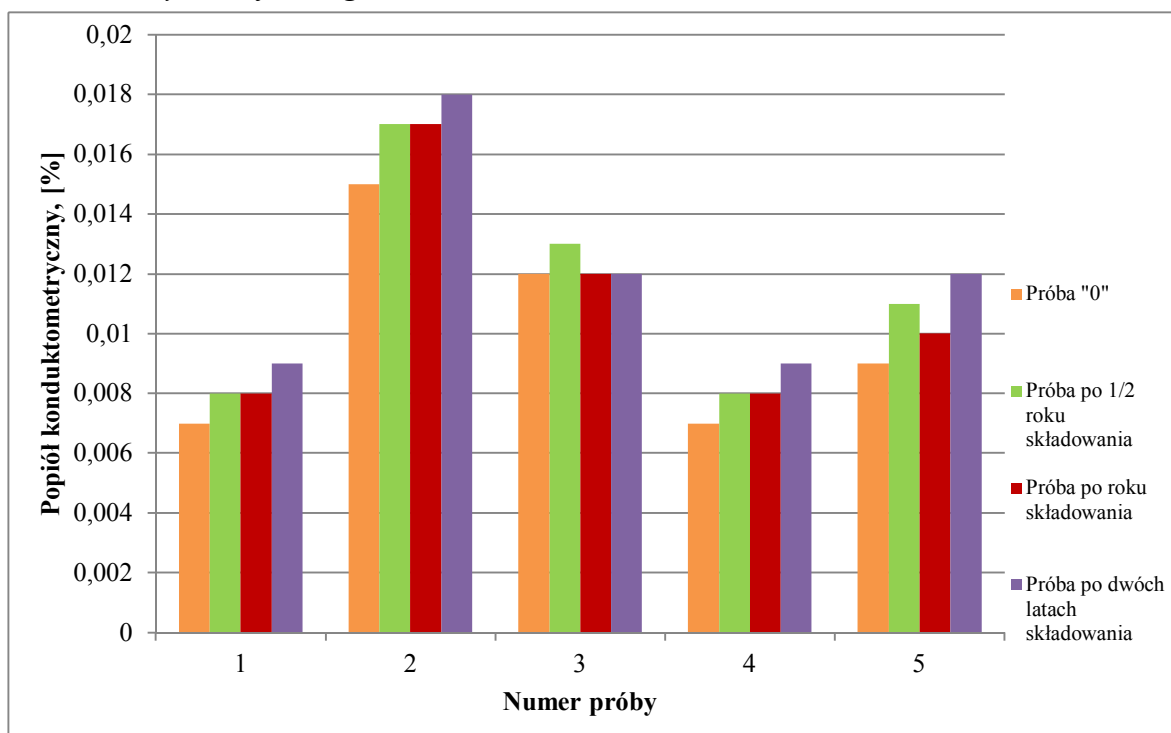
**Rysunek 1.** Zabarwienie roztworu cukru oznaczone przed składowaniem, po pół roku, roku i dwóch latach składowania  
*Color of the solution of sugar labeled before storage, after 1/2 year, year and two years of storage*



**Rysunek 2.** Typ zabarwienia kryształów cukru oznaczony przed składowaniem, po pół roku, roku i dwóch latach składowania  
*Type color sugar crystals marked before storage, after 1/2 year one year and two years of storage*

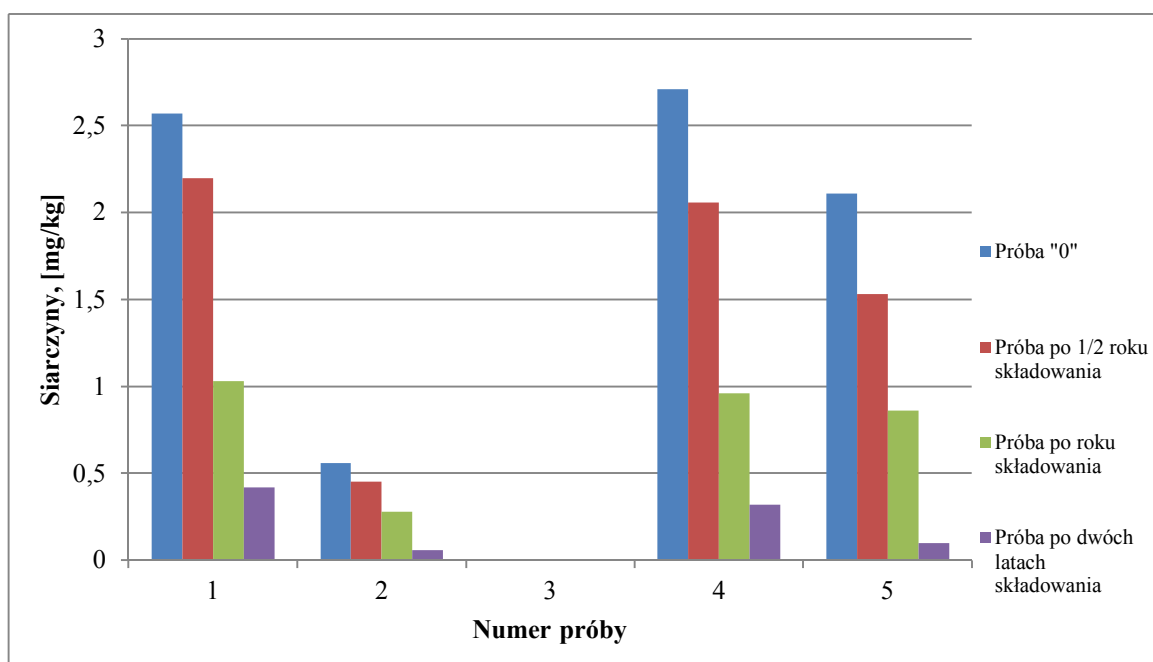


**Rysunek 3.** Mętność roztworu cukru oznaczona przed składowaniem, po pół roku, roku i dwóch latach składowania  
*Turbidity sugar solution indicated before storage, after ½ year one year and two years of storage*

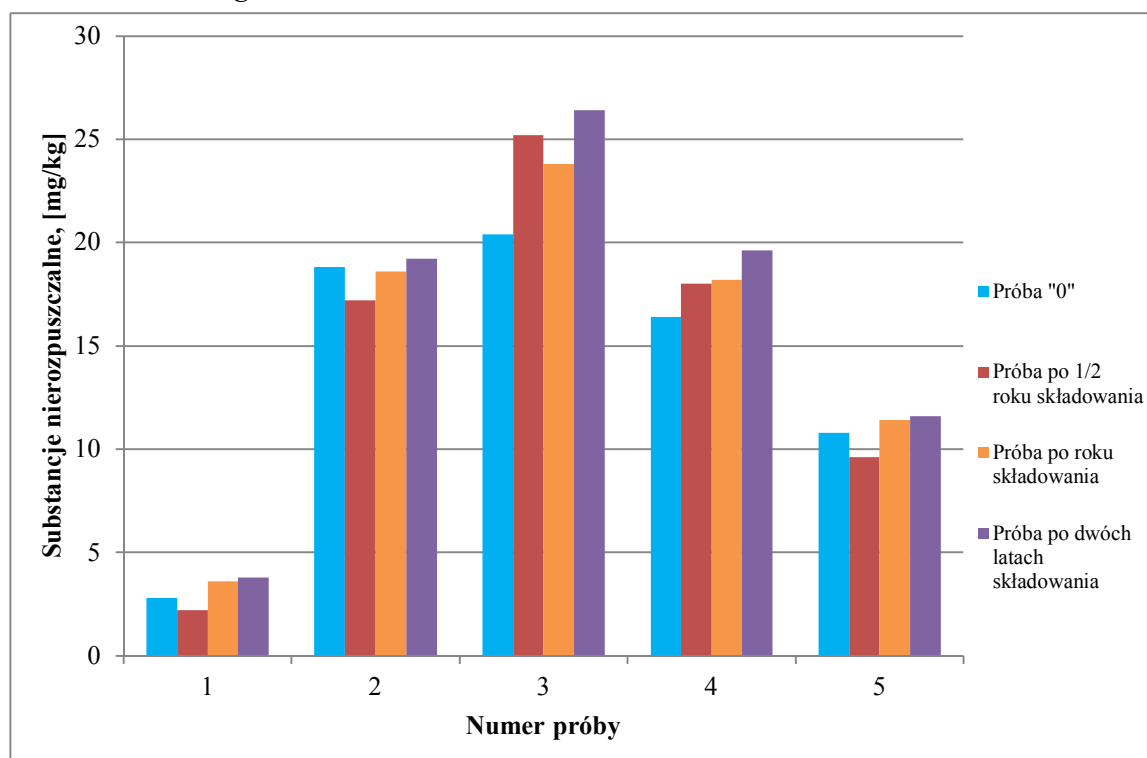


**Rysunek 4.** Zawartość popiołu konduktometrycznego oznaczona przed składowaniem, po pół roku, roku i dwóch latach składowania  
*Conductivity ash marked before storage, ½ year, one year and two years of storage*

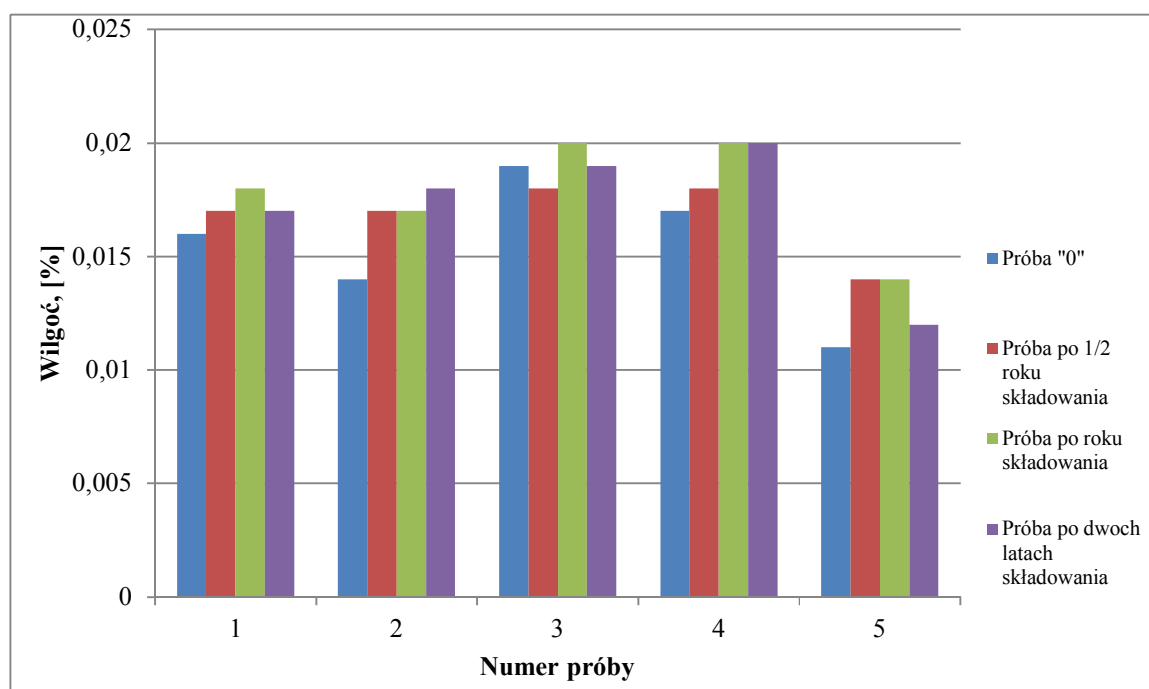




**Rysunek 5.** Zawartość siarczynów oznaczona przed składowaniem, po pół roku, roku i dwóch latach składowania  
*Sulphate content marked before storage, after 1/2 year, one year and two years of storage*



**Rysunek 6.** Zawartość substancji nierozpuszczalnych oznaczona przed składowaniem, po pół roku, roku i dwóch latach składowania  
*Insoluble content determined before storage, 1/2 year, one year and two years of storage*



**Rysunek 7.** Zawartość wilgoci oznaczona przed składowaniem, po pół roku, roku i dwóch latach składowania

*The moisture content marked before storage, after 1/2 year, one year and two years of storage*

## WNIOSKI

1. W trakcie przechowywania próbek stwierdzono, że w największym stopniu zmienia się typ kryształów i zabarwienie roztworu cukru. Zmiany tych parametrów zależą od czasu składowania.
2. Przyrost zabarwienia jest tym większy, im dłuższy jest czas składowania. Po jednorocznym okresie składowania zabarwienie roztworu cukru w badanych próbach wzrosło średnio o 26%, po dwuletnim okresie składowania średnio o 53%.
3. Nie stwierdzono wpływu czasu składowania na zawartość popiołu konduktometrycznego i substancji nierozpuszczalnych w cukrze. Parametry te po różnym okresie składowania nie uległy istotnym zmianom.
4. Składowanie cukru w workach foliowych w temperaturze pokojowej od 15°C do 25°C i wilgotności względnej powietrza < 75% nie spowodowało istotnych zmian w zawartości wilgoci analizowanych prób. Wilgotność wahała się od 0,016% do 0,020% i nie przekroczyła dopuszczalnej przez wymagania unijne wartości 0,06%.
5. Stwierdzono, że zawartość siarczynów w cukrze podczas jednorocznego okresu składowania uległa obniżeniu średnio o 58%, tj. z wartości 1,99 mg/kg do 0,78 mg/kg. Po dwóch latach zanotowano średnio prawie 90% spadek zawartości siarczynów. Obniżenie

zawartości SO<sub>2</sub> w cukrze miało wpływ na wzrost zabarwienia podczas składowania [Mc Ginnis 1976].

6. Wszystkie badane cukry po dwóch latach przechowywania nadal spełniały wymagania Rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 1308/2013 z dnia 17 grudnia 2013 r., określającego standardową jakość cukru białego, i mogły być wykorzystane do bezpośredniego spożycia.

### **PIŚMIENNICTWO**

1. Dobrzycki J. (1984). Chemiczne podstawy technologii cukru. Warszawa: WNT
2. Dobrzycki J. (1988). Poradnik Inżyniera. Cukrownictwo. Warszawa: WNT, 223-225
3. Gruszecka H. (1980). Badania Instytutów dotyczące zagadnień wpływu niektórych czynników na jakość cukru. Informator STC, 568-569
4. Kołożyn-Krajewska D., Sikora T. (2004). Towaroznawstwo żywności. WSiP, 184-186
5. Lisik K. (2009) [www.stc.pl/dhttp.php?co=2009\\_06\\_23\\_lisik.ppt](http://www.stc.pl/dhttp.php?co=2009_06_23_lisik.ppt)
6. Mc Ginnis R. A. (1976). Cukrownictwo. Warszawa: WNT
7. Nikiel S. (1983). Cukrownictwo. WSiP, 252-258
8. PN-A-74855-4:1996 Cukier. Metody badań. Oznaczanie zawartości wilgoci jako straty wskutek suszenia. Zawartość wilgoci
9. PN-86/A-74860 Cukier. Pakowanie, przechowywanie i transport
10. Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 1308/2013 z dnia 17 grudnia 2013 r. ustanawiające wspólną organizację rynków produktów rolnych oraz uchylające rozporządzenia Rady (EWG) nr 922/72, (EWG) nr 234/79, (WE) nr 1037/2001 i (WE) nr 1234/2007
11. Schiweck H., Van der Poel P. W., Schwartz T. (1998). Sugar Technology. Berlin: Bartens, 887
12. Sumińska T., Strębska-Zajac J. (2006). Zmiany jakościowe cukru białego podczas magazynowania w silosach. cz. I., Nowe Cukrownictwo, 1, 28-30; cz. II, Nowe Cukrownictwo, 2, 23-39
13. Zbiór przepisów analitycznych ICUMSA. (2013). Wydawnictwo Bartens Sp. z o.o.