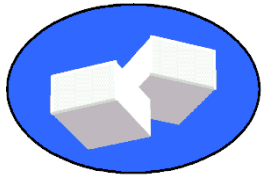




**INSTYTUT BIOTECHNOLOGII
PRZEMYSŁU ROLNO-SPOŻYWCZEGO
im. prof. Wacława Dąbrowskiego**



ODDZIAŁ CUKROWNICTWA
Pracownia Analityki Cukrowniczej
05 – 084 LESZNO k/Błonia
ul. Inżynierska 4

Wpływ parametrów jakościowych cukru białego na mętność jego roztworu

Barbara Gajewnik

PARAMETRY FIZYKOCHEMICZNE DECYDUJĄCE O JAKOŚĆ CUKRU BIAŁEGO

Podstawowe kryteria oceny jakości cukru określone są w **Rozporządzeniu Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 23 grudnia 2003 w sprawie szczegółowych wymagań w zakresie jakości handlowej niektórych półproduktów i produktów przemysłu cukrowniczego [4]** oraz w **Rozporządzeniu Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) NR 1308/2013 z dnia 17 grudnia 2013 r. ustanawiającym wspólną organizację rynków produktów rolnych oraz uchylającym rozporządzenia Rady (EWG) nr 922/72, (EWG) nr 234/79, (WE) nr 1037/2001 i (WE) nr 1234/2007 [5]**.

Za podstawowe wskaźniki jakościowe wytwarzanego cukru białego uznaje się: zawartość polaryzacji, popiołu, cukru inwertowanego, wilgotność (ubytek masy wskutek wysuszenia), zabarwienie w roztworze i kryształach.

Dla przetwórstwa przemysłowego istotne są dodatkowo takie parametry jak: mętność roztworu cukru, zawartość saponin, zmętnienie po zakwaszeniu roztworu czy też zawartość substancji nierozpuszczalnych w wodnym roztworze cukru .

Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 23 grudnia 2003 r. [4]

Wskaźniki		Cukier biały ekstra (cukier rafinowany)	Cukier (cukier biały)	Cukier przemysłowy
Polaryzacja	oZ	≥ 99,7	≥ 99,7	≥ 99,5
Zawartość cukru inwertowanego	%	≤ 0,04	≤ 0,04	≤ 0,1
Wilgotność	%	≤ 0,06	≤ 0,06	≤ 0,1
Liczba punktów za:	<i>typ zabarwienia</i>	≤ 4 (typ 2)	≤ 9 (typ 4,5)	
	<i>zawartość popiołu</i>	≤ 6 (0,011%)		
	<i>zabarwienie roztworu cukru</i>	≤ 3 (22,5IU)		
Suma punktów		≤ 8		

**ROZPORZĄDZENIE PARLAMENTU
EUROPEJSKIEGO I RADY (UE) NR 1308/2013 z dnia 17 grudnia 2013 r. [5]**

Cukier biały o standardowej jakości musi charakteryzować się:

- dobrą jakością, zgodną z prawem, dobrymi zwyczajami i praktyką kupiecką; suchy, sypki, w formie jednorodnych granulowanych kryształów,
- minimalna polaryzacja: 99,7°Z,
- maksymalna zawartość wilgoci: 0,06%,
- maksymalna zawartość cukru inwertowanego: 0,04%,
- liczba punktów nie może przekraczać ogółem 22, ani też:
 - ✓ 15 w odniesieniu do zawartości popiołu,
 - ✓ 9 w odniesieniu do typu barwnego,
 - ✓ 6 w odniesieniu do barwienia roztworu,
- jeden punkt odpowiada:
 - ✓ 0,0018% zawartości popiołu określonego metodą ICUMSA,
 - ✓ 0,5 jednostki typu barwnego przy zastosowaniu metody Brunszwik,
 - ✓ 7,5 jednostki barwienia roztworu określonego przy zastosowaniu metody ICUMSA.

Mętność roztworu cukru

Roztwory wodne cukru białego nie zawsze są w pełni klarowne. Można przypuszczać, że przyczyną ich zmętnienia może być obecność związków o charakterze koloidowym.

Mianem koloidu określa się układ makroskopowo jednofazowy, który w skali mikroskopowej i submikroskopowej wykazuje strukturę niejednorodną. Faza rozpraszająca jest jednorodna, natomiast fazę rozproszoną stanowią cząstki o rozmiarach ok. od 1 do 500 nm. Koloidami mogą być cząstki stałe, z których każda zawiera wiele cząsteczek określonej substancji chemicznej, albo pojedyncze wieloatomowe cząstki o dostatecznie dużej masie cząsteczkowej (np. 5000 lub więcej).

W produktach cukrowniczych występują koloidy pochodzenia naturalnego, wprowadzane do roztworu z buraków podczas ekstrakcji (związki białkowe, pektynowe i saponiny, a w sokach z nadpsutych buraków dekstran i lewan), oraz koloidy powstałe wtórnie w toku obróbki termicznej i chemicznej soku surowego (koloidowe produkty rozkładu inwertu, produkty rozkładu sacharozy, melaniny, a także melanoidyny). Koloidowy stopień rozproszenia wykazują także w pewnych warunkach niektóre sole wapnia, zasadniczo nierozpuszczalne w wodzie, np.: węglan, szczawian, fosforan, oraz wodorotlenek wapnia. Koloidowa krzemionka pojawia się wskutek obecności związków krzemu w kamieniu wapiennym użytym do wypalania wapna [1].

Klarowność roztworów cukru jest szczególnie ważna dla producentów słodzonych napojów. W wymaganiach jakościowych cukru dla koncernu PEPSICo mętność roztworu cukru nie powinna przekraczać 20 IU₄₂₀.

Na mętność roztworu cukru wpływają:

- jakość buraków oraz krajanki z nich otrzymanej,
- parametry prowadzenia procesu ekstrakcji tj. temperatura, czas, pH oraz jakość wody zasilającej ekstraktor,
- niedostateczna dawka wapna podczas nawapniania,
- zbyt wysoka alkaliczność saturacji II,
- nieprawidłowa filtracja soku po saturacji II, soku gęstego oraz klarówek,
- parametry prowadzenia procesu gotowania cukrzycy I tj. czystość syropu, temperatura i czas [3].

Zasada oznaczania mętności roztworu cukru wg ICUMSA GS 2/3 – 18

Mętność roztworu cukru białego to różnica pomiędzy absorbancją przed i po sączeniu roztworu cukru o stężeniu 50 Bx (przez sączonek membranowy o średnicy porów 0,45 μm) w spektrofotometrze przy długości fali światła 420 nm stosując wodę destylowaną jako ciecz odniesienia. Metoda wykorzystuje absorbancję światła spowodowaną zarówno obecnością cząstek rozpraszających jak i substancji absorbujących promieniowanie. Po usunięciu cząstek rozpraszających promieniowanie, poprzez filtrację roztworu absorbancja roztworu zostaje zredukowana do części spowodowanej przez absorpcję.

Zabarwienie roztworu

Zabarwienie cukru białego ma niezmiernie istotne znaczenie w przypadku wytwarzania wielu produktów spożywczych, np. bezbarwnych napojów bezalkoholowych. Poza tym w oparciu o ten parametr konsument najczęściej wydaje opinię, czy cukier jest wysokiej, czy niskiej jakości. Zabarwienie cukru białego zależy od jakości samego surowca, jak również od warunków prowadzenia całego procesu technologicznego.

Na obniżenie zabarwienia cukru białego mają wpływ m.in.:

- prawidłowe ogłowiecie buraków (bez pozostałości zielonych części),
- brak uszkodzeń mechanicznych oraz zdegradowanych korzeni będących źródłem inwertu,
- dokładne mycie, usunięcie ogonków oraz resztek liści,
- parametry procesu ekstrakcji,
- wysoka alkaliczność, temperatura oraz utleniające środowisko podczas oczyszczania soków (rozkład inwertu w roztworach o niskim pH daje więcej ciał barwnych) pozwalające na zniszczenie inwertu i związków fenolowych,
- odpowiednia dawka SO_2 w sokach i syropach produktowni zapobiegająca reakcjom brunatnienia,
- dokładna filtracja soku gęstego, klarówki,
- właściwe, warunki podczas gotowania cukrzycy I,
- niska czystość syropu dociągowego, powstawanie konglomeratów, zbyt długi czas gotowania przyczyniają się do karmelizacji i powstawania barwników z inwertu,
- dokładne oddzielenie syropu międzykryształowego podczas wirowania,
- optymalne zabielenie wodą lub syropem i wodą,
- niskie zabarwienie mączek.

Na zabarwienie cukru białego wpływają również warunki suszenia. Należy tak dobrać temperaturę tego procesu, aby nie spowodować karmelizacji cukru, ale jednocześnie nie dopuścić cukru o dużej wilgotności do gotowego produktu, gdyż w czasie składowania zabarwienie takich cukrów wzrasta [3].

Popiół konduktometryczny

Mianem popiołu określa się jakościową zawartość nieorganicznych związków w cukrze.

Do najważniejszych kationów nieorganicznych w cukrze buraczanym należą: potas, sód, wapń i magnez.

Na zawartości popiołu w cukrze białym wpływ mają m.in.:

- parametry procesu defekacji (temperatura, dawka wapna) i saturacji (odpowiednia alkaliczność, temperatura, czas),
- nieprawidłowa filtracja soku po saturacji II, soku gęstego oraz klarówki,
- parametry prowadzenia procesu gotowania cukrzycy I tj. czystość syropu, temperatura i czas,
- parametry procesów wirowania, suszenia [3].

Saponiny

Saponiny czyli glikozydy, których cząsteczka zawiera resztę kwasu β – D – glukuronowego i części trójterpenową ze szkieletem węglowym typu oleananu. Korzenie buraka cukrowego zawierają 0,1% - 0,2% saponiny, które znajdują się przede wszystkim tuż pod naskórkiem korzenia buraczanego i stanowią osłonę buraka przed wtargnięciem drobnoustrojów, ponieważ są toksyczne dla niższych organizmów.

Obecność saponiny buraczanej jest główną przyczyną wydzielania się osadów w napojach gazowanych, w których zastosowano cukier buraczany.

Powstawanie kłaczkowatych mętów w napojach gazowanych jest zagadnieniem złożonym, ponieważ saponiny wyzwalają ten proces, a ślady innych substancji nierozpuszczalnych przyłączają się do zwiększania objętości widocznych kłaczek. Pod nieobecność saponiny zakwaszenie napojów powoduje tylko ogólne zmętnienie.

W literaturze spotyka się różne wartości kryterialne dotyczące zawartości saponin i są one związane ze stosowaną metodą oznaczania. Na ogół przyjmuje się zawartość saponin w ilości powyżej 2 mg/kg, jako taką, która może powodować zmętnienia zakwaszonych roztworów cukru [1,3].

Substancje nierozpuszczalne

Przyczyną obecności substancji nierozpuszczalnych w cukrze białym jest niewłaściwa filtracja soku gęstego i klarówek, zanieczyszczenia powietrza stosowanego do suszenia i chłodzenia cukru oraz zanieczyszczenia pochodzące z aparatury. Substancje nierozpuszczalne powodują pogorszenie właściwości filtracyjnych roztworów cukru i ich mętność, co utrudnia proces technologiczny oraz niekorzystnie wpływa na walory jakościowe napojów pitnych [1,3]. W Polskiej Normie z 1996 roku ani w rozporządzeniach obowiązujących w krajach Unii Europejskiej nie ma wymagań, co do dopuszczalnej zawartości substancji nierozpuszczalnych w cukrze białym. W wymaganiach jakościowych cukru dla koncernu Coca – Cola zawartość substancji nierozpuszczalnych nie powinna przekraczać 7 mg/kg cukru, natomiast w koncernie PEPSICO max. 10 mg/kg.

Cel badań własnych

Zbadanie wpływu parametrów jakościowych tj. zabarwienie i kłaczkowatość roztworu, zawartość popiołu konduktometrycznego, substancji nierozpuszczalnych, saponiny oraz metali lekkich (K, Ca, Na, Mg, Zn) na mętność roztworu cukru białego.

Materiał i metodyka badań własnych

Materiał do badań stanowiło 32 próby cukru białego pochodzących z różnych cukrowni w Polsce z kampanii 2013/2014. W badanych próbach cukru oznaczano:

- zawartość: popiołu konduktometrycznego (ICUMSA GS 2/3/9 – 17 (2011)) [2], substancji nierozpuszczalnych w wodzie metodą filtracji membranowej (ICUMSA GS 2/3-19 (2007)) [2], metali lekkich (PB-PAC-03 wyd. 1. (2009)) oraz saponin (PB-PAC-05; wyd. 1; 2009),
- zabarwienie roztworu cukru (ICUMSA GS 2/3 – 10 (2011)) [2],
- mętność roztworu cukru (ICUMSA GS 2/3 – 18 (2007)) [2],
- kłaczkowość metodą testu 10 – dniowego w zakwaszonym roztworze cukru (ICUMSA GS 2/3 – 40 A (2007)) [2].

Wyniki badań własnych cz.1

Numer próbek cukru	Zabarwienie roztworu cukru	Mętność roztworu cukru	Popiół konduktometryczny	Substancje nierozpuszczalne w wodzie	Saponiny	Klaczkowatość w zakwaszonym roztworze cukru	Ca	K	Na	Mg	Zn	Suma metali lekkich
	IU ₄₂₀	IU ₄₂₀	%	mg/kg		-	mg/kg					
1	14,2	6,6	0,004	5,5	0,0	1	4,92	5,71	3,01	0,30	0,19	14,13
2	22,4	11,7	0,008	9,5	0,0	0	10,42	16,31	6,06	0,52	0,31	33,62
3	33,1	5,5	0,009	8,0	1,3	1	4,66	12,36	5,73	0,33	0,13	23,21
4	26,2	5,8	0,008	6,0	0,8	1	1,92	15,12	2,40	0,34	0,19	19,97
5	27,6	4,5	0,009	7,5	2,0	1	6,49	14,26	6,73	0,41	0,15	28,04
6	24,8	78,1	0,017	26,0	1,5	2	44,70	36,91	5,68	0,28	0,15	87,72
7	33,4	3,2	0,012	11,0	1,0	0	3,24	19,62	8,08	0,34	2,75	34,03
8	27,1	9,3	0,009	9,5	1,0	0	7,58	15,14	6,36	0,59	0,14	29,81
9	29,7	26,8	0,009	16,5	0,3	0	15,05	18,24	2,21	0,51	0,29	36,3
10	29,5	57,4	0,022	32,2	0,3	0	33,24	23,46	3,73	0,25	0,07	60,75
11	31,4	22,1	0,016	9,8	1,3	2	13,36	30,18	11,47	0,95	0,22	56,18
12	26,3	8,3	0,006	5,0	0,0	1	6,60	11,05	3,99	0,19	0,01	21,84
13	27,2	3,3	0,006	7,0	0,5	1	3,41	20,04	8,50	0,26	0,15	32,36
14	31,1	19,6	0,016	8,5	1,5	1	10,70	30,00	3,10	0,22	0,09	44,11
15	25,9	13,7	0,009	6,0	1,0	1	4,81	16,65	3,23	0,25	0,01	24,95
16	35,3	12,7	0,017	10,9	3,0	0	17,43	23,10	3,91	0,27	0,04	44,75

Wyniki badań własnych cz.2

Numer próbek cukru	Zabarwienie roztworu cukru	Mętność roztworu cukru	Popiół konduktometryczny	Substancje nierozpuszczalne w wodzie	Saponiny	Kłaczkowość w zakwaszonym roztworze cukru	Ca	K	Na	Mg	Zn	Suma metali lekkich
	IU ₄₂₀	IU ₄₂₀	%	mg/kg		-	mg/kg					
17	25,5	6,4	0,007	8,5	0,3	2	11,36	11,20	2,86	0,33	0,03	25,78
18	16,0	4,5	0,003	5,5	0,0	1	4,12	5,25	2,49	0,26	0,01	12,13
19	26,2	53,3	0,011	25,5	1,0	1	25,55	24,20	7,03	0,66	0,15	57,59
20	35,5	17,6	0,015	19,0	1,0	2	19,20	18,52	9,10	0,68	0,09	47,59
21	24,2	13,4	0,008	5,5	0,5	1	4,81	12,65	4,11	0,30	0,01	21,88
22	25,8	2,8	0,007	5,5	1,3	1	3,30	9,12	5,38	0,35	0,01	18,16
23	41,1	27,6	0,016	14,0	2,8	1	16,20	28,85	7,57	0,74	0,02	53,38
24	16,0	4,8	0,012	7,5	1,0	0	4,71	12,61	3,63	0,26	0,19	21,4
25	5,7	3,3	0,003	4,5	0,0	0	1,56	6,02	1,75	0,15	0,11	9,59
26	7,0	5,1	0,005	4,4	0,3	0	1,85	15,93	2,04	0,45	0,18	20,45
27	14,3	55,2	0,019	11,7	0,0	0	32,46	32,98	1,32	0,21	0,27	67,24
28	13,9	56,2	0,017	15,0	2,3	1	32,96	29,61	2,63	0,44	0,20	65,84
29	25,6	33,8	0,014	15,0	0,0	1	17,36	26,07	2,60	0,28	0,24	46,55
30	14,9	29,2	0,013	13,2	1,5	0	13,78	24,04	3,57	0,22	0,23	41,84
31	17,2	11,4	0,008	5,6	0,0	0	5,61	15,50	1,78	0,21	0,15	23,25
32	15,2	16,4	0,009	6,8	1,3	1	7,25	15,25	2,56	0,12	0,11	25,29

Zależność między badanymi parametrami

Współczynnik korelacji – liczba określająca w jakim stopniu zmienne są współzależne.

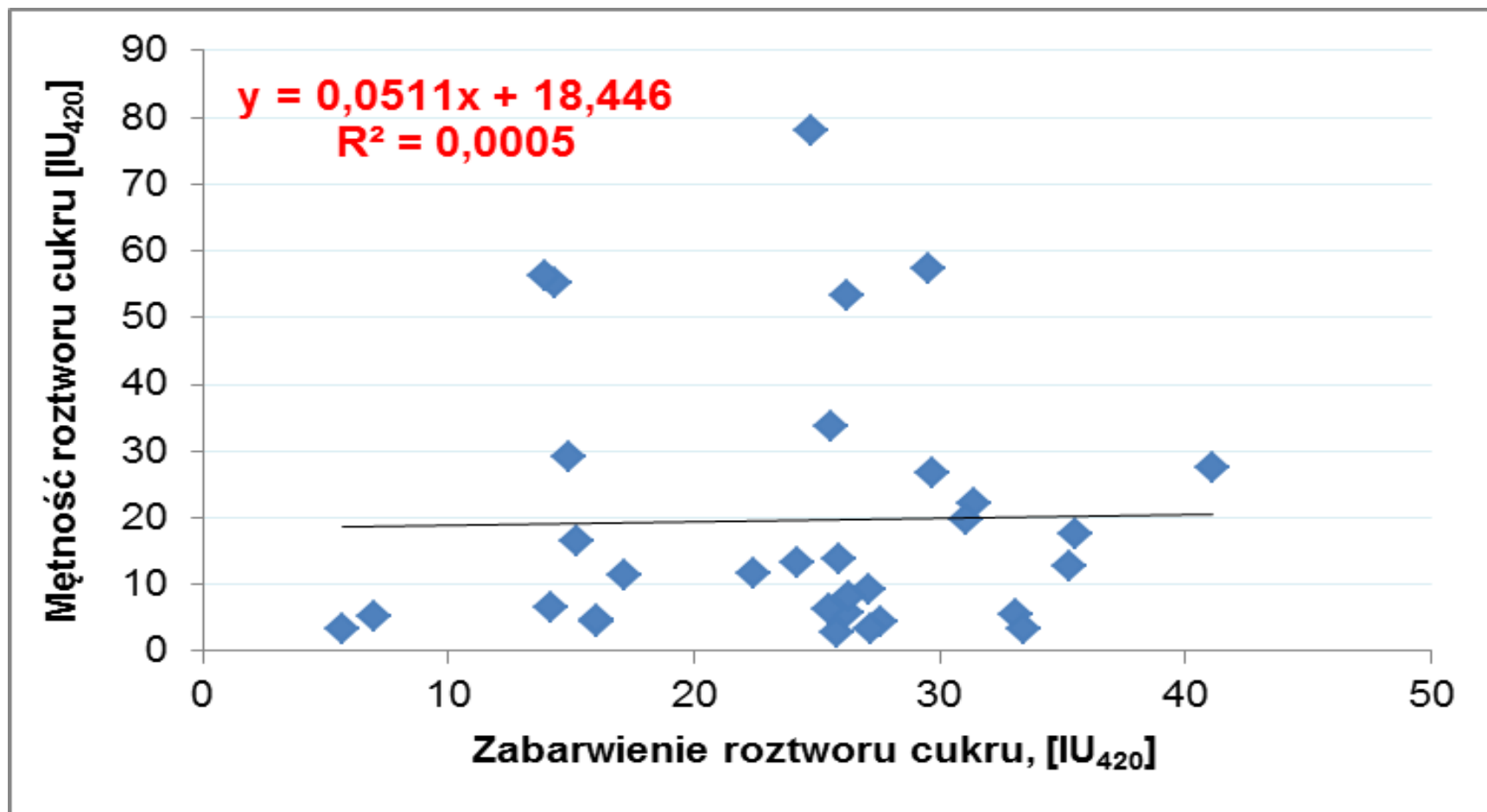
Jest to miara korelacji dwóch (lub więcej) zmiennych.

Istnieje wiele różnych wzorów określanych jako współczynniki korelacji. Większość z nich jest normalizowana tak, żeby przybierała wartości od -1 (zupełna korelacja ujemna), przez 0 (brak korelacji) do $+1$ (zupełna korelacja dodatnia).

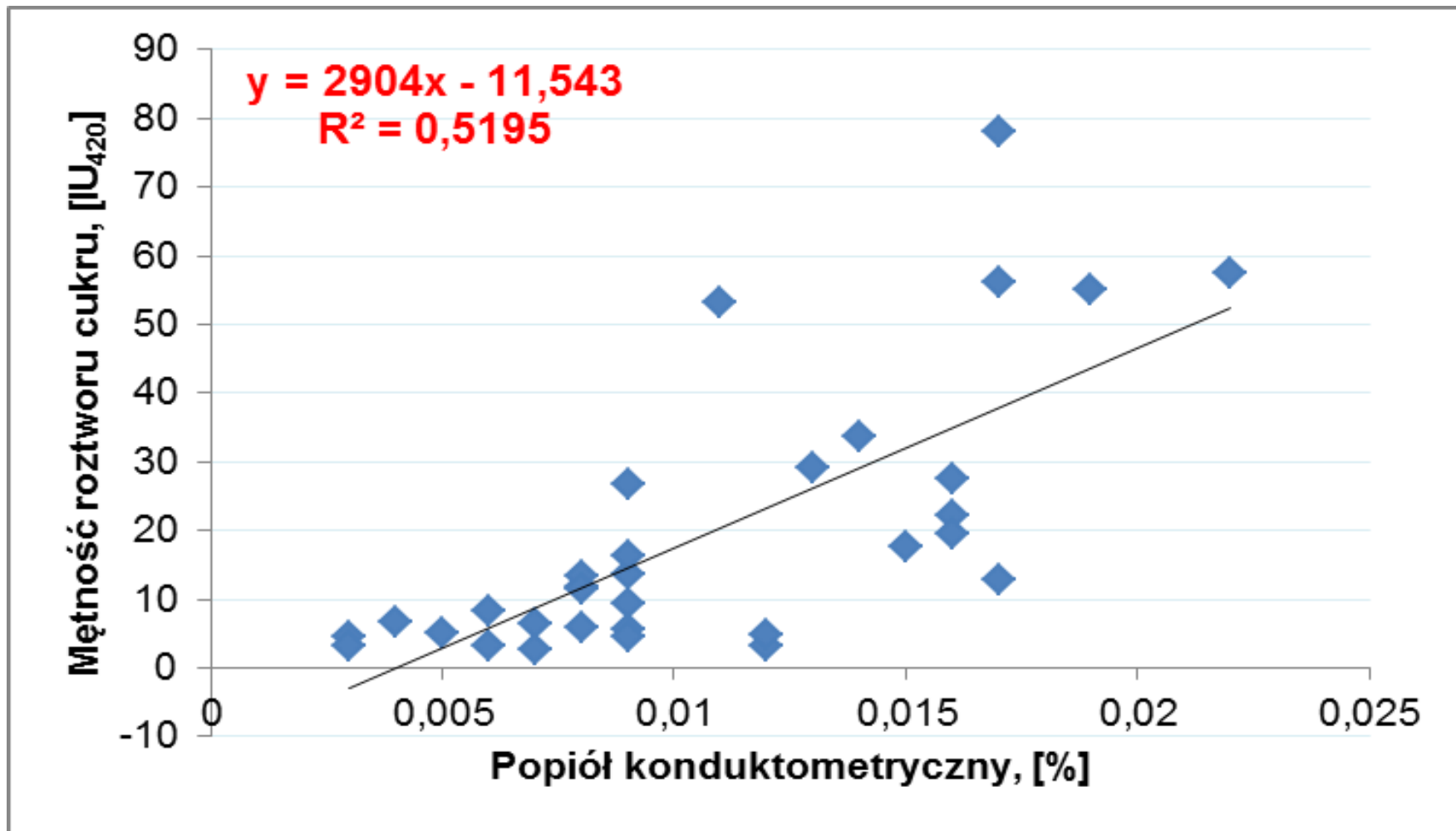
W analizach statystycznych przyjmuje się że jeżeli r wynosi:

- $0,0 - 0,2$ – praktycznie brak związku liniowego między badanymi cechami,
- $<0,2 - 0,4)$ – zależność liniowa wyraźna, lecz niska,
- $<0,4 - 0,7)$ – zależność umiarkowana,
- $<0,7 - 0,9)$ – zależność znacząca,
- $<0,9 - 1,0)$ – zależność bardzo silna.

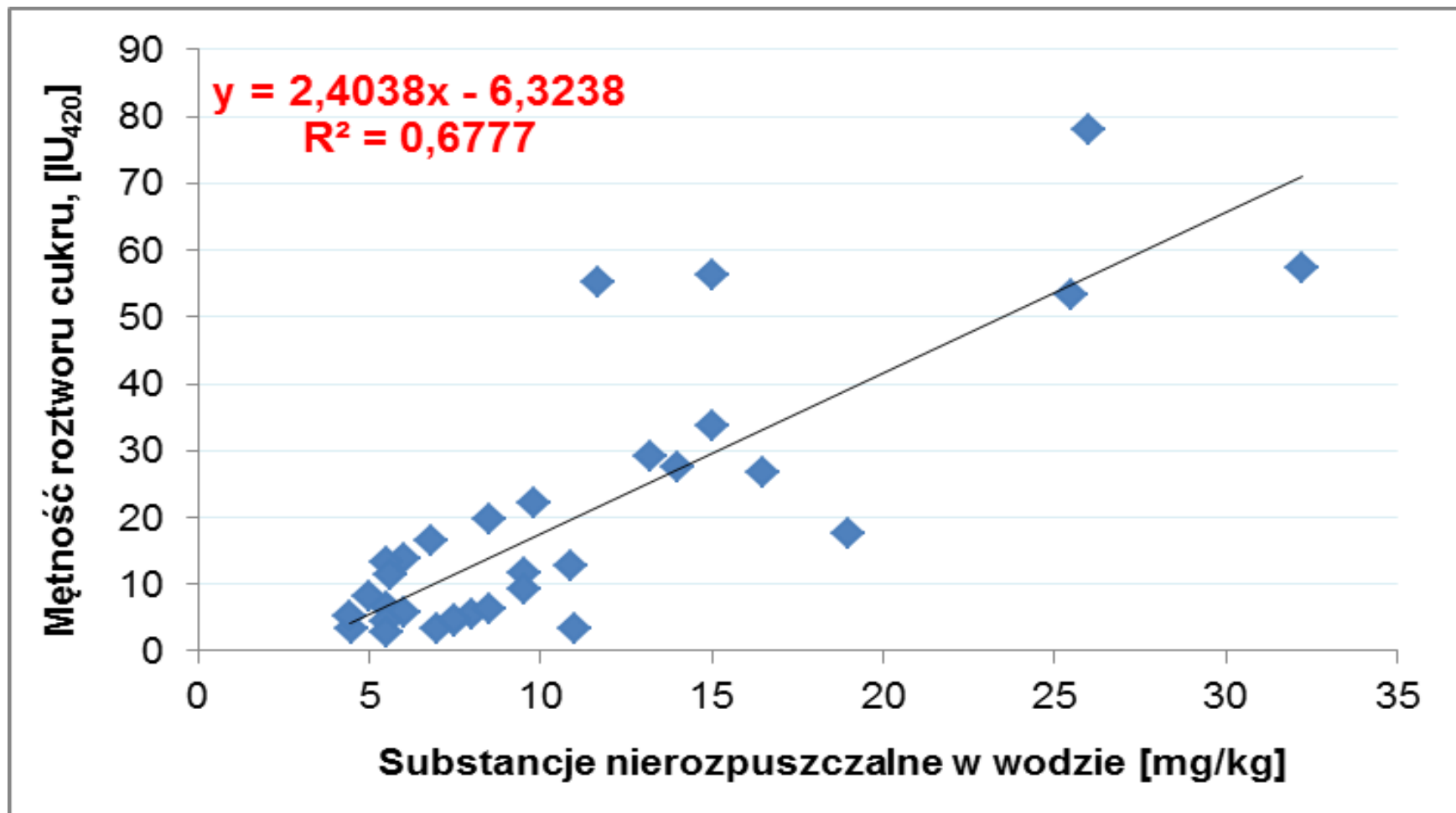
Rys. 1 Wpływ zabarwienia roztworu cukru na jego mętność
 $r = 0,0224$



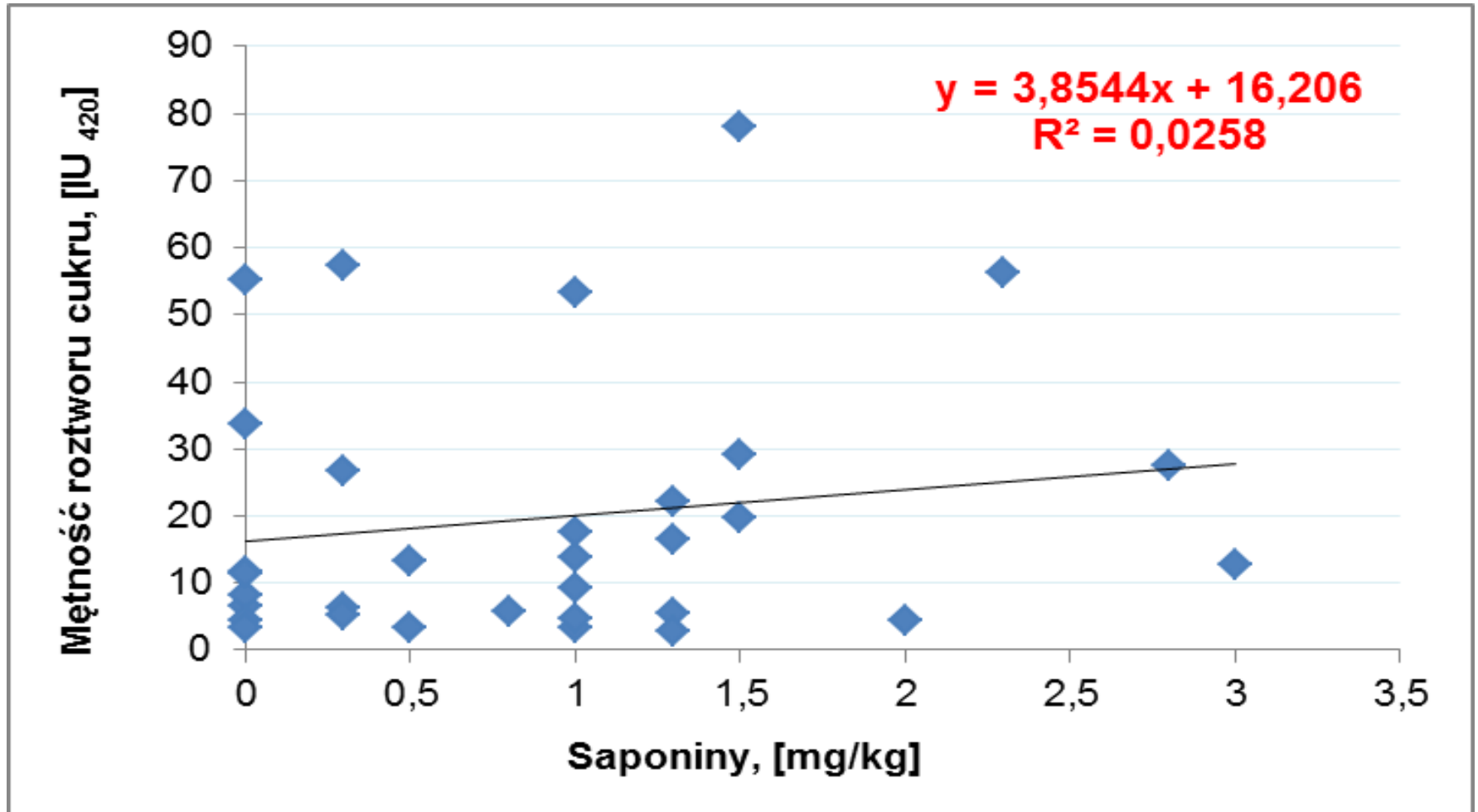
Rys. 2 Wpływ zawartości popiołu konduktometrycznego na mętność roztworu cukru
 $r = 0,7208$



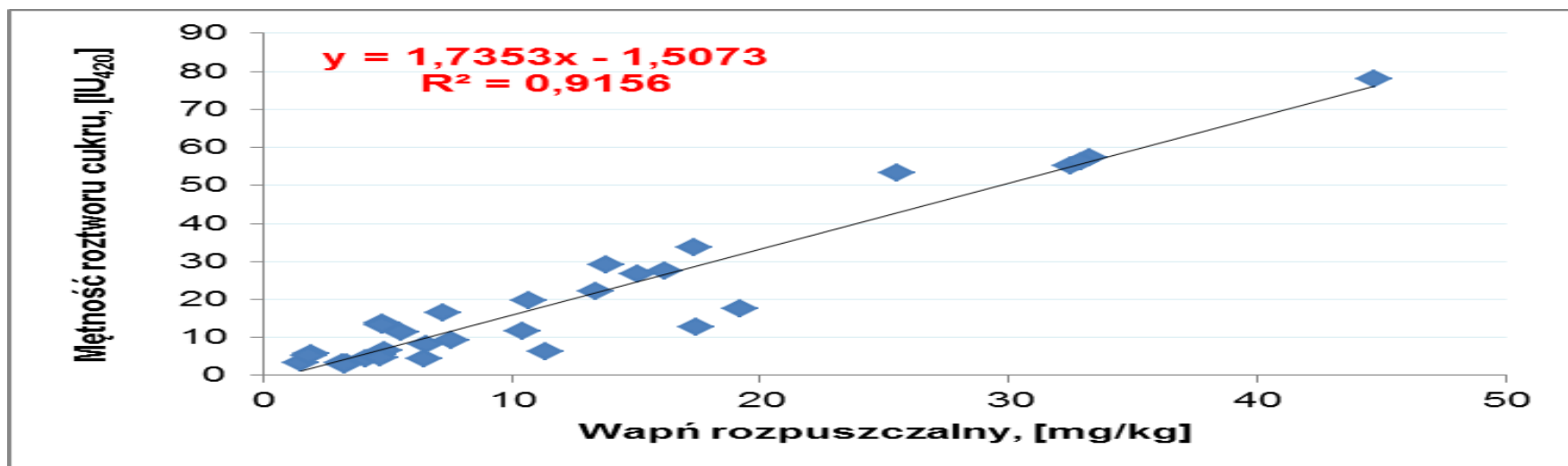
Rys. 3 Wpływ zawartości substancji nierozpuszczalnych w wodnym roztworze cukru na mętność
 $r = 0,8232$



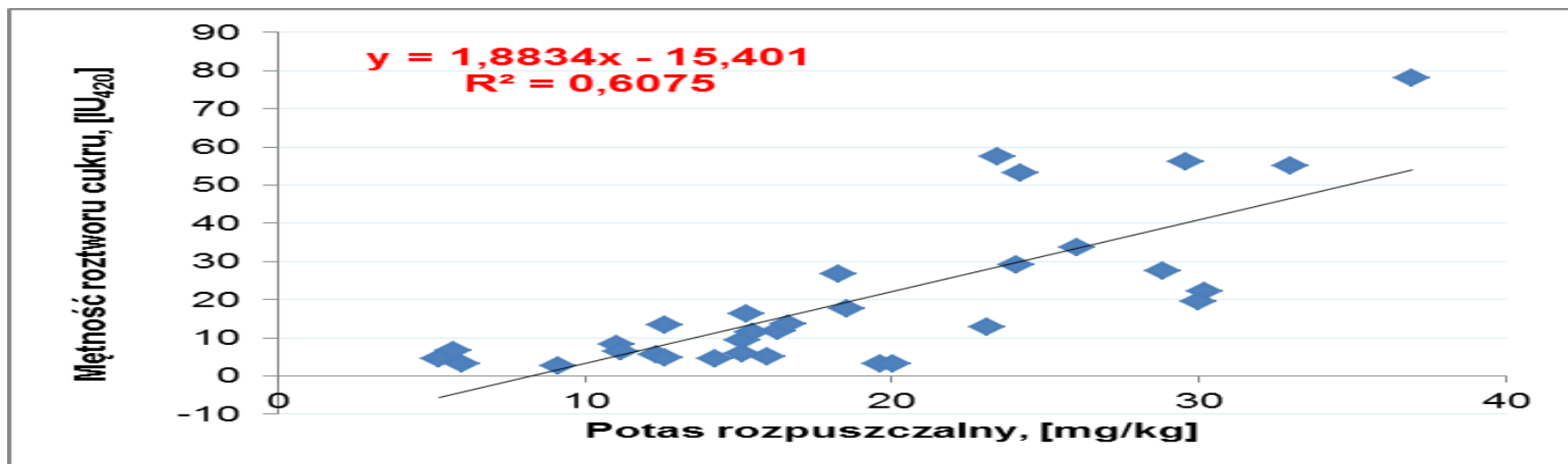
Rys. 4 Wpływ zawartości saponiny na mętność roztworu cukru
 $r = 0,1606$



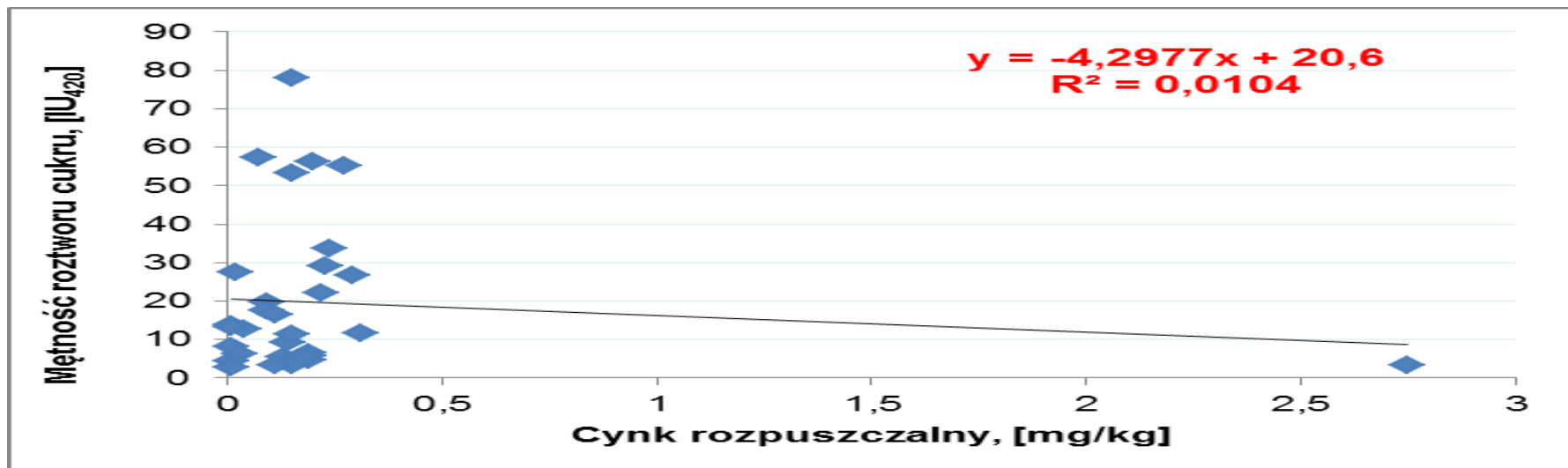
Rys. 5 Wpływ wapnia rozpuszczalnego na mętność roztworu cukru $r = 0,9569$



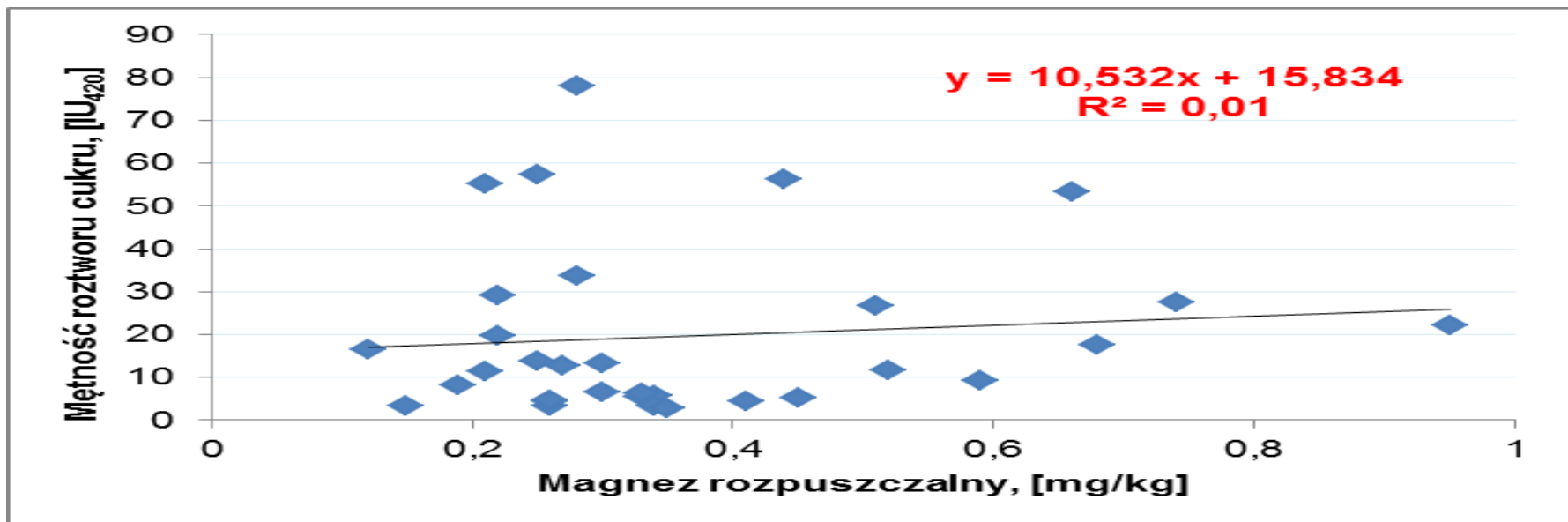
Rys. 6 Wpływ potasu rozpuszczalnego na mętność roztworu cukru $r = 0,7794$



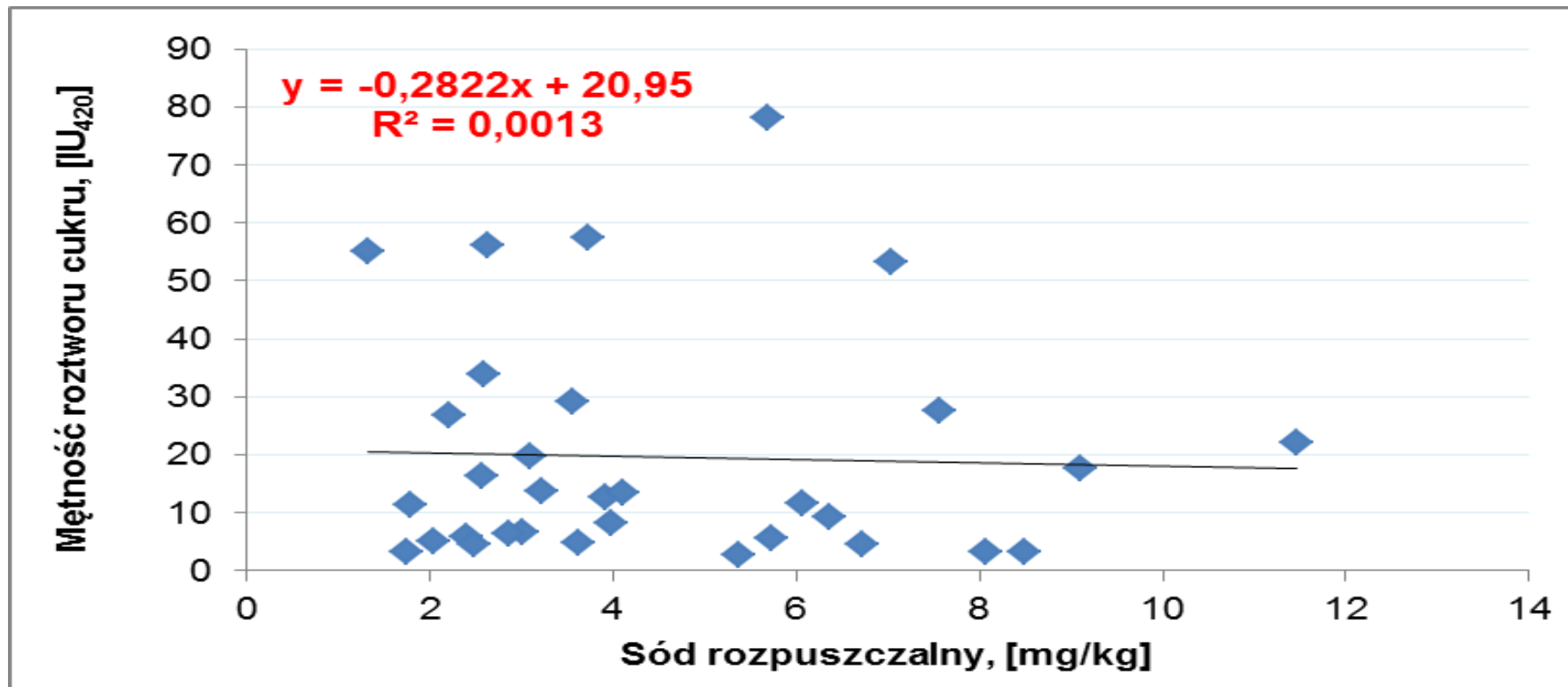
Rys. 7 Wpływ cynku rozpuszczalnego na mętność roztworu cukru $r = 0,1020$



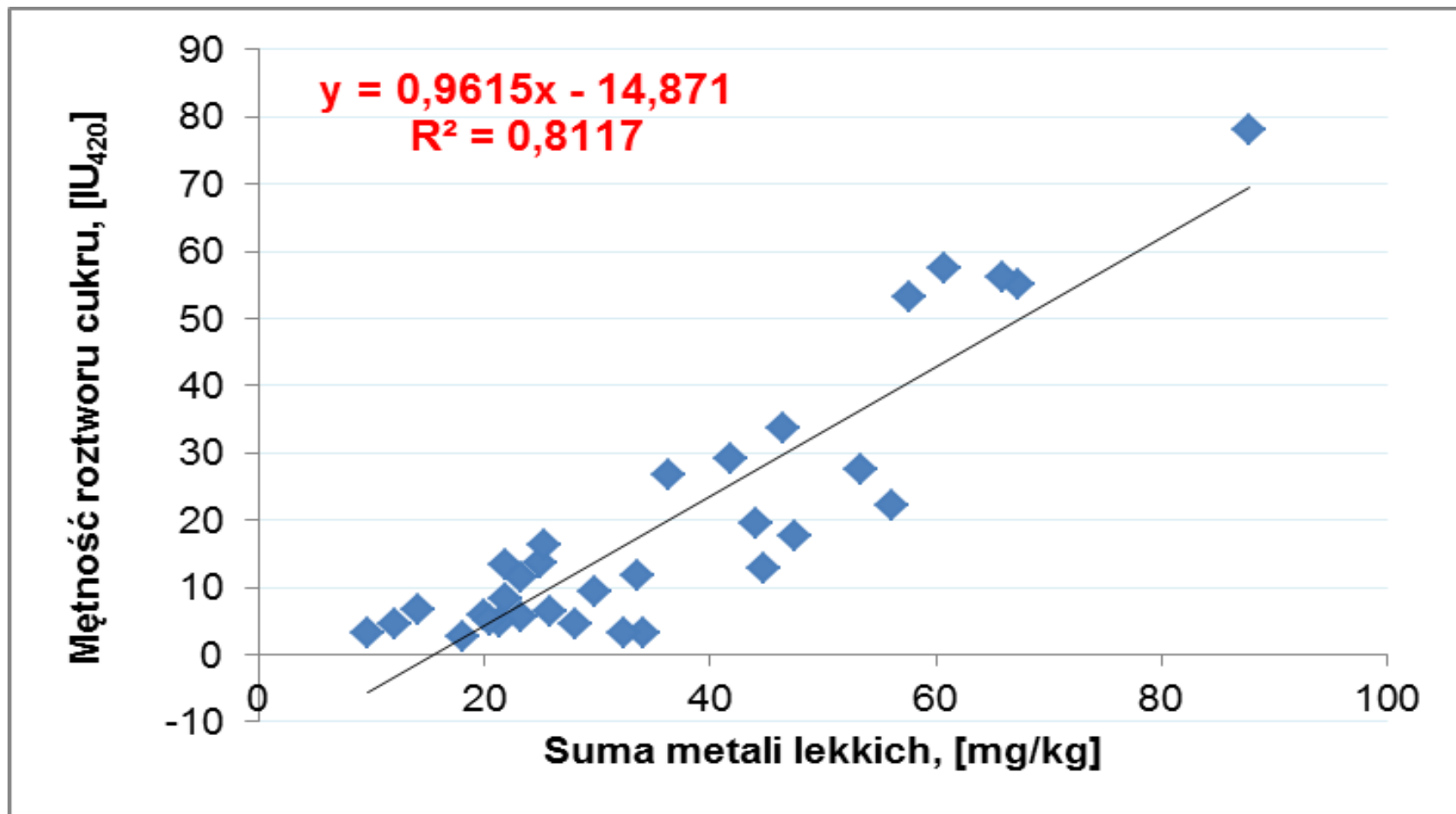
Rys. 8 Wpływ magnezu rozpuszczalnego na mętność roztworu cukru $r = 0,1000$



Rys. 9 Wpływ sodu rozpuszczalnego na mętność roztworu cukru
 $r = 0,0361$



Rys. 10 Wpływ sumy metali lekkich na mętność roztworu cukru
 $r = 0,9001$



WNIOSKI

- Mętność roztworu cukru w 10 z 32 przebadanych próbek cukru białego nie spełniała wymagań w aspekcie potrzeb producentów napojów (koncern PepsiCo).
- Z przeprowadzonych badań wynika, że nie można stwierdzić istotnej korelacji zachodzącej między mętnością, a zawartością saponin, sodu, magnezu i cynku oraz zabarwieniem. Stwierdzona korelacja między zawartością popiołu i substancji nierozpuszczalnych, wapnia, potasu, a mętnością wymaga potwierdzenia. Niezbędne jest więc powtórzenie analiz cukru w kolejnych kampaniach.

Literatura

1. Dobrzycki J.: Chemiczne podstawy technologii cukru. WNT, Warszawa 1984, s. 73 – 84
2. ICUMSA: Zbiór przepisów analitycznych ICUMSA (2011). Wydawnictwo Bartens Sp. z o.o., 2011
3. McGinnis R.A. (red.): Cukrownictwo. WNT, Warszawa 1976, s. 465 - 470
4. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 23 grudnia 2003 r. w sprawie szczegółowych wymagań w zakresie jakości handlowej niektórych półproduktów i produktów przemysłu cukrowniczego
5. 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

Dziękuję za uwagę ...