

**AKADEMIA EKONOMICZNA im. OSKARA LANGEGO WE WROCŁAWIU
INSTYTUT TECHNOLOGII PRZEMYSŁU CHEMICZNEGO I SPOŻYWCZEGO**

Wiesław Ładoński

**WPŁYW ZMIAN SKŁADU CHEMICZNEGO ZE SZCZEGÓLNYM UWZGLĘDNIENIEM
ZWIĄZKÓW POLIFENOLOWYCH W SOKU TRUSKAWKOWYM NA JEGO BARWĘ
W CZASIE PRZECHOWYWANIA**

Praca doktorska

**Promotor
doc. dr inż. Władysław Błaszczków**

WROCŁAW 1980

Panu

**Docentowi dr inż.W.Błaszkwowi
składam serdeczne podziękowanie
za opiekę, cenne wskazówki
i wszechstronną pomoc w czasie
prowadzenia badań i redagowania
tekstu pracy doktorskiej.**

S P I S T R E Ś C I

WSTĘP	3
1. CZĘŚĆ TEORETYCZNA	
1.1. Badania dotyczące wpływu związków polifenolowych na barwę przetworów owocowych	6
1.1.1. Polifenole w materiale roślinnym	6
1.1.2. Wpływ polifenoli na barwę soków	8
1.1.3. Problem degradacji barwników antocyjanowych....	11
1.2. Dotychczasowe badania nad stabilizacją barwy przetworów owocowych	13
1.2.1. Możliwości poprawy barwy produktów owocowych...	13
1.2.2. Czynniki wpływające na barwę przetworów owocowych	14
1.2.3. Stosowanie modyfikatorów barwy	18
1.3. Cel i założenia pracy	21
2. CZĘŚĆ DOŚWIADCZALNA	
2.1. Materiał badany	23
2.2. Metody badań	23
2.3. Metody oznaczeń	25
2.3.1. Analiza fizykochemiczna	25
2.3.2. Metody chromatograficzne	29
2.4. Sensoryczna ocena barwy	36
2.5. Analiza statystyczna wyników	37
3. OMÓWIENIE WYNIKÓW	
3.1. Zmiany zawartości cukrów redukujących, cukrów ogółem, ekstraktu bezocukrowego oraz kwasowości ogólnej w czasie pasteryzacji i przechowywania...	39
3.2. Ilościowe zmiany zawartości glukozy, fruktozy i sacharozy	50
3.3. Zmiany zawartości witaminy C	53
3.4. Zmiany zawartości wolnych aminokwasów	57
3.5. Zmiany potencjału oksydoredukcyjnego wyrażonego jako rH	63

3.6. Zmiany zawartości związków polifenolowych	65
3.6.1. Ilościowe zmiany barwników antocyjanowych	65
3.6.1.1. Zmiany ogólnej zawartości antocyjanów	65
3.6.1.2. Ilościowe zmiany glukozydów pelargonidyny i ocyjanidyny	69
3.6.2. Ilościowe zmiany zawartości kweroetyny, kempferolu, katechiny i leukoantocyjanów	71
3.7. Zmiany barwy prób soku truskawkowego	76
3.7.1. Zmiany barwy wyrażone w układzie CIE	76
3.7.2. Zmiany barwy wyrażone jako zmiany współczynników antocyjanowych i współczynników brązowienia.....	87
3.7.3. Zmiany barwy w ujęciu sensorycznym	91
3.8. Statystyczna ocena wyników	94
3.8.1. Wybór składników wpływających najistotniej na barwę soków truskawkowych	94
3.8.2. Wybór najodpowiedniejszego parametru określającego zmiany barwy	95
4. DYSKUSJA WYNIKÓW	99
4.1. Tendencje zmian niektórych składników soku	100
4.2. Tendencje zmian barwy	108
4.3. Różnice w składzie chemicznym i parametrach barwy w próbach z dodatkiem modyfikatorów barwy...	110
WNIOSKI	114
LITERATURA	118
SPIS TABEL	126
SPIS RYSUNKÓW	129
STRESZCZENIE	130

W s t ę p

Barwa roślinnych produktów żywnościowych zależy od ilości i rodzaju zawartych w nich związków barwnych. Substancje barwne są złożonymi związkami chemicznymi, powstającymi w czasie procesów życiowych roślin. Są one w różnym stopniu nietrwałe, zarówno w czasie obróbki technologicznej, jak i w czasie przechowywania, ulegają łatwo zmianom pod wpływem procesów fizycznych, chemicznych i biochemicznych. Zmiany te powodują zmniejszenie wartości handlowej i przydatności produktów do konsumpcji. Intensywność i trwałość barwy przetworów owocowych, w tym również i truskawkowych, jest zdaniem wielu autorów jednym z ważniejszych kryteriów jakości wyrobu.

Badania zmierzające do utrwalenia barwy przetworów owocowych prowadzone są przez wielu badaczy na całym świecie. Jednak efekty osiągnięte przez nich są nieporównywalne i niesprawdzające się przy użyciu do badań innych owoców, wyprodukowanych w odmiennych warunkach [147].

Przetwory wyprodukowane z truskawek należą do najcenniejszych ze wszystkich owoców kolorowych. Truskawki są bylinami z rodzaju poziomka. Wyhodowane zostały w Europie w końcu XVIII wieku ze skrzyżowania amerykańskich gatunków poziomki wirginijskiej i chilijskiej. Zaliczane są do rzędu różowych /Rosales/, rodziny różowatych /Rosaceae/ i rodzaju *Fragaria* [91].

Wszystkie uprawiane odmiany pochodzą od truskawki wieloowocowej /*Fragaria grandiflora*/ i są mieszańcami między odmia-

nowymi.

Wśród truskawek nie wyodrębniono grup pomologicznych. Jedynie na podstawie barwy owoców i ich miąższu dzieli się je na cztery grupy [116] :

- 1/ murzynki - o miąższu ciemnowiśniowym lub buraczkowym,
- 2/ ozerwone - o miąższu ciemnowiśniowym lub cynamonowym,
- 3/ różowe - o miąższu lososiowym lub różowym,
- 4/ ananasowe - o miąższu białym lub kremowym.

Do przerobu nadają się w zasadzie wszystkie odmiany, lecz pożądane są truskawki o intensywnej barwie i silnym aromacie. Owoce te znajdują zastosowanie przy wyrobie marmolad, dżemów, konfitur i owoców w cukrze oraz soków i win.

W Polsce produkcja truskawek w roku 1977 wynosiła 182,7 tys. ton. Pod względem wielkości produkcji nasz kraj zajmuje drugie miejsce w świecie po Stanach Zjednoczonych^{1/}.

Ze względu na dużą podaż, korzystny eksport oraz na wartości smakowe i odżywcze truskawki należą do najcenniejszych roślin sadowniczych u nas uprawianych. Zawarte w truskawkach składniki ulegają jednak niekorzystnym zmianom w procesie obróbki technologicznej a następnie podczas przechowywania gotowych produktów. Na ogół zmianom chemicznym towarzyszy niekorzystna zmiana barwy.

Ustalenie zmian składu chemicznego i zmian barwy oraz ustalenie wzajemnych powiązań było powodem podjęcia badań przedstawionych w niniejszej pracy.

Badaniami w niniejszej pracy objęto surowe soki truskawkowe /moszoze/, które są jednym z podstawowych kierunków

1/ Dane Departamentu Statystyki Międzynarodowej GUS /materiały niepublikowane/

Przerobu tego owocu.

Doświadczenia przeprowadzono w latach 1975 - 1979 w laboratorium Instytutu Technologii Przemysłu Chemicznego i Spożywozego Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu. Korzystano przy tym z chromatografu gazowego w Instytucie Ciężkiej Syntezy Organicznej w Kędzierzynie Blachowni oraz ze spektrofotometru absorpcji atomowej w Hucie Miedzi w Legnicy.

1. CZĘŚĆ TEORETYCZNA

1.1. Badania dotyczące wpływu związków polifenolowych na barwę przetworów owocowych

1.1.1. Polifenole w materiale roślinnym

Do polifenoli z chemicznego punktu widzenia zaliczane są dwu-, trój- i wielowodorotlenowe pochodne benzenu. Z niewielkimi wyjątkami, takimi jak polimery polifenoli, wielowodorotlenowe fenole są substancjami krystalicznymi, dobrze rozpuszczalnymi w niższych alkoholach, słabo w wodzie i nierozpuszczalnymi w wielu rozpuszczalnikach hydrofobowych [10, 84, 134].

Spośród wielu polifenoli w materiale roślinnym występują najczęściej pochodne:

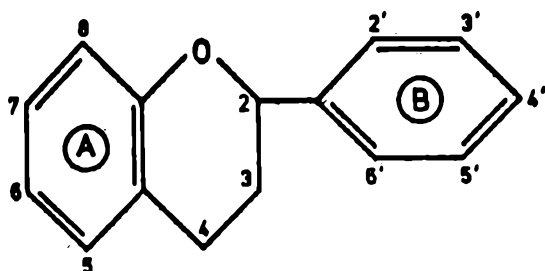
- 1/ 2-fenyl- δ -benzopiranu, czyli tzw. flawonoidy,
- 2/ α -benzopironu, czyli tzw. kumaryny,
- 3/ kwasu galusowego,
- 4/ kwasu cynamonowego.

Niektóre z tych pochodnych określane są mianem "garbniki żywnościowe" [106, 107, 126].

Spośród wymienionych wyżej czterech grup związków polifenolowych, występujących w roślinach, największe znaczenie w przetwórstwie owocowym posiadają związki flawonoidowe [46].

Termin "flawonoidy" wprowadzili po raz pierwszy do literatury w 1952 roku Geissman i Hinreiner [40], określając

je jako związki o budowie opartej na układzie flawonu i izoflawonu. Termin ten nie jest jednak zupełnie ścisły, ponieważ układem macierzystym tej grupy połączeń jest w rzeczywistości flawan /2-fenylochroman/, w którym pierścień heterocykliczny jest całkowicie zredukowany [8].



Rys. 1. Wzór flawanu /2-fenylochromanu/.

W zależności od stopnia utleniania w pierścieniu heterocyklicznym Swain [136], dzieli flawonoidy na 12 klas: flawony, flawonole, flawonony, flawanole, izoflawony, izoflawonony, chalkony, dwuhydroksychalkony, antocyjany, leukoantocyjany, aurony i katechiny.

W większości przypadków związki flawonoidowe występują w roślinach w postaci glikozydów, gdzie jedna lub więcej grup hydroksylowych powiązana jest z cukrem.

Według Pijanowskiego i wsp. [106] flawonoidy w technologii owoców interesujące są jako:

- ozywniki naturalnej barwy,
- prekursorzy enzymatycznego i nieenzymatycznego brązowienia,
- ozywniki smakowości,
- przeciwutleniacze i proutleniacze kwasu L-askorbinowego,

- czynniki powodujące zmętnienia soków.

Wspomniani autorzy wyróżniają wśród flawonoidów trzy najważniejsze dla przetwórstwa owoców grupy tych związków:

- antocyjany, jako czynniki naturalnej barwy,
- garbniki żywnościowe obejmujące katechiny, leukoantocyjany i kwas chlorogenowy jako biorące udział w tworzeniu nie-naturalnego zabarwienia przetworu,
- flawonole, jako komponenty tzw. witaminy P.

1.1.2. Wpływ polifenoli na barwę soków

Barwa soków owocowych wywołana jest w głównej mierze obecnością antocyjanów oraz innych pochodnych 2-fenyl-5-benzopironu. Reakcje prowadzące do zmiany barwy soku związane są głównie z procesami [58, 59, 60, 158]:

- enzymatycznego i nieenzymatycznego brązowienia,
- reakcji polifenoli z metalami,
- przekształceń leukoantocyjanów.

W technologii soków surowiec bardzo często poddaje się rozdrobnieniu przed tłoczeniem. Rozerwanie miąższu owoców prowadzi do pociemnienia powierzchni wystawionej na działanie tlenu. Brązowienie zmiążdżonej tkanki owoców jest wynikiem utleniania związków polifenolowych przez enzymy jak oksydaza o-dwufenolowa, peroksydaza i katalaza [4, 106]. Najlepszymi substratami w procesie enzymatycznego brązowienia są polifenole posiadające grupy hydroksylowe w położeniu orto lub sąsiednim, a zablokowanie ich jakimkolwiek podstawnikiem prowadzi do unieczynnienia związku [40].

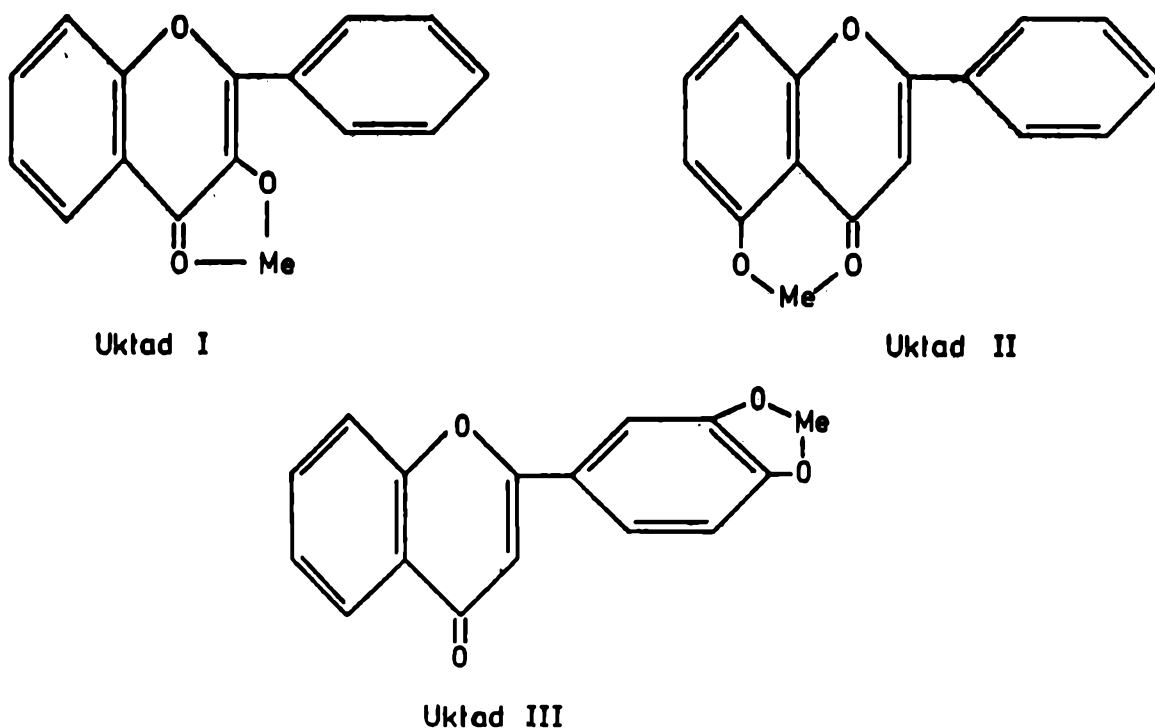
Na tej podstawie Lewicki [84] przypuszcza, że aktywność

danego polifenolu w enzymatycznym utlenianiu zależy od jego budowy i tym samym od dopasowania lub niedopasowania go do struktury enzymów. Wspomniany autor stwierdza, że na intensywność utleniania polifenoli przez enzymy mają wpływ: temperatura, pH środowiska i obecność metali.

Osobną grupę reakcji prowadzących do zmiany barwy soków są reakcje nieenzymatycznego brązowienia polifenoli. W sokach poddawanych długotrwałemu ogrzewaniu /pasteryzacja/ zachodzą reakcje typu Maillarda dające brązowe melanoidy powstałe z połączenia aldehydów, ketonów i cukrów redukujących z amidami, aminokwasami, peptydami i białkami [63]. Najczęściej przyczyną wywołującą nieenzymatyczne brązowienie jest reakcja grup aminowych aminokwasów z grupami aldehydowymi cukrów [24, 35, 58, 71]. Wykazano również, że przyczynami brązowienia mogą być także reakcje między kwasami organicznymi a cukrami redukującymi; pomiędzy kwasami organicznymi a aminokwasami jak i pomiędzy poszczególnymi aminokwasami [58].

Obecność w produkcie jonów metali, głównie ołowiu, cynku, glinu, cyny, miedzi i innych może być przyczyną pojawiania się nienaturalnych odcieni barwy, wynikających ze zdolności niektórych polifenoli, a szczególnie związków flawonoidowych do tworzenia połączeń kompleksowych z metalami [5, 45, 50, 94, 141, 151].

Borkowski [10] podaje trzy typy połączeń kompleksowych flawonoidów /rys.2/. Największe zdolności kompleksotwórcze według wspomnianego autora [10], wykazują te flawonoidy, które mają grupy hydroksylowe przy 3, 5, 3' i 4' węgla. Najtrwalsze zaś kompleksy powstają w układzie I.



Rys. 2. Typy połączeń kompleksowych flawonoidów.

Batte-Smith [4] podaje, że katechiny, kwas chlorogenowy i leukoantocyjany reagując z żelazem tworzą związki o zabarwieniu od szarego do niebieskoczarnego.

Znaczną rolę w procesach nieenzymatycznego brązowienia odgrywają leukoantocyjany, które to w środowisku kwaśnym mogą utleniać się do antocyjanów /10 - 25%/, dając różne barwy w zależności od zawartych w produkcie leukoantocyjanów, jak również mogą ulegać kondensacji do ciemno zabarwionych produktów [26,40,81].

Polifenole lub produkty ich utleniania - chinony, mogą łatwo reagować z reduktorami jak kwas L-askorbinowy, dając

ciemno zabarwione produkty [54,63].

1.1.3. Problem degradacji barwników antocyjanowych

W owocach zabarwionych na czerwono jak truskawki, maliny, wiśnie czy jagody oraz w przetworach z nich otrzymanych dominującymi substancjami barwnymi są antocyjany. Skład jakościowy antocyjanów w tych owocach nie jest jednolity. W truskawkach głównymi związkami barwnymi są 3-glukozyd pelargonidyny i 3-glukozyd cyjanidyny [14,38,87,94,135,142].

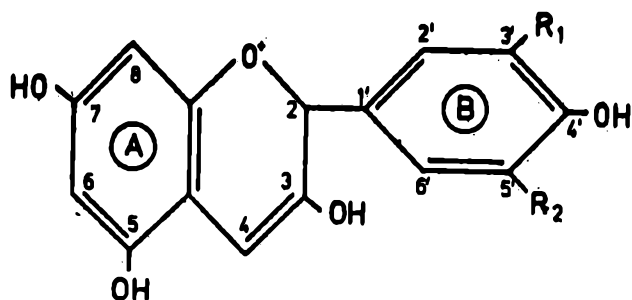
Podstawowym substancjom barwnym towarzyszą najczęściej niewielkie ilości innych, barwnych związków nieantocyjanowych. Nie mają one jednak istotnego wpływu na barwę owoców.

Wielu autorów podaje szczegółowe dane dotyczące struktury systematyki i ogólnych własności barwników antocyjanowych [8,42,59,106,135,143].

Antocyjany występują w owocach w formie glukozydowej jak i w postaci mniej trwałego aglukonu-antocyjanidyny. Antocyjany są obok witaminy C najmniej stabilnymi składnikami owoców [147].

Do podstawowych aglukonów zalicza się pelargonidynę, cyjanidynę i delfinidynę.

Mimo licznych prac badawczych przeprowadzonych na układach modelowych jak i naturalnym materiale roślinnym, mechanizm reakcji związanej z destrukcją antocyjanów nie jest jeszcze dostatecznie wyjaśniony. Horubała [56,60] przypuszcza, że mechanizm reakcji związany ze zmianami barwy wiąże się z trójwęglowym łańcuchem alifatycznym, w którym umieszczone są wiązania chromoforowe.



$R_1 = R_2 = H$ - pelargonidyna

$R_1 = OH, R_2 = H$ - cyjanidyna

$R_1 = R_2 = OH$ - delfinidyna

Rys. 3. Wzór pelargonidyny, cyjanidyny i delfinidyny.

Niszczenie systemu chromoforowego antocyjanu może polegać na:

- tworzeniu się wodorotlenków w pozycji 2 i 3, a następnie otwarciu pierścienia między 2 i 3 węglem [42,128],
- utlenianiu grup wodorotlenowych w pozycji orto w booznym pierścieniu [121],
- odczepieniu cząsteczki cukru i degradacją systemu chromoforowego antocyjanidyny przez utlenienie grupy wodorotlenowej przy 3 węglu do grupy $\geq C = O$ [61].

Złożoność zagadnień związanych z destrukcją barwników antocyjanowych poruszają w piśmiennictwie także Wrolstad [153], Charłampowicz [14] i inni [20,53, 94].

Procesy rozpadu antocyjanów śledzone w naturalnym materiale roślinnym wykazały charakter reakcji oksydacyjnych [53,125].

Huang [61], badając mechanizm destrukcji barwników antocyjanowych w truskawkach pod wpływem enzymów - antocyjanaz pleśniowych wysnuł przypuszczenie, że proces destrukcji anto-

cyjanów następuje dwu etapowo: oddzielenie cząsteczki cukru od aglukonu a następnie utlenienie aglukonu do związków bezbarwnych.

1.2. Dotychczasowe badania nad stabilizacją barwy przetworów owocowych

1.2.1. Możliwości poprawy barwy produktów owocowych

Wizualnie dostrzegalne niekorzystne zmiany barwy przetworów owocowych i nie tylko, powstające w procesie obróbki technologicznej i podczas przechowywania skłaniają wielu badaczy do szukania metod poprawy barwy różnych wyrobów przede wszystkim ze względu na ich uatrakcyjnienie dla konsumentów.

Poprawę barwy przetworów można osiągnąć przez [102]:

- zaprojektowanie takich procesów obróbki technologicznej surowców i półproduktów, przy których można byłoby maksymalnie zachować zawarte w nich naturalne barwniki,
- wydzielenie, zagęszczenie i przechowanie naturalnych barwników z takich surowców roślinnych, które zawierają ich dużo: zagęszczone naturalne barwniki mogą być wykorzystane do barwienia produktów z tego samego surowca, z którego je uzyskano lub produktów otrzymanych z całkowicie innego surowca,
- wytworzenie syntetycznych barwników imitujących naturalną barwę produktów i barwienie nimi tych produktów, które są niedostatecznie zabarwione, lub które utraciły swoją początkową barwę w czasie przerobu,
- łączne stosowanie wymienionych metod w różnych kombinacjach.

W polskim przemyśle owocowo-warzywnym stosowane mogą być tylko dwie pierwsze metody. Przebieg obróbki technologicznej surowca z uwzględnieniem rodzaju stosowanego przetwarzania, parametrów obróbki jest regulowany ramowo przez instrukcje technologiczne opracowane przez Zjednoczenie Przemysłu Owocowo-Warzywnego w Warszawie [114]. Zakłady przetwórcze w zależności od posiadanego parku maszynowego szukają różnych dróg prowadzących do modyfikacji technologii wytwarzania wyrobów m.in. pod kątem utrwalania naturalnej barwy produktu. Przeprowadzane są również w tym zakresie badania wykonane przez instytuty naukowe i badawcze [2, 79].

W wielu krajach, w tym również i w Polsce, podejmowane były prace nad otrzymaniem i wykorzystaniem do barwienia artykułów spożywczych barwników antocyjanowych pochodzących z owoców i ich odpadów [119, 120]. Zakres używania barwników naturalnych jest jednak ograniczony ze względu na małą ich trwałość.

Barwienie produktów żywnościowych w każdym kraju jest regulowane odpowiednimi przepisami prawnymi. W Polsce Zarządzenie Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z dnia 4 sierpnia 1971 roku^{1/} zabrania używania wszelkich barwników syntetycznych do barwienia przetworów owocowych i warzywnych. Zgodnie z powyższym zarządzeniem do barwienia produktów owocowych i warzywnych stosować można tylko substancje barwiące, pochodzące z nieszkodliwych dla zdrowia owoców bądź innych części roślin.

1.2.2. Czynniki wpływające na barwę przetworów owocowych

Oprócz prac zakładających wyjaśnienie mechanizmu destruk-

1/ Dziennik Urzędowy Ministerstwa Zdrowia i Opieki Społecznej
1971, nr 15, poz. 73.

oju barwników antocyjanowych badano także wpływ wielu czynników na tempo niszczenia barwników i degradacji barwy w przetworach owocowych.

Na przyspieszenie tempa destrukcji antocyjanów i barwy przetworu mają wpływ przede wszystkim:

- tlen i działanie wysokich temperatur [18,20,21,94,103,98],
- cukry i produkty ich degradacji [20,86,94,140,141],
- kwas askorbinowy i produkty jego rozpadu [17,48,94,101,129,140,141],
- jony metali [78,139],
- enzymy [43,48,65,128,144],
- działanie promieni [94,103,106],

Badania przeprowadzone przez Markakisa i wsp. [94] wykazały, że barwa przetworów truskawkowych zależy od ilości czasu obróbki i temperatury jej działania w czasie obróbki, a Ponting [113] stwierdza, że podwyższenie temperatury obróbki o 30°C powoduje 10-krotne przyspieszenie tempa niszczenia barwników antocyjanowych. Markakis [94] twierdzi ponadto, że w produktach truskawkowych tempo zmian barwy uzależnione jest od ilości ciepła jaką otrzymał produkt, przy czym podaje również, że korzystniejsze jest z punktu widzenia zachowalności barwników stosowanie wyższych temperatur w krótszym czasie.

Erlanson [32] stwierdza, że w temperaturze 37°C szybkość degradacji antocyjanów zależy od wilgotności względnej, oraz że blanszowanie owoców nie wpływa na tempo destrukcji antocyjanów. Wsuwa stąd przypuszczenie, że mechanizm degradacji barwników miał charakter hydrolizy chemicznej a nie enzymatycznej.

Wpływ produktów rozpadu cukrów - furfuralu i hydroksymetylo-

furfuralu badało wielu badaczy zarówno w sokach owocowych jak i w układach modelowych. Dodatek do prób furfuralu i hydroksymetylofurfuralu stosowany w układach modelowych zbliżonych do środowiska naturalnego [22,158], jak również do soku z truskawek [140], czy też koncentratu barwników antocyjanowych uzyskanych z wyciągów z czarnych porzeczek [120] okazał się bardzo istotny na przyspieszenie tempa destrukcji barwników. Horubała [58,59] stwierdza, że w czasie przechowywania produktów owocowych, szczególnie w podwyższonych temperaturach, wytwarzają się większe ilości furfuralu i jego pochodnych, co wpływa na zwiększenie strat barwników i pociemnienie barwy produktu.

Innym problemem, który jak dotąd w literaturze fachowej nie jest dostatecznie wyjaśniony i różnorodnie interpretowany jest wpływ kwasu askorbinowego na barwniki antocyjanowe i wzajemne oddziaływanie na siebie obu tych składników [52, 53,125]. Sondheimer [129] i Meschter [96] stwierdzają, że kwas askorbinowy, a szczególnie produkty jego rozpadu przyspieszają destrukcję barwników antocyjanowych w truskawkach.

Ujemna rola kwasu askorbinowego, zdaniem Heimana [50] polega na tworzeniu się w procesie jego samoutleniania katalizowanego przez jony Cu^{+2} nadtlenków, które to niszczą substancje smakowe, barwniki [27,123,142] i związki pektynowe [70]. Liczne badania wskazują też, że kwas askorbinowy w obecności antocyjanów jest szybciej utleniany [17,94,123, 140,141].

Obecność w produkcji jonów metali, głównie ołowiu, glinu, miedzi i cyny może być przyczyną zmiany barwy wynikającej ze zdolności antocyjanów do tworzenia połączeń komplekso-

wych [5, 10, 45, 50, 94, 113, 139, 142, 151], a także katalitycznego działania tychże jonów w procesach utleniania. Szechenyi [139] badała zmiany barwy soków wiśniowych i stwierdziła, że wyraźne zmiany barwy następują przy następujących poziomach zawartości metali: ołowiu - 1 mg/dm³, żelaza i cyny - 5 mg/dm³, glinu - 10 mg/dm³, cynku i miedzi - 50 mg/dm³.

Obecność w produkcji enzymów wpływa również niekorzystnie na zachowanie barwników antocyjanowych. Niszczenie barwników może następować pod wpływem enzymów utleniających np. oksydazy o-dwufenolowej, do bezbarwnych chinonów, które w dalszym stopniu mogą ulegać nieenzymatycznemu utlenieniu i kondensacji do związków o barwie brązowej [85].

Barwniki antocyjanowe okazały się bardzo wrażliwe na działanie promieni γ , co wykazały prace Horubały [55, 56, 57] i Wilskiej-Jeszka [148, 149, 150]. Wilska-Jeszka stwierdziła, że przy stałej dawce promieni γ degradacja barwników jest tym większa im niższe jest stężenie antocyjanów w soku owocowym [150], a Ismail i Afifi [62] podają, że dawka promieni γ w ilości 250 Gy i 750 Gy wpływa stabilizująco na procesy mikrobiologiczne w czasie przechowywania truskawki.

Wpływ światła okazał się mniej istotny na zachowanie barwników antocyjanowych w przetworach owocowych. Natomiast barwniki wyizolowane są bardziej wrażliwe na światło niż znajdujące się w środowisku naturalnym [103, 120].

Poza wyżej wymienionymi czynnikami istotny wpływ na stabilność antocyjanów ma pH środowiska. Ustalono, że dla dobrego zachowania antocyjanów pH przetworu powinno wynosić od 1,8 do 2,2 [22, 96, 98, 99, 122].

1.2.3. Stosowanie modyfikatorów barwy^{1/}

Dotychczas nie są znane skuteczne i uniwersalne metody stabilizacji naturalnej barwy wywołanej przez antocyjany, jak również metody zapobiegające procesom brązowienia przetworów. Produkty owocowe po kilkumiesięcznym okresie przechowywania są prawie zupełnie pozbawione naturalnej barwy a dominuje barwa brązowa o różnych odcieniach [24, 103].

Zagadnienie to jest nadal otwarte ze względu na różnorodność gatunków i odmian owoców, w których skład jakościowy i ilościowy antocyjanów jest różny. Oprócz prac zakładających wyjaśnienie mechanizmu destrukcji barwy i wpływu różnych czynników powodujących niszczenie antocyjanów, wiele publikacji poświęcono badaniom dotyczącym wpływu niektórych substancji - modyfikatorów na tempo niszczenia barwników.

Z doniesień Lewickiego [84] wynika, że dobrym inhibitorem enzymatycznego utleniania antocyjanów jest cysteina i bezwodnik kwasu siarkawego, jednak tylko w tym przypadku, jeżeli jeszcze nie rozpoczęły się reakcje utleniająco-redukcyjne.

W kompotach wykonanych z owoców o czerwonej barwie, jak truskawki, czereśnie i śliwki powszechną wadę stanowi odbarwienie się ich w czasie przechowywania. Badania Kyzlinka [81] wykazały, że można zachować w znacznej mierze naturalną barwę tych przetworów, jeśli do kompotu doda się pewne przeciwutleniające. Stwierdzono, że przy dodatku rutyny nieco lepiej

1/ modyfikatorem barwy nazwano dodawaną do przetworu substancję wywierającą ewentualny wpływ na zachowanie barwy /antocyjanów/ w przetworze owocowym.

zachowuje się barwa kompotu czereśniowego i śliwkowego; tanina sprzyja zachowaniu barwy śliwek a mieszanina kwasu L-askorbinowego z małymi ilościami bezwodnika kwasu siarkawego /0,01 - 0,001%/ korzystnie wpływa na zachowanie barwy kompotu z truskawek i ozereśni. Natomiast kompoty z moreli, wiśni i ozereśni z dodatkiem kwasu L-askorbinowego w ilości 350 µg/kg wyróżniały się lepszą barwą, aromatem i konsystencją od próbek kontrolnych bez dodatku tego kwasu [16].

Analizując wpływ wybranych węglowodanów na zachowalność barwników antocyjanowych truskawek Meschter [96] stwierdził, że najbardziej stabilizująco wpłynął dodatek syropu z kukuzydzy a następnie sacharozy, glukozy i fruktozy.

Duże znaczenie praktyczne może mieć zastosowanie niektórych enzymów jako stabilizatorów barwy. Z badań własnych [88] wykonanych na soku truskawkowym z dodatkiem preparatu oksydaza glukozowa i katalaza w ilości 80 J/dm³ soku wynika, że dodatek tych enzymów wpłynął korzystnie na zachowanie barwy soku podczas 12 miesięcznego przechowywania w temperaturze 20°C w porównaniu do prób kontrolnych bez dodatku enzymów.

Koozot i Załęski [74,75] przeprowadzili podobne badania na kompotach i dżemach truskawkowych stosując dodatek preparatu oksydaza glukozowa na poziomie 80 - 120 J/kg kompotów i 140 - 200 J/kg dżemów. Stwierdzili oni, że dodatek tego preparatu zapobiega destrukcji barwy, utlenieniu witaminy C i ogranicza zmiany cech organoleptycznych. Ponadto stwierdzono, że dodatek sacharozy i środka żelującego ogranicza utlenianie witaminy C i barwnika.

Badania z zastosowaniem modyfikatorów barwy prowadzone

były również w Zakładzie Technologii Przemysłu Spożywczego Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu [2,9]. Badania te wykonano były na przecierach i sokach sporządzonych z mrożonych truskawek. W doświadczeniach z przecierami zastosowano jako modyfikatory barwy dodatki: kwaśny siarczyn sodu /5,4 mg/dm³/, dwutlenek węgla /3 mg/dm³/, kwas sorbowy /56 mg/dm³/, bentonit /2,7 mg/dm³/ i białko teksturowane /50 mg/dm³/, oraz skrobię rozpuszczalną /5,4 g/dm³/; benzoosan sodu /270 mg/dm³/.

Po dwóch miesiącach przechowywania prób w temperaturze 20°C korzystniejszą zawartość antocyjanów w porównaniu z próbą kontrolną bez tych dodatków wykazały kolejno przeciera z dodatkami: dwutlenek węgla sodu, roztworu skrobi, benzoosanu sodu i kwaśnego siarczynu sodu.

W doświadczeniach wykonanych na sokach truskawkowych poddanych zagęszczeniu w temperaturze 70°C i pod zmniejszonym ciśnieniem /202,6 hPa/ wyżej wymienione dodatki wpłynęły negatywnie na zachowalność antocyjanów w porównaniu z próbkami kontrolnymi bez dodatków.

W doświadczeniach własnych [89] wykonanych na sokach truskawkowych zastosowano jako modyfikatory barwy dekstrany o różnej masie cząsteczkowej. Do badań użyto dekstrany o masie cząsteczkowej: 3-5000; 40000; 70000; 110000. Zastosowano także dwa poziomy stężenia dla każdego doświadczenia: 150 mg/100 cm³ i 300 mg/100 dm³. W badaniach tych zaobserwowano, że dodatek dekstranów do prób wpłynął korzystnie na zachowanie barwy soków w porównaniu z próbkami bez dodatku dekstranów w czasie 12 miesięcznego przechowywania w temperaturze 20°C. Większą stabilność wykazały też barwniki antocyjanowe. W badaniach tych nie stwierdzono wyraźnego wpływu stężenia dekstranów

na zmiany barwy soku w czasie przechowywania.

1.3. Cel i założenia pracy

Jak wynika z przeprowadzonego przeglądu piśmiennictwa, literatura na temat barwy przetworów owocowych w tym i truskawkowych jest bardzo bogata. Przeprowadzone przez wielu autorów badania obejmują szeroki zakres lecz nie wyczerpują w pełni zagadnienia degradacji barwy z uwagi na fakt, że wielokrotnie badania te były przeprowadzane w układach modelowych [12, 25, 119, 125]. Przedstawione w literaturze wyniki badań nie pozwalają jednak na szersze spojrzenie na problem degradacji barwy w przetworach truskawkowych z uwagi na brak powiązania zmian barwy ze zmianami w składnikach, jakie zachodzą w czasie obróbki technologicznej owoców i przechowywania przetworu.

W związku z tym w pracy będą podjęte badania uwzględniające wpływ większej ilości czynników na zachowanie barwy soków truskawkowych.

Podjęte badania mają na celu prześledzenie tempa i kierunku zmian barwy soków truskawkowych w czasie pasteryzacji i przechowywania w zależności od temperatury składowania, zastosowanego modyfikatora barwy oraz zmian niektórych składników soków.

Zakłada się, że zmiany w składzie chemicznym i parametrach barwy soków zostaną poddane analizie statystycznej w celu ustalenia zależności między zmianami poszczególnych składników a zmianami barwy występującymi podczas przechowywania soków. Porównanie tych wielkości powinno wskazać jakie zmiany w składnikach soków truskawkowych i w jakim stopniu wpływają na

zmianę barwy soków w czasie przechowywania.

Badaniami będą objęte soki z truskawek jednej odmiany, pochodzące z jednego rejonu upraw w ciągu dwóch lat.

2. CZĘŚĆ DOŚWIADCZALNA

2.1. Materiał badany

Doświadczenia przeprowadzono na soku truskawkowym wyciśniętym z truskawek odmiany Senga Sengana zwanej także Faworytką. Wybór tej odmiany podyktowany był jej cechami przerobowymi jak i barwą miąższu /truskawki tej odmiany zaliczane są do grupy truskawek murzynek/ i soku oraz dużą plennością.

Barwa owoców przed wyciśnięciem soku była intensywnie czerwona i lśniąca o miąższu czerwonym. Owoce nie wykazywały oznak zapleśnienia i zafermentowania.

Truskawki przeznaczone do doświadczeń pochodziły z plantacji w okolicach Wrocławia.

Sok wyciskany był z rozdrobnionego miąższu na prasie warstwowej hydraulicznej typu POK-200, a następnie wirowany na wirówkach laboratoryjnych typu WA-6 w czasie 3 minut przy 4500 obrotów na minutę. Odwirowany sok był klarowny o barwie czerwonej.

2.2. Metody badań

Przed przystąpieniem do sporządzania prób wykonano analizę fizykochemiczną soków określając parametry: ekstrakt ogólny, pH, kwasowość ogólną, kwasowość lotną, zawartość cukru, zawartość alkoholu etylowego, zawartość witaminy C oraz określono parametry barwy soku jak długości fali dominu-

jącej, czystość pobudzenia i współczynnik przepuszczania.

Badany sok odpowiadał wymaganiom jakościowym stawianym przez Polską Normę PN-64/A-75952 [110].

Próby do badań przygotowywano w laboratorium w słojach o pojemności 340 cm³ z zamknięciami typu Twist-off. Wsad odwirowanego soku truskawkowego wynosił 300 cm³ a 20 cm³ wsadu stanowiła woda destylowana /próby odniesienia/ lub roztwór modyfikatora barwy.

Jako modyfikatory barwy w doświadczeniach zastosowano:

- 1,6% roztwór wodny bentonitu^{1/},
- 1,0% roztwór wodny chlorku żelazowego /FeCl₃/^{2/}.

Dodatek bentonitu do prób wynosił 1 g/dm³ próby, natomiast dodatek jonów żelazowych wynosił 62,5 mg/dm³ próby.

W doświadczeniach w niniejszej pracy wybrano dwa wyżej przedstawione modyfikatory barwy o określonym stężeniu tzn. tylko te, które w doświadczeniach wstępnych i innych pracach wykazały istotny wpływ na zachowanie naturalnej barwy soku podczas przechowywania [2,9].

W sporządzonych próbach wykonano pełną analizę składu chemicznego opisaną w metodach oznaczeń. Pozostałą ilość prób poddano zabiegowi pasteryzacji w celu dezaktywacji enzymów i zniszczenia wegetatywnych form mikroorganizmów. Pasteryzację przeprowadzono w aparacie Kooha w temperaturze 85°C w czasie 21 minut.

Po spasteryzowaniu prób wykonano ponownie analizę składu chemicznego. Pozostałe próby podzielono na dwie części i prze-

1/ Stosowano bentonit obojętny chemicznie, otrzymany z zakładów winiarskich o odpowiednich wymogach jakościowych [129]
2/ Stosowano chlorek żelazowy cz.d.a. wyprodukowany przez angielską firmę The British Drug Hoses LTD.

znaczono do przechowywania w okresie 4 miesięcy w dwóch wariantach temperatur:

- w temperaturze 0°C /lodówka/
- w temperaturze 20°C /cieplarka/.

W czasie przechowywania wykonywano analizę składu chemicznego prób soku po 2,4, miesiącach przechowywania. Zastosowanie w doświadczeniach czteromiesięcznego okresu przechowywania prób, wynikało z faktu, że w tym okresie następuje największa destrukcja barwy [2,88,89,98,99]. Badania wykonano w 12 powtórzeniach.

2.3. Metody oznaczeń

2.3.1. Analizy fizykochemiczne

E k s t r a k t o g ó l n y - oznaczano refraktometrem typu RL-1 według Polskiej Normy PN-71/A-75101 [112].

C u k r y o g ó l n e i c u k r y r e d u k u j ą c e - oznaczano metodą Luffa-Schoorla według Polskiej Normy PN-66/A-79120 [111].

E k s t r a k t b e z o u k r o w y - oznaczano według Polskiej Normy PN-71/A-75101 [112].

K w a s o w o ś ć o z y n n a /pH/ - oznaczano metodą potencjometryczną przy pomocy pH-metru typu N-517 stosując elektrody: ESL-4307 /pomiarowa/ i EWL-1M3 /odniesienia według Polskiej Normy PN-71/A-75101 [112].

K w a s o w o ś ć o g ó l n a - oznaczano przez miareczkowanie potencjometryczne przy pomocy pH-metru typu N-517 według Polskiej Normy PN-71/A-75101 [112]. Wyniki podano

w przelicozeniu na kwas cytrynowy.

K w a s o w o ś ó l o t n a - oznaczano przez oddestylowanie z parą wodną kwasów lotnych i zmiareczkowanie roztworem wodorotlenku sodowego według Polskiej Normy PN-71/A-75101 [112]. Wyniki podano w przelicozeniu na kwas octowy.

A l k o h o l e t y l o w y - oznaczano metodą miareczkową według Polskiej Normy PN-71/A-75101 [112].

W i t a m i n a C - oznaczano jako sumę kwasów L-askorbinowego i dehydroaskorbinowego miareczkując 2,6-dwuchlorofenoloindofenolem roztwór próby z ksylenem według Polskiej Normy PN-71/A-75101 [112].

W o l n e a m i n o k w a s y - oznaczano przy pomocy automatycznego analizatora aminokwasów typu Hd 1200E produkcji czechosłowackiej. Ekstrakcję wolnych aminokwasów przeprowadzono 96% etanolem w próbce o objętości 25 cm³, dodając etanol w takiej ilości, aby stężenie końcowe alkoholu wynosiło około 75% [100]. Po 10 minutowym wytrząsaniu, pozostawiano ekstrakt na 12 godzin w ciemnym miejscu a następnie wirowano i sączono przez bibułę filtracyjną Whatman 1. Otrzymany osad po wirowaniu przemywano 3-krotnie 75% etanolem, wirowano i łączono w frakcje ciekłe. Otrzymany ekstrakt odparowywano pod próżnią /202 hPa/ na rotacyjnej wyparce próżniowej do sucha w temperaturze 35°C. Suchą pozostałość rozpuszczano w 0,125 n kwasie solnym do objętości 2 cm³. Otrzymany wyciąg o objętości 0,2 cm³ wstrzykiwano do automatycznego analizatora aminokwasów.

A z o t , o g ó l n y - oznaczano w zmineralizowanej metodą Kjeldahla próbce i oddestylowano amoniak w aparacie

Parnasa-Wagnera [29]. Miareczkowano 0,05 n kwasem solnym.

P e k t y n y wyrażone jako pektynian wapnia - oznaczano metodą Griebela przy uwzględnieniu modyfikacji Swer-Lewandowskiej [138].

B a r w n i k i a n t o c y j a n o w e - oznaczano metodą Sondheimera i Kertesza [127], stosując następującą modyfikację tej metody: odwirowane i przesączone próby o objętości 5 cm³ doprowadzano do pH = 1,0 /2 n HCl/ i pH = 3,4 /0,2 n NaOH/ a następnie uzupełniano wodą redestylowaną do objętości 30 cm³. Pomiar pH wykonywano pH-metrem typu N-517, natomiast pomiar absorpcji światła w kuwetach o grubości warstwy 1 cm wykonano spektrofotometrem Speool - Zeiss Jena produkcji NRD przy długości fali świetlnej 510 nm, po upływie 1 godziny od przyrządzenia roztworów. Ilość barwnika wyrażonego w mg% antocyanów odczytywano na podstawie współczynnika różnicowego ΔE odpowiadającego różnicy wartości ekstynkcyj dla prób doprowadzonych do pH = 1,0 i pH = 3,4 z krzywej sporządzonej dla czerwieni kongo. Uzyskane z krzywej wzorcowej wartości przemnażano przez współczynnik 1,2.

Dla scharakteryzowania zmian jakościowych barwy soku wywołanej przez antocyjany posłużono się współczynnikami:

1/ współczynnik antocyanowy /WA/, który określony jest

ilorazem $E_{1,0}/E_{3,4}$; gdzie $E_{1,0}$ - oznacza absorpcję światła w próbce o pH = 1,0, a $E_{3,4}$ - absorpcję światła w próbce o pH = 3,4 [67];

2/ współczynnik brązowienia /WB/, który określony jest ilo-

razem $E_{1,0}/\Delta E$; gdzie $E_{1,0}$ - oznacza absorpcję światła w próbce o pH = 1,0, a ΔE - współczynnik różnicowy absorpcji prób doprowadzonych do pH = 1,0 i pH = 3,4 [35].

Pomiar absorpcji dokonano przy długości fali świetlnej 510 nm.

P o t e n o j a ł o k s y d o - r e d u k o y j n y wyrażony jako rH. Pomiar potencjału oksydo-redukcyjnego wykonano pH-metrem typu N-512 stosując elektrody kalomelową i platynową, zanurzone w naczynku z badaną próbą, z której uprzednio wyparto powietrze przy pomocy azotu [76]. Wartość rH obliczono ze wzoru [44]:

$$rH = \frac{\Delta E_h}{0,0992 \cdot T} + 2 \text{ pH}$$

gdzie: E_h - potencjał redox wyrażony w mV, $E_h = E + E_1$

E - odczytane ze skali pH-metru napięcie układu w mV,

E_1 - potencjał nasyconej elektrody kalomelowej,

T - temperatura w ° Kelvina.

Spektrofotometryczne oznaczenie zawartości metali /Ca, Fe, Cu, Mg, Mn, Pb, Al, Zn, Cd, Co/ - wykonano na spektrofotometrze absorpcji atomowej typu Perkin-Elmer Model 603. Próby przygotowano i badania przeprowadzono według metody Roosa i Pirce [118].

~~Pomiar aktywności oksydazy o - d w u f e n o l o w e j - wykonano metodą Steinera. Aktywność enzymów w przeliczeniu na 1 cm³ próby określono ze wzoru:~~

$$A = \frac{\Delta E}{120 \cdot E}$$

gdzie: ΔE - oznacza współczynnik różnicowy odpowiadający pomnożonej przez 1000 różnicy wartości ekstynkcyjnej

~~prób po dodaniu roztworu pirokatechiny, mierzony w dwóch momentach czasowych: po 120 minutach i po 1 minucie, E - oznacza ekstrakt badanej próby wyrażony w g/dm³.~~

P o m i a r b a r w y . Pomiaru barwy dokonano:

- 1/ w quasimonochromatycznym układzie C.I.E. /Commission Internationale d'Éclairage/ [33]. Pomiar ten polegał na wyznaczeniu intensywności światła monochromatycznego, przepuszczonego przez próbę odwirowanego i przefiltrowanego soku rozcieńczonego wodą destylowaną w stosunku objętościowym 1 : 5, w odniesieniu do przepuszczalności wody destylowanej. Transmisję światła mierzono na spektrofotometrze Specol Zeiss Jena w kuwetach 1 cm w zakresie długości fali świetlnej od 400 do 700 nm, w odstępach co 10 nm. Pomiar ten pozwolił na wyznaczenie długości fali dominującej / λ_d /, czystości pobudzenia / p_e / i współczynnika przepuszczenia / Y / dla znormalizowanego źródła światła C [108, 109]. Obliczeń wyżej wymienionych parametrów barwy dokonano na elektronicznej maszynie cyfrowej R-32,
- 2/ w układzie trójkromatycznym i przedstawiono jako różnicę barw wyrażoną w jednostkach NBS /National Bureau of Standards/ [65]. Do przeliczania na system C.I.E dla źródła światła C posłużono się tablicami opracowanymi przez Nickerson [66]. Obliczeń współczynników NBS dokonano na elektronicznej maszynie cyfrowej R-32.

2.3.2. Metody chromatograficzne

J a k o ś c i o w e i i l o ś c i o w e o z n a -
o z a n i e c u k r ó w . Ekstrakcję cukrów z prób o obję-
tości 25 cm³ przeprowadzono octanem etylu. Po rozdzieleniu

warstw zbierano frakcję wodną i zagęszczano na rotacyjnej wyparce próżniowej w temperaturze 55°C do objętości 5 cm^3 . Zagęszczoną frakcję wodną ekstrahowano ponownie bezwodnym etanolem w stosunku objętościowym 1 : 5. Ekstrakt etanolowy odwirowywano na wirówce laboratoryjnej typ 310 z prędkością 10000 obr/min.

Chromatografię jakościową i ilościową wykonywano na płytkach szklanych $20 \times 20\text{ cm}$ pokrytych żelem krzemionkowym G /typ 60/ według Stahla firmy E. Merck Darmstadt o grubości warstwy $0,25\text{ mm}$. Na płytce наносono po $0,01\text{ cm}^3$ ekstraktu etanolowego. Chromatogramy rozwijano w dwóch kierunkach do wysokości czoła rozpuszczalnika 16 cm , stosując układy rozpuszczalników:

- 1/ n-propanol - octan etylu - woda /7 1 2/,
- 2/ aceton - 85% kwas mrówkowy - etanol bezwodny /3 1 1/.

W celu ustalenia rozmieszczenia poszczególnych cukrów chromatogram spryskano mieszaniną: aldehyd anyżowy - kwas octowy lodowaty - stężony kwas siarkowy /1 : 100 2/, a następnie suszono w temperaturze 110°C przez 10 min. Identyfikację cukrów przeprowadzono na podstawie wartości R_f według Elimera i Kwaśnika [30].

Oznaczenie ilościowe cukrów wykonano w eluatach z chromatogramów. Elucję cukrów przeprowadzano 2 cm^3 wody redestylowanej o temperaturze 80°C według Baoona [3]. Po elucji próbki wirowano w wirówce laboratoryjnej typ 310 z prędkością 10000 obr/min. Następnie pobrano 1 cm^3 płynu z nad osadu i oznaczono zawartość cukrów metodą Somogyi-Nelsona [68], mierząc wartość absorpcji światła w kuwetach 1 cm spektrofotometrem Specol-Zeiss przy długości fali świetlnej $\lambda = 490\text{ nm}$.

Krzywą wzorcową wyznaczono dla glukozy w przedziale stężeń 0,01 - 0,1 mg/cm³. Stężenie cukrów podawano w przeliczeniu na glukozę.

Jakościowe oznaczenie aminocukrów metodą chromatografii cienkowarstwowej wykonano na płytkach szklanych pokrytych Celulozą MN 300 firmy Macherey Nagel o grubości warstwy 0,25 mm. Nanoszono 0,015 cm³ ekstraktu etanolowego próby /1 2/. Chromatogramy rozwijano w dwóch kierunkach stosując układy rozpuszczalników:

- 1/ etanol - n-pentanol - octan etylu - woda /62:15:5:8/,
- 2/ octan etylu - izopropanol - pirydyna - woda /50:22:14:14/.

Po rozwinięciu chromatogramy spryskiwano 0,2% etanolem roztworem ninhydryny [131].

Jakościowe oznaczenie kwasów organicznych wykonano metodą chromatografii gazowej. Ekstrakcję kwasów organicznych z próbki o objętości 50 cm³ przeprowadzono 150 cm³ 95% etanolu. Pobierano 5 cm³ płynu z nad osadu i wytrącano kwasy 1 cm³ nasyconego roztworu octanu ołowiu. Po 45 minutach dekantowano płyn z nad osadu. Wytrącone sole kwasów organicznych przemywano 3-krotnie eterem etylowym, a następnie odparowywano do sucha w temperaturze 100°C. Suchą pozostałość przenoszono do probówek do silowania. Silowano 1,5 cm³ preparatu silującego Tri-Sil firmy Pierce-Rockford, wstrząsano przez 5 min., a następnie inkubowano w łaźni wodnej o temperaturze 70°C przez 20 min. i ponownie wstrząsano przez 5 min. [49]. Po odwirowaniu na wirówce laboratoryjnej typ 310 przy 5000 obr/min. płyn umieszczano w fiolkach o pojemności 2 cm³.

W identyczny sposób sporządzano próby wzorowe kwasów organicznych.

Rozdział pochodnych siliolowych kwasów organicznych przeprowadzono na chromatografii gazowej firmy PYE typ R w kolumnie stalowej o długości 2 metrów i przekroju 4 mm, wypełnionej 3% olejem silikonowym SE-30, osadzonym na Chromosorbio W/HP/ o gradacji 60/80 mesh. Jako gaz nośny zastosowano azot /przepływ 30 - 60 cm³ na minutę/. Temperatura termostatu - programowana w zakresie od 100 do 225°C co 6° na minutę. Czułość 20 x 10². Objętość wstrzykiwanej próbki 0,005 cm³.

J a k o ś c i o w e i i l o ś c i o w e o z n a -
c z a n i e a n t o c y j a n ó w - przeprowadzono metodą chromatografii bibułowej. Oczyszczanie próby soku przeprowadzono na kolumnie wypełnionej złożem jonitowym Dowex 50 x 4/H⁺/ produkcji Fluka. Na kolumnę наносzono 5 cm³ zagęszczonej 10-krotnie w temperaturze 40°C próby soku. Przemycanie kolumny wodą redestylowaną z prędkością wycieku 3-4 kropli na sekundę ^{rozpoczęto} w 10 minut po naniesieniu próby. Zaabsorbowane na złożu antocyjany wymywano 200 cm³ 0,1% metanolowego roztworu kwasu solnego z prędkością wypływu 3-4 kropli na sekundę [100]. Otrzymany roztwór zagęszczano na rotacyjnej wyparce próżniowej w temperaturze 40°C do objętości 5 cm³.

Rozdział chromatograficzny antocyjanów wykonywano na bibule Whatman 1, наносząc po 0,01 cm³ zagęszczonego ekstraktu i rozwijano chromatogram techniką zastępującą przy użyciu górnej fazy rozpuszczalnika n-butanol - 2 n kwas solny /1 1/ [14].

Antocyjany identyfikowano na podstawie wartości współ-

czynnika Rf i barwy plam w świetle dziennym i ultrafioletowym otrzymanych na chromatogramach po spryskaniu 5% metanolemowym roztworem amoniaku i 5% metanolemowym roztworem chlorku glinowego [1,15,47].

Elucję plam antocyjanów wykonano 5 cm³ 1% etanolowego roztworu kwasu solnego. W eluatach po odwirowaniu mierzono ekstynkację w kuwetach o grubości warstwy 1 cm na spektrofotometrze Speool-Zeiss przy długości fali świetlnej 510 nm. Krzywą wzorową wyznaczono dla chlorowodorku cyjanidyny w zakresie stężeń od 0,002 do 0,01 mg/cm³. Stężenia antocyjanów podawano w przeliczeniu na chlorowodorek cyjanidyny.

Jakościowe i ilościowe oznaczenie kwercetyny, kempferolu, katechiny i leukoantocyjanów metodą chromatografii bibułowej. Ekstrakcję flawonoidów zawartych w próbce soku o objętości 250 cm³ przeprowadzono octanem etylu /150 cm³/. Po rozdzieleniu się warstw, dekantowano warstwę octanową i zagęszczano na rotacyjnej wyparce próżniowej w temperaturze 40°C do objętości 5 cm³ [18,64].

Zagęszczony ekstrakt octanowy chromatografowano techniką wstępującą na bibule Whatman 1 w dwóch kierunkach, używając rozpuszczalników:

- 1/ n-butanol - kwas octowy - woda /6 : 1 : 2/,
- 2/ 2% kwas octowy.

Nanoszono na bibułę po 0,015 cm³ zagęszczonego ekstraktu.

Lokalizację plam i identyfikację poszczególnych flawonoidów przeprowadzono na podstawie wartości współczynników Rf i barwy plam oglądanych w świetle dziennym i ultrafioletowym /366 nm/, przed i po działaniu oparami amoniaku oraz

po spryskaniu chromatogramu 5% etanolemowym roztworem chlorku glinu i mieszaniną wodnych roztworów chlorku żelazowego i żelazicyjanku potasu /1 1/ [15,18].

Ilościowe oznaczanie kwercetyny i kempferolu. Elucję glukozydów kwercetyny i kempferolu z chromatogramu bibułowego przeprowadzono 10 cm³ 90% metanolu. Do eluatu dodawano 3 cm³ 2 n kwasu solnego i hydrolizowano glukozydy, ogrzewając na wrzącej łaźni wodnej przez 20 minut. Ekstrakcję aglukonów przeprowadzono 10 cm³ octanu etylu. Ekstrakt octanowy zagęszczano na rotacyjnej wyparce próżniowej w temperaturze 40°C do objętości 3 cm³. Otrzymany ekstrakt po odwirowaniu chromatografowano, nanosząc 0,03 cm³ ekstraktu na bibułę Whatman 1. Rozwijano chromatogram w układzie rozpuszczalników:

- 1/ kwas octowy - stężony kwas solny - woda /3 3 :10/,
- 2/ n-butanol - kwas octowy - woda /6 1 2/.

Lokalizację plam i identyfikację aglukonów przeprowadzono po wywołaniu, jak przy oznaczaniu ilościowym, na podstawie wartości współczynników R_f i barwy plam na chromatogramie [18].

Elucję aglukonów wykonano 10 cm³ metanolu. Eluaty po odwirowaniu zagęszczano na rotacyjnej wyparce próżniowej w temperaturze 40°C do objętości 1 cm³ i mierzono wartość absorpcji w kuwetach o grubości warstwy 1 cm spektrofotometrem Speool-Zeiss przy długości fali świetlnej 371 nm dla kwercetyny i 367 nm dla kempferolu. Krzywą wzorcową wyznaczono w zakresie stężeń od 0,0005 do 0,002 mg/cm³.

Ilościowe oznaczanie katechiny. Elucję katechiny z chromatogramu bibułowego przeprowadzono 25 cm³ 80% metanolu i zagęszczano na rotacyjnej wyparce próżniowej do objętości

5 cm³ w temperaturze 40°C. Po odwirowaniu zagęszczonego eluatu na wirówce laboratoryjnej typ 310 zawartość katechiny oznaczano według Mosela i Herrmana [97]. Krzywą wzorcową wyznaczano dla katechiny w zakresie stężeń od 0,01 do 0,06 mg/cm³.

Ilościowe oznaczanie leukoantocyjanów. Elucję leukoantocyjanów z chromatogramu bibułowego przeprowadzano 20 cm³ 0,6 n butanolowego roztworu kwasu solnego. Eluat hydrolyzowano na wrzącej łaźni wodnej przez 40 minut. Hydrolyzate zagęszczono na rotacyjnej wyparce próżniowej w temperaturze 40°C do objętości 5 cm³. W zagęszczonym hydrolyzacie pod odwirowaniem oznaczono zawartość cyjanidyn metodą Swaina i Hillisa [137]. Krzywą wzorcową wyznaczono dla chlorowodorku cyjanidyny w zakresie stężeń od 0,002 do 0,014 mg/cm³.

J a k o ś c i o w e o z n a c z a n i e p o l i -
f e n o l i metodą chromatografii gazowej.

Oczyszczenie próby soku o objętości 50 cm³ przeprowadzono 150 cm³ 95° etanolu. Po odwirowaniu, próbę zagęszczono na rotacyjnej wyparce próżniowej w temperaturze 40°C do objętości 10 cm³. Pobierano 5 cm³ zagęszczonej próbki, dodawano 10 cm³ 6 n kwasu solnego i hydrolyzowano na wrzącej łaźni wodnej przez 30 minut. Ekstrakcję związków polifenolowych w próbce po hydrolyzie przeprowadzono 40 cm³ octanu etylu. Po rozdzieleniu się warstw ekstrakt octanowy zagęszczono na rotacyjnej wyparce próżniowej w temperaturze 40°C do objętości 5 cm³ [69]. Silowanie polifenoli przeprowadzono w 1 cm³ zagęszczonego ekstraktu octanowego, dodając 0,5 cm³ mieszaniny silującej o składzie: pirydyna - Tri-Sil - HDMS /5 1 2/

/składniki mieszaniny silującej były produkcji Pierce-Rockford/ i 1 cm^3 bezwodnego etanolu. Próbki wstrząsano przez 5 minut a następnie przetrzymywano w łaźni wodnej o temperaturze 70°C przez 10 min. Po oziędzeniu wirowano na wirówce laboratoryjnej typ 310 przy 10000 obr/min, płyn umieszczono w fiolkach o pojemności 2 cm^3 .

W identyczny sposób silowano wzorce polifenoli. Rozdział polifenoli przeprowadzono na chromatografie gazowym firmy PYE typ R w kolumnie stalowej o długości 2 m i przekroju 4 mm, wypełnionej 3% olejem silikonowym OV-17 osadzonym na Chromosorbie W/HP/ o gradacji 60/80 mesh /złozę firmy Pierce-Rockford/. Jako gaz nośny stosowano azot /przepływ $50-60 \text{ cm}^3$ na minutę/. Temperatura termostatu - programowana w zakresie od 130 do 260°C co 5°C na minutę. Temperaturę początkową utrzymywano przez 5 minut. Czułość 20×10^2 . Objętość wstrzykiwanych prób $0,001$; $0,002$ i $0,003 \text{ cm}^3$.

2.4. Sensoryczna ocena barwy

Barwę prób soku oceniano sensorycznie, badając natężenie i rodzaj barwy. Wyniki oceny podawano w skali pięciopunktowej /tabela 1/ [9,138]. Ocenę przeprowadzono 5 - 6 osobowym zespole.

Tabela 1,

Pięciopunktowa skala sensorycznej oceny barwy prób soku

Ilość punktów	Natężenie barwy	Rodzaj barwy
5	bardzo intensywna	czerwona
4	intensywna	czerwono-pomarańczowa
3	średnio intensywna	brunatnawa
2	mało intensywna	czerwono-brunatna
1	bardzo mało intensywna	czerwonoszaro-brunatna

2.5. Analiza statystyczna wyników

Średnią arytmetyczną obliczano według wzoru [156]:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

gdzie: n - liczba obserwacji,

x_i - wartość i -tego elementu.

Odczylenie standardowe średniej obliczano według [104]:

$$\bar{s} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n /x_i - \bar{x}/^2}{n/n - 1/}}$$

gdzie: n - liczba obserwacji,

x_i - wartość i -tego elementu,

\bar{x} - wartość średnia.

Współczynnik zmienności średniej obliczono według wzoru [104]:

$$W = \frac{\bar{s}}{\bar{x}} \cdot 100 \text{ \%}$$

Współczynniki korelacji między badanymi parametrami obliczono według wzoru [51]:

$$r = \frac{\sum_i /y_i - \bar{y}/ \ /x_{ij} - \bar{x}_j/}{\sqrt{\sum_i /y_i - \bar{y}/^2 \sum_i /x_{ij} - \bar{x}_j/^2}}$$

gdzie:

x, y - wartości zmiennych,

Wybór grupy składników wpływających "najlepiej" na poszczególne parametry barwy λ_d, p_e, Y_o . NBS/ wykonano metodą pojemności integralnych i obliczono według wzoru [51]:

$$H = \sum_{i=1}^n \frac{r}{1 + /m - 1/g_j} \quad /i, j= 1, 2, \dots m/$$

gdzie:

r - współczynnik korelacji j -tej zmiennej z parametrem barwy,

g_j - tzw. zanieczyszczenie indywidualnego nośnika informacji,

m - liczba zmiennych.

Obliczenia wykonano na elektronicznej maszynie cyfrowej Odra 1204.

3. OMÓWIENIE WYNIKÓW

Średnie wyniki przeprowadzonych badań zestawione zostały w tabelach 1/Z do 12/Z i na rysunkach 4 do 12. W roku 1978 przeprowadzono badania wskaźników jakościowych prób soku, antocyjanów ogółem, aglukonów związków polifenolowych, dokonano pomiaru barwy w systemie CIE oraz sensorycznej oceny barwy /tabela 1/Z, 8/Z, 10/Z/. Badania te wykonano w 6 powtórzeniach. Dla wyników tych badań nie przeprowadzono analizy statystycznej z uwagi na zbyt małą ilość powtórzeń.

W roku 1979 powtórzono badania z roku 1978, a ponadto oznaczono skład jakościowy i ilościowy cukrów, antocyjanów i aglukonów polifenolowych i dla tych wyników wykonano analizę statystyczną /tabele 2/Z, 3/Z, 4/Z, 5/Z, 6/Z, 7/Z, 9/Z, 11/Z, 12/Z i rysunki 4 - 12/.

3.1. Zmiany zawartości cukrów redukujących, cukrów ogółem, ekstraktu bezocukrowego oraz kwasowości ogólnej

D o ś w i a d o z e n i a w y k o n a n e w 1 9 7 8 r.

Wyniki badań dotyczą m.in. ekstraktu, kwasowości lotnej, zawartości azotu ogólnego i suchej masy. Wymienione parametry charakteryzowały się niewielką zmiennością w poszczególnych próbach. Średni ekstrakt refraktometryczny w badanych próbach wynosił od 6,72 do 6,76%, średnia kwasowość lotna jako kwas octowy wahała się od 0,27 do 0,28 g/dm³. Średnia zawartość

suchej masy w badanych próbach kształtowała się w granicach 40,02 - 40,31 g/dm³ /tabela 1/Z/. Zmiany zatem w wymienionych parametrach były nieznaozne. Większe zmiany obserwowano odnośnie takich wskaźników jakościowych jak: cukry redukujące przed hydrolizą, cukry ogółem, ekstrakt bezocukrowy i kwasowość ogólna. W związku z tym omawiano je bardziej szczegółowo.

Cukry redukujące przed hydrolizą. Średnia zawartość cukrów redukujących w próbach przed pasteryzacją wahała się od 14,55 do 14,62 g/dm³ /tabela 1/Z/. W czasie pasteryzacji prób we wszystkich doświadczeniach zaobserwowano wzrost zawartości cukrów redukujących. Największy wzrost cukrów redukujących stwierdzono w próbach z dodatkiem chlorku żelazowego /3,42%/, a najmniejszy w próbach z dodatkiem wody /2,67%/. Podczas przechowywania prób następuje spadek zawartości cukrów redukujących, przy czym większy spadek stwierdzono w próbach przechowywanych w temperaturze 20°C niż w przechowywanych w temperaturze 0°C.

Po 4 miesiącach przechowywania w temperaturze 0°C najmniejszy spadek zawartości cukrów redukujących w porównaniu z zawartością w próbach przed pasteryzacją stwierdzono w próbach z dodatkiem chlorku żelazowego i dodatkiem wody /5,68%/, podobnie jak w próbach z dodatkiem bentonitu przechowywanych w temperaturze 20°C /9,96%/. Największy zaś spadek zawartości cukrów redukujących stwierdzono w próbach z dodatkiem bentonitu, przechowywanych w temperaturze 0°C /6,46%/ i w próbach z dodatkiem chlorku żelazowego przechowywanych w temperaturze 20°C /17,24%/ /tabela 2/.

Tabela 2.

Średnie zmiany ilościowe i procentowe niektórych składników prób soku truskawkowego w stosunku do zawartości tych składników w próbie przed pasteryzacją - doświadczenia wykonane w 1978 roku

Próby z dodatkami	Parametry jakościowe	Średnia zawartość w próbie przed paster	Zmiany zawartości w g/dm ³ próby									
			Po pasteryzacji		0°C				20°C			
			zmiany ilość.	%	2 m-ce		4 m-ce		2 m-ce		4 m-ce	
					zmiany ilość.	%	zmiany ilość.	%	zmiany ilość.	%	zmiany ilość.	%
wody	cukry redukujące	14,61	+0,39	2,67	-0,50	3,42	-0,83	5,68	-1,37	9,38	-1,78	12,18
	cukry ogółem	37,29	+0,19	0,51	-0,79	2,12	-1,21	3,24	-1,70	4,56	-2,09	5,60
	ekstrakt bezcukrowy	32,91	+0,01	0,03	+0,77	2,34	+1,18	3,58	+1,48	4,50	+1,87	5,68
	kwasowość ogólna	9,61	-0,12	1,24	-0,54	5,62	-0,62	6,45	-0,71	7,39	-0,82	8,53
bentonitu	cukry redukujące	14,55	+0,42	2,87	-0,61	4,19	-0,94	6,46	-1,33	9,14	-1,45	9,96
	cukry ogółem	37,43	+0,45	1,20	-1,67	4,46	-1,81	4,84	-1,85	4,94	-2,06	5,50
	ekstrakt bezcukrowy	32,89	-0,44	1,34	+2,04	6,20	+1,65	5,02	+1,51	4,59	+1,71	5,20
	kwasowość ogólna	9,52	-0,48	5,04	-0,60	6,30	-0,88	9,24	-1,01	10,61	-1,14	11,97
chlorku żelazowego	cukry redukujące	14,62	+0,50	3,42	-0,79	5,40	-0,83	5,68	-2,25	15,39	-2,52	17,24
	cukry ogółem	37,31	+0,19	0,51	-1,43	3,83	-1,41	3,78	-2,09	5,60	-2,33	6,24
	ekstrakt bezcukrowy	33,00	-0,11	0,33	+0,99	3,00	+1,27	3,85	+1,78	5,39	+2,97	9,00
	kwasowość ogólna	9,50	-0,36	3,79	-0,55	5,79	-0,90	9,47	-1,00	10,53	-1,09	11,47

Cukry ogółem. Średnia zawartość cukrów ogółem w próbach przed pasteryzacją wahała się w granicach od 37,29 do 37,43 g/dm³ /tabela 1/Z/.

W czasie pasteryzacji prób zaobserwowano wzrost tego wskaźnika we wszystkich doświadczeniach. Największy wzrost stwierdzono w próbach z dodatkiem bentonitu /1,20%/, a wzrost w dwóch pozostałych próbach był jednakowy i wynosił 0,51%.

W czasie przechowywania prób stwierdzono spadek zawartości cukrów ogółem. W czasie przechowywania w temperaturze 0°C po 4 miesiącach przechowywania największy spadek stwierdzono w próbach z dodatkiem bentonitu /4,84%/, a najmniejszy w próbach z dodatkiem wody /3,24%/.

Po 4 miesiącach przechowywania w temperaturze 20°C największy spadek cukrów ogółem stwierdzono w próbach z dodatkiem chlorku żelazowego /6,24%/, a najmniejszy spadek w próbach z dodatkiem bentonitu /5,5%/ /tabela 2/.

Ekstrakt bezoukowy. Średni ekstrakt bezoukowy w próbach przed pasteryzacją wahał się w granicach od 32,91 do 33,00 g/dm³ /tabela 1/Z/. W czasie pasteryzacji w próbach z dodatkiem bentonitu i chlorku żelazowego zaobserwowano spadek ekstraktu bezoukowego. Większy był on w próbach z dodatkiem bentonitu /1,34%/. W próbach z dodatkiem wody zanotowano nieznaczny wzrost tego wskaźnika /0,03%/.

W czasie przechowywania prób we wszystkich doświadczeniach stwierdzono wzrost zawartości ekstraktu bezoukowego. W czasie przechowywania prób przez 4 miesiące w temperaturze 0°C największy był on w próbach z dodatkiem bentonitu /5,02%/, a najmniejszy w próbach z dodatkiem wody /3,58%/ /tabela 2/. Natomiast po 4 miesiącach przechowywania w temperaturze 20°C

największy wzrost zawartości ekstraktu bezoukrowego stwierdzono w próbach z dodatkiem chlorku żelazowego /9,0%/, a najmniejszy wzrost w próbach z dodatkiem bentonitu /5,2%/ /tabela 2/.

Kwasowość ogólna. Średnia kwasowość ogólna wyrażona jako kwas cytrynowy w próbach przed pasteryzacją wahała się w granicach od 9,50 do 9,61 g/dm³ /tabela 1/Z/. We wszystkich doświadczeniach w czasie pasteryzacji i przechowywania prób zaobserwowano spadek zawartości kwasowości ogólnej.

W czasie pasteryzacji prób największy spadek kwasowości ogólnej stwierdzono w próbach z dodatkiem bentonitu /5,04%/, najmniejszy zaś w próbach z dodatkiem wody /1,25%/ /tabela 2/.

W czasie przechowywania w temperaturze 0°C największy spadek kwasowości ogólnej po 4 miesiącach przechowywania stwierdzono w próbach z dodatkiem chlorku żelazowego /9,47%/, a najmniejszy w próbach z dodatkiem wody /6,45%/. W czasie przechowywania w temperaturze 20°C największy spadek po 4 miesiącach przechowywania stwierdzono w próbach z dodatkiem bentonitu /11,97%/, a najmniejszy w próbach z dodatkiem wody /8,53%/.

Średnie zmiany ilościowe i procentowe cukrów redukujących, cukrów ogółem, ekstraktu bezoukrowego i kwasowości ogólnej w stosunku do zawartości tych składników w próbach przed pasteryzacją zestawiono w tabeli 2.

D o ś w i a d o z e n i a w y k o n a n e w 1 9 7 9 r .

Średni ekstrakt refraktometryczny w badanych próbach wynosił od 6,86 do 6,90%, średnia kwasowość lotna wyrażona jako kwas octowy od 0,18 do 0,20 g/dm³ /tabela 2/Z, 3/Z i 4/Z/.

Porównując zawartość ekstraktu refraktometrycznego, pH, kwasowości lotnej, azotu ogólnego i suchej masy w doświadczeniach wykonanych w 1978 i 1979 roku stwierdzono, że próby wykonane w 1979 roku wykazały wyższą zawartość ekstraktu refraktometrycznego, azotu ogólnego i suchej masy a mniejszą kwasowość lotną i kwasowość czynną /pH/ w porównaniu z próbkami wykonanymi w 1978 roku.

Zmiany w/w składników w czasie pasteryzacji i przechowywania prób w doświadczeniach wykonanych w 1979 roku były również nieznaczne, dlatego też zmian tych nie analizowano dokładniej.

Podobnie jak w doświadczeniach wykonanych w 1978 roku, większe zmiany w czasie pasteryzacji i przechowywania obserwowano w zawartości cukrów redukujących, cukrów ogółem, ekstraktu bezcukrowego i kwasowości ogólnej. Zmiany tych składników omówiono bardziej szczegółowo.

Średnie zmiany zawartości cukrów redukujących, cukrów ogółem, ekstraktu bezcukrowego i kwasowości ogólnej zachodzące podczas pasteryzacji i przechowywania przedstawiono graficznie na rysunkach 4 - 6.

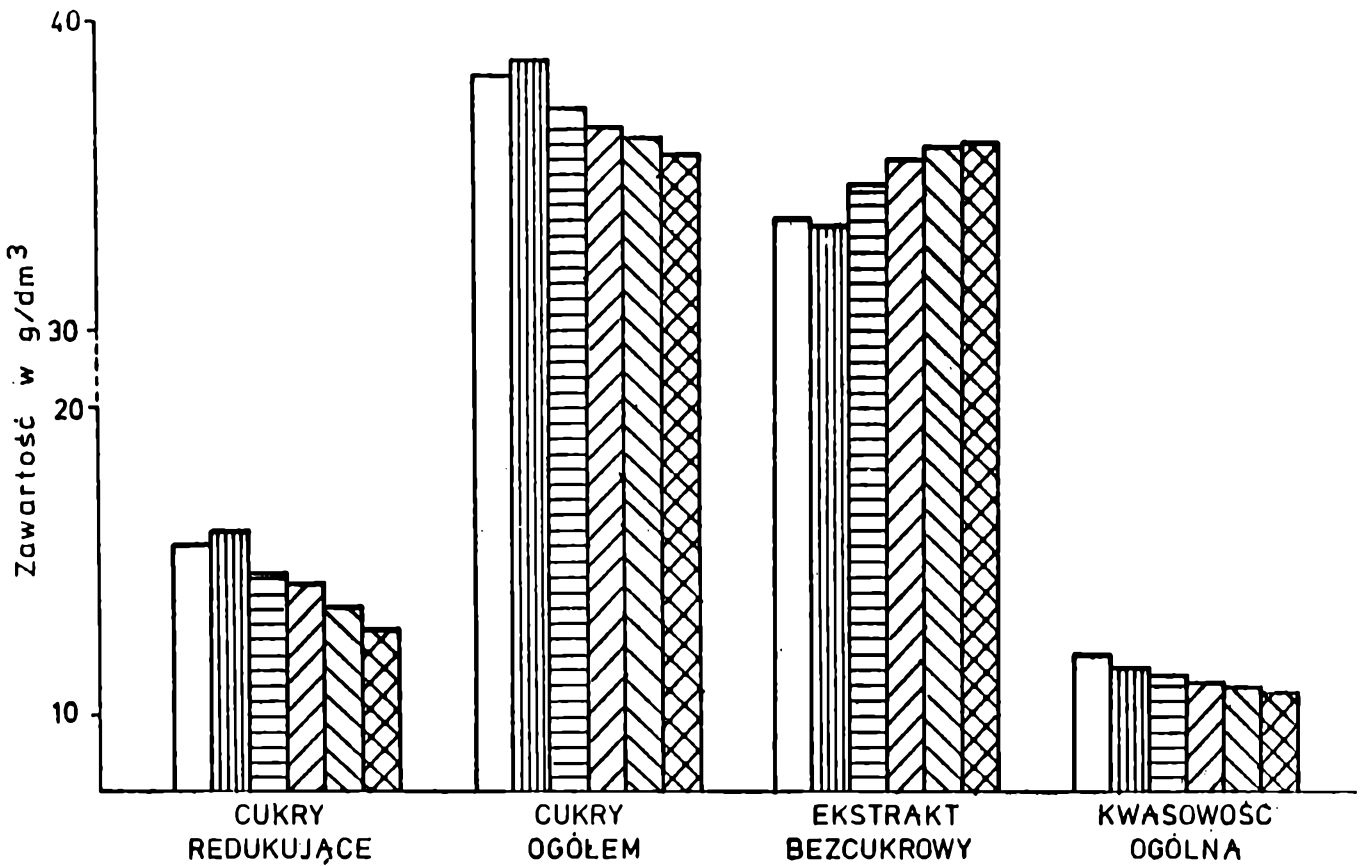
Średnia zawartość cukrów redukujących oznaczona w poszczególnych próbach przed pasteryzacją wahała się w granicach od 15,32 do 15,40 g/dm³, cukrów ogółem od 38,04 do 38,20 g/dm³, a kwasowość ogólna wyrażona jako kwas cytrynowy wahała się od 11,38 do 11,52 g/dm³ /tabele 2/Z, 3/Z, 4/Z/.

Porównując analogiczne zawartości tych składników w próbach wykonanych w latach 1978 i 1979 stwierdzono, że próby wykonane w 1979 roku wykazały wyższą zawartość cukrów redukujących, cukrów ogółem, ekstraktu bezcukrowego i kwasowości ogólnej w porównaniu z próbkami wykonanymi w 1978 r./tabela 3/.

Tabela 3.

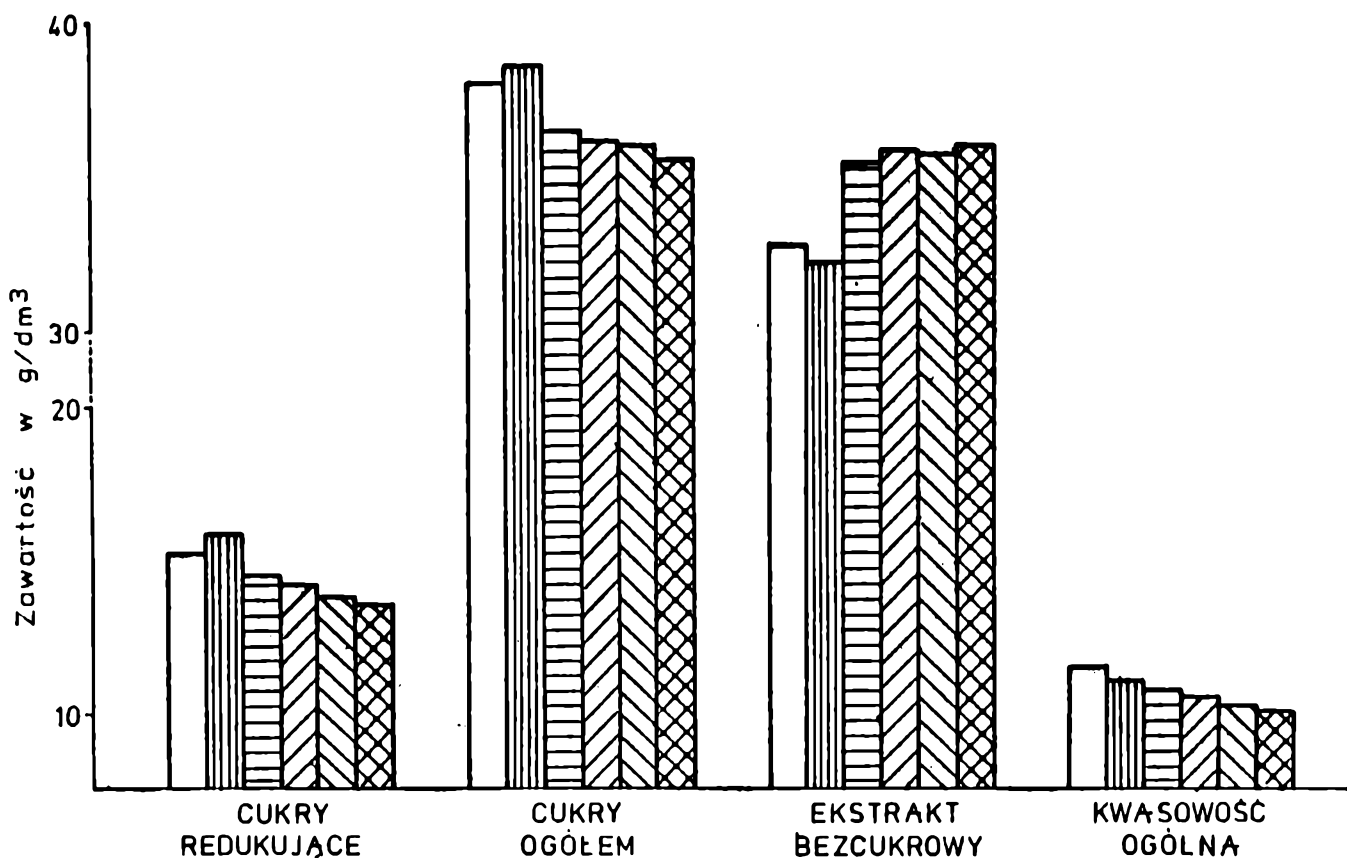
Średnie zmiany ilościowe i procentowe niektórych składników prób soku truskawkowego w stosunku do zawartości tych składników w próbie przed pasteryzacją - doświadczenia wykonane w 1979 roku

Próby z dodatkami	Parametry jakościowe	Średnia zawartość w próbie przed paster.	Zmiany zawartości w g/dm ³ próby									
			Po pasteryzacji		0°C				20°C			
			zmiany ilość.	%	2 m-ce		4 m-ce		2 m-ce		4 m-ce	
					zmiany ilość.	%	zmiany ilość.	%	zmiany ilość.	%	zmiany ilość.	%
wody	cukry redukujące	15,40	+0,52	3,38	-0,87	5,65	-1,12	7,25	-2,39	15,52	-2,80	18,18
	cukry ogółem	38,20	+0,25	0,65	-1,20	3,14	-1,47	3,85	-1,96	5,13	-2,34	6,13
	ekstrakt bezcukrowy	33,58	-0,18	0,54	+0,98	2,92	+1,25	3,72	+1,73	5,15	+2,11	6,28
	kwasowość ogólna	11,52	-0,16	1,39	-0,46	3,99	-0,52	4,51	-0,60	5,21	-0,70	6,08
bentonitu	cukry redukujące	15,32	+0,66	4,31	-0,68	4,44	-1,00	6,53	-1,40	9,14	-1,51	9,86
	cukry ogółem	38,04	+0,57	1,50	-1,74	4,57	-1,92	5,05	-2,04	5,36	-2,20	5,78
	ekstrakt bezcukr.	32,71	-0,57	1,74	+2,72	8,31	+2,90	8,87	+2,71	8,87	+3,09	9,45
	kwasowość ogólna	11,40	-0,38	3,33	-0,57	5,00	-0,81	7,10	-0,91	7,98	-1,09	9,56
chlorku żelazowego	cukry redukujące	15,38	+0,76	4,94	-0,77	5,01	-1,06	6,89	-2,34	15,21	-3,08	20,03
	cukry ogółem	38,16	+0,34	0,89	-1,14	2,99	-1,25	3,27	-1,68	4,40	-1,96	5,14
	ekstrakt bezcukr.	33,37	-0,32	0,96	+1,12	3,36	+1,24	3,72	+1,71	5,12	+2,02	6,05
	kwasowość ogólna	11,38	-0,29	2,55	-0,57	5,01	-0,84	7,38	-0,97	8,52	-1,15	10,10



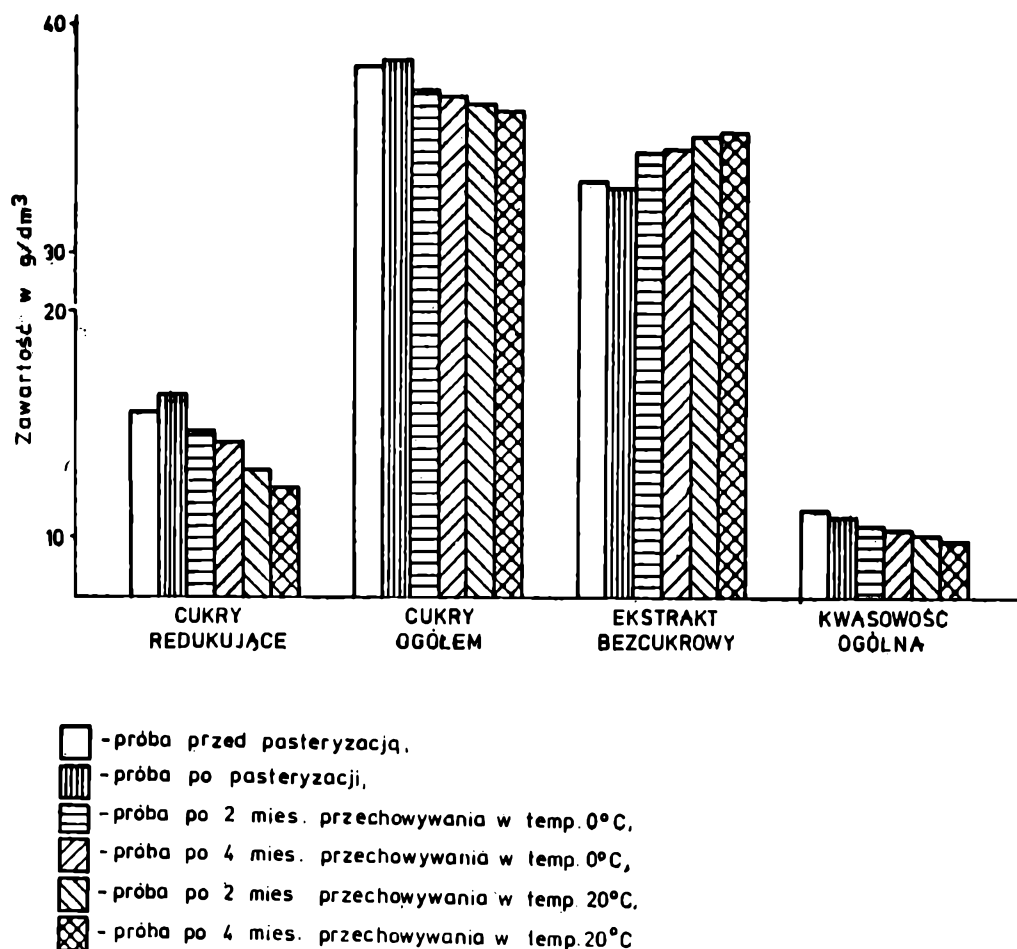
- - próba przed pasteryzacją,
- ▨ (vertical lines) - próba po pasteryzacji,
- ▨ (horizontal lines) - próba po 2 mies. przechowywania w temp. 0°C,
- ▨ (diagonal lines /) - próba po 4 mies. przechowywania w temp. 0°C,
- ▨ (diagonal lines \) - próba po 2 mies. przechowywania w temp. 20°C,
- ▨ (cross-hatch) - próba po 4 mies. przechowywania w temp. 20°C

Rys.4. Średnia zawartość niektórych składników soku truskawkowego w próbach z dodatkiem wody /doświadczenia wykonane w 1979 roku/



- - próba przed pasteryzacją,
- ▨ (vertical lines) - próba po pasteryzacji,
- ▨ (horizontal lines) - próba po 2 mies. przechowywania w temp. 0°C,
- ▨ (diagonal lines /) - próba po 4 mies. przechowywania w temp. 0°C,
- ▨ (diagonal lines \) - próba po 2 mies. przechowywania w temp. 20°C,
- ▨ (cross-hatch) - próba po 4 mies. przechowywania w temp. 20°C

Rys. 5. Średnia zawartość niektórych składników soku truskawkowego w próbach z dodatkiem bentonitu /doświadczenia wykonane w 1979 roku/



Rys. 6. Średnia zawartość niektórych składników soku truskawkowego w próbach z dodatkiem chlorku żelazowego /doświadczenia wykonane w 1979 roku/

Cukry redukujące przed hydrolizą. W czasie pasteryzacji prób soku we wszystkich doświadczeniach następuje wzrost zawartości cukrów redukujących, podobnie jak w próbach z 1978 roku. Największy wzrost zawartości cukrów redukujących w czasie pasteryzacji stwierdzono w próbach z dodatkiem chlorku żelazowego /4,94%, a najmniejszy wzrost zawartości w próbach z dodatkiem wody /3,38%.

W czasie przechowywania prób większe zmiany tego składnika zanotowano w próbach soku przechowywanych w temperaturze 20°C niż w przechowywanych w temperaturze 0°C.

Największy spadek zawartości cukrów redukujących po 4 miesiącach przechowywania w temperaturze 0°C w porównaniu z zawartością w próbach przed pasteryzacją stwierdzono w próbach z dodatkiem wody /7,25%/, a najmniejszy w próbach z dodatkiem bentonitu /6,53%/.

W próbach przechowywanych w temperaturze 20°C, największy spadek zawartości cukrów redukujących stwierdzono po 4 miesiącach przechowywania w próbach z dodatkiem chlorku żelazowego /20,03%/, najmniejszy zaś w próbach z dodatkiem bentonitu /9,86%/.

Cukry ogółem. W czasie pasteryzacji prób zaobserwowano wzrost zawartości cukrów ogółem we wszystkich próbach, podobnie jak w doświadczeniach wykonanych w 1978 roku.

Największy wzrost zawartości cukrów ogółem w czasie pasteryzacji stwierdzono, podobnie jak w 1978 roku, w próbach z dodatkiem bentonitu /1,5%/, a najmniejszy w próbach z dodatkiem wody /0,65%/.

W czasie przechowywania prób soku, podobnie jak w doświadczeniach wykonanych w 1978 roku, zaobserwowano spadek zawartości cukrów ogółem. Największy spadek tego składnika stwierdzono w próbach z dodatkiem bentonitu, przechowywanych w temperaturze 0°C /5,05%/, a najmniejszy w próbach z dodatkiem chlorku żelazowego /3,27%/.

W próbach przechowywanych w temperaturze 20°C największy spadek zawartości cukrów ogółem po 4 miesiącach przechowywania stwierdzono w próbach z dodatkiem wody /6,13%/, a najmniejszy z dodatkiem chlorku żelazowego /5,14%/ /tabela 3/.

Ekstrakt bezocukrowy. W czasie pasteryzacji prób zanotowano spadek zawartości ekstraktu bezocukrowego. Największy spadek

stwierdzono w próbach z dodatkiem bentonitu /1,74%/ a najmniej w próbach z dodatkiem wody /0,54%/. W czasie przechowywania prób następuje, podobnie jak w doświadczeniach wykonanych w 1978 roku, wzrost ekstraktu bezcukrowego. Największy wzrost tego wskaźnika po 4 miesiącach przechowywania w temperaturze 0°C stwierdzono w próbach z dodatkiem bentonitu /8,87%/. W próbach z dodatkiem wody i chlorku żelazowego wzrost był jednakowy i wynosił 3,72%.

W czasie przechowywania prób w temperaturze 20°C największy wzrost ekstraktu bezcukrowego po 4 miesiącach przechowywania stwierdzono w próbach z dodatkiem bentonitu /9,45%/, a najmniej w próbach z dodatkiem chlorku żelazowego /6,05%/ /tabela 3/.

Kwasowość ogólna. W czasie pasteryzacji i przechowywania prób zaobserwowano, podobnie jak w doświadczeniach wykonanych w 1978 roku, spadek zawartości kwasowości ogólnej we wszystkich doświadczeniach. W czasie pasteryzacji największy spadek stwierdzono w próbach z dodatkiem bentonitu /3,33%/, a najmniej w próbach z dodatkami wody /1,39%/.

Największy spadek kwasowości ogólnej w porównaniu z próbami przed pasteryzacją stwierdzono po 4 miesiącach przechowywania w temperaturze 0°C w próbach z dodatkiem chlorku żelazowego /7,38%/, a najmniej zaś w próbach z dodatkiem wody /4,51%/.

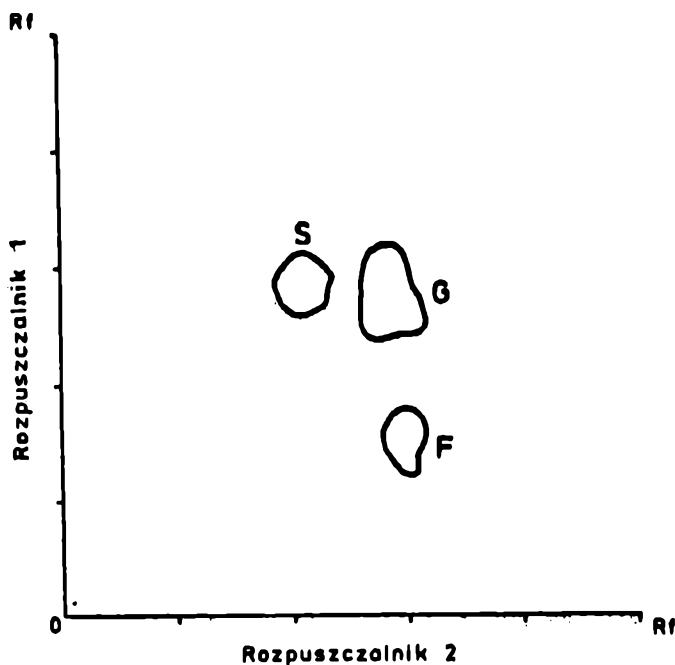
Po 4 miesiącach przechowywania w temperaturze 20°C największy spadek kwasowości ogólnej stwierdzono w próbach z dodatkiem chlorku żelazowego /10,1%/, a najmniej spadek w próbach z dodatkiem wody /6,08%/ /tabela 3/.

Takie same tendencje wystąpiły w próbach wykonanych w 1978 roku.

Średnie zmiany ilościowe i procentowe cukrów redukujących przed hydrolizą, cukrów ogółem, ekstraktu bezcukrowego i kwasowości ogólnej w stosunku do zawartości tych składników w próbach przed pasteryzacją zestawiono w tabeli 3.

3.2. Ilościowe zmiany zawartości glukozy, fruktozy i sacharozy

Jakościowa analiza cukrów wykonana w próbach soku spożywanego w 1979 roku wykazała, że zawiera on trzy cukry: glukozę, fruktozę i sacharozę /rys.7/.



Rys. 7. Dwukierunkowy chromatogram cienkowarstwowy ekstrakstu etanolowego sporządzonego z soku truskawkowego przed pasteryzacją. Cukry: G-glukoza, F-fruktoza, S-sacharoza.

Zawartość glukozy, fruktozy i sacharozy w próbach soku przed pasteryzacją, po pasteryzacji oraz w czasie przechowywania przedstawiono w tabeli 5/Z.

Jak wynika z zestawionych danych, w czasie pasteryzacji następuje wzrost zawartości glukozy i fruktozy oraz spadek zawartości sacharozy we wszystkich doświadczeniach. Wzrost zawartości glukozy i fruktozy w czasie pasteryzacji we wszystkich próbach był zbliżony i wynosił: glukozy ok. 4% i fruktozy ok. 10%. Różnice we wzroście zawartości glukozy w poszczególnych próbach z dodatkami wynosiły około 0,1%, a fruktozy około 1% /tabela 4/.

Spadek zawartości sacharozy w czasie pasteryzacji we wszystkich próbach był jednakowy i wynosił 27,07%.

W czasie przechowywania prób obserwowano spadek zawartości wszystkich trzech cukrów. Większy spadek zanotowano w próbach przechowywanych w temperaturze 20°C niż w próbach przechowywanych w temperaturze 0°C.

Porównując tendencje spadku zawartości glukozy w czasie przechowywania prób przez okres 4 miesięcy z zawartością glukozy w próbach po pasteryzacji stwierdzono, że największy spadek zawartości glukozy wystąpił w próbach z dodatkiem chlorku żelazowego, zarówno w próbach przechowywanych w temperaturze 0°C /2,85%/ jak i przechowywanych w temperaturze 20°C /8,31%. Najmniejszy zaś spadek zawartości glukozy zanotowano w próbach z dodatkiem bentonitu, przechowywanych w temperaturze 0°C /2,08%/ i w próbach z dodatkiem wody przechowywanych w temperaturze 20°C /7,68%/ /tabela 4/.

Tabela 4.

Zmiany ilościowe i procentowe zawartości glukozy, fruktozy i sacharozy w próbach soku truskawkowego w stosunku do zawartości tych cukrów w próbce przed pasteryzacją - doświadczenia wykonane w 1979 roku

Próby z dodatkiem	Cukry	Zawartość w próbce przed pasteryzacją		Zmiany zawartości w g/dm ³ próby								
		Po pasteryzacji		0°C				20°C				
		Zmiany ilość.	%	2 m-ce		4 m-ce		2 m-ce		4 m-ce		
				Zmiany ilość.	%	Zmiany ilość.	%	Zmiany ilość.	%	Zmiany ilość.	%	
wody	glukoza	0,768	+0,031	4,04	-0,044	5,73	-0,050	6,51	-0,086	11,20	-0,090	11,72
	fruktoza	0,648	+0,060	9,26	+0,012	1,85	-0,002	0,31	-0,008	1,23	-0,012	1,85
	sacharoza	0,266	-0,072	27,07	-0,080	30,07	-0,080	30,07	-0,076	28,57	-0,080	30,07
bento- nitru	glukoza	0,766	+0,030	3,92	-0,042	5,48	-0,046	6,00	-0,080	10,44	-0,090	11,75
	fruktoza	0,648	+0,068	10,49	+0,012	1,85	0	0	-0,006	0,92	-0,014	2,16
	sacharoza	0,266	-0,072	27,07	-0,076	28,57	-0,076	28,57	-0,076	28,57	-0,080	30,07
chlorku żelazowego	glukoza	0,770	+0,030	3,90	-0,044	5,71	-0,052	6,75	-0,090	11,69	-0,094	12,21
	fruktoza	0,652	+0,070	10,74	+0,010	1,52	-0,006	0,92	-0,012	1,84	-0,018	2,76
	sacharoza	0,266	-0,072	27,07	-0,076	28,57	-0,080	30,07	-0,076	28,07	-0,080	30,07

Analogicznie analizując spadek zawartości fruktozy w czasie przechowywania prób przez 4 miesiące w temperaturze 0°C stwierdzono, że dynamika spadku zawartości fruktozy jest większa niż glukozy. Największy spadek zawartości fruktozy wystąpił w czasie przechowywania w temperaturze 0°C w próbach z dodatkiem chlorku żelazowego /11,66%, a najmniejszy zaś w próbach z dodatkiem wody destylowanej /9,57%. Analogicznie tendencje spadkowe wystąpiły z próbach przechowywanych w temperaturze 20°C /13,5% i 11,11%/.

Największy spadek zawartości sacharozy nastąpił w czasie pasteryzacji /ok.27%/. W czasie przechowywania prób zmniejsza się zawartość sacharozy od 1,5% do 3,0% po 4 miesiącach przechowywania. Po 4 miesiącach przechowywania w temperaturze 20°C we wszystkich doświadczeniach spadek, w porównaniu z zawartością w próbach przed pasteryzacją, wyrażony w procentach był jednakowy i wynosił 30,07%.

Zmiany ilościowe i procentowe zawartości glukozy, fruktozy i sacharozy w czasie pasteryzacji i przechowywania w stosunku do zawartości przed pasteryzacją podano w tabeli 4.

3.3. Zmiany zawartości witaminy C

Średnią zawartość witaminy C wyrażonej jako suma kwasu L-askorbinowego i dehydrokwasaskorbinowego w próbach przed pasteryzacją, po pasteryzacji oraz w czasie przechowywania zamieszczono w tabelach 1/Z - 4/Z.

Doświadczenia wykonane w 1978 r.

Jak wynika z tabeli 1/Z zawartość witaminy C w próbach soku przed pasteryzacją wahała się w granicach od 38,0 do 39,1 mg%. W czasie pasteryzacji i przechowywania prób zaobserwowano spadek zawartości witaminy C we wszystkich doświadczeniach.

W czasie pasteryzacji największy spadek zawartości witaminy C stwierdzono w próbach z dodatkiem bentonitu /46,58%/, a najmniejszy spadek w próbach z dodatkiem wody /39,64%/. W czasie przechowywania większy spadek zanotowano w próbach przechowywanych w temperaturze 20°C niż w przechowywanych w temperaturze 0°C.

Po 4 miesiącach przechowywania w temperaturze 0°C największy spadek zawartości witaminy C, w stosunku do zawartości przed pasteryzacją stwierdzono w próbach z dodatkiem bentonitu /60,26%/, a najmniejszy w próbach z dodatkiem wody /49,36%/. Natomiast w próbach przechowywanych w temperaturze 20°C największy spadek zawartości witaminy C zanotowano w próbach z dodatkiem wody /73,66%/, a najmniejszy w próbach z dodatkiem bentonitu /65,26%/.

Średnie zmiany ilościowe i procentowe zawartości witaminy C w czasie pasteryzacji i przechowywania w stosunku do zawartości w próbach przed pasteryzacją przedstawiono w tabeli 5.

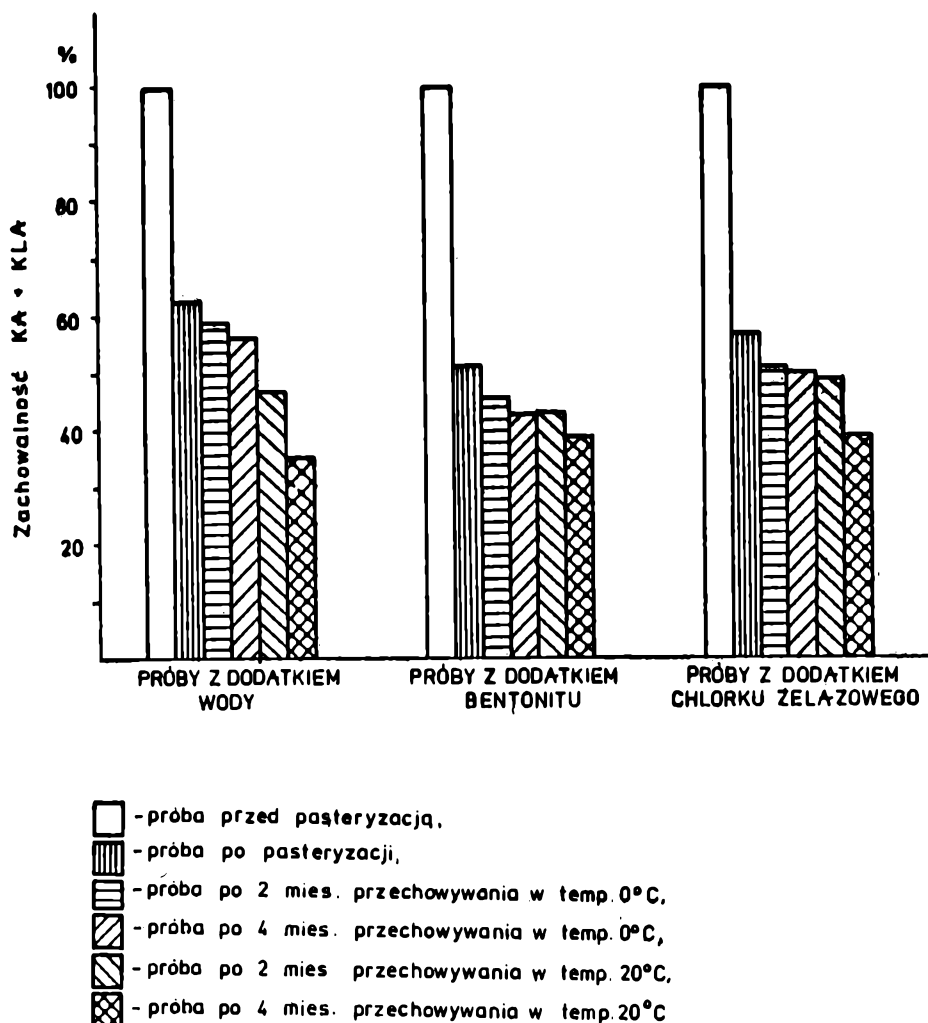
Doświadczenia wykonane w 1979 r.

Średnią zawartość witaminy C przedstawiono w tabelach 2/Z - 4/Z, a procentowe zmiany zachowalności witaminy C przedstawiono graficznie na rysunku 8.

Tabela 5.

Zmiany ilościowe i procentowe zawartości witaminy C wyrażonej jako suma kwasu L-askorbinowego i dehydroaskorbinowego w próbach soku truskawkowego w stosunku do zawartości witaminy C w próbach przed pasteryzacją

Próby z dodatkami	Rok badań	Zawartość w próbce przed pasteryzacją	Zmiany zawartości w mg/100 cm ³ próby											
			Po pasteryzacji				0°C				20°C			
			2 m-ce		4 m-ce		2 m-ce		4 m-ce		2 m-ce		4 m-ce	
			Spadek ilość.	%	Spadek ilość.	%	Spadek ilość.	%	Spadek ilość.	%	Spadek ilość.	%	Spadek ilość.	%
wody	1978	39,1	15,5	39,64	18,9	48,34	19,3	49,36	14,0	61,38	28,8	73,66		
	1979	48,4	18,1	37,40	19,9	41,11	21,0	43,39	25,9	53,51	31,3	64,67		
bentoni- nitru	1978	38,0	17,7	46,58	18,7	49,21	22,9	60,26	23,0	60,53	24,8	65,26		
	1979	44,1	21,3	48,30	23,9	54,19	25,2	57,14	25,2	57,14	27,0	61,22		
chlorku żelazo- wego	1978	38,5	16,9	43,90	18,5	48,05	20,2	52,47	20,5	53,25	28,0	72,73		
	1979	47,6	20,4	42,86	23,2	48,74	23,6	49,58	24,2	50,84	29,1	61,13		



Rys. 8. Zmiany w zawartości kwasu L-askorbinowego i dehydroaskorbinowego /KA+KDA/ podczas pasteryzacji i przechowywania próbek soku truskawkowego /doświadczenia wykonane w 1979 roku/

Średnia zawartość witaminy C w próbach przed pasteryzacją wahała się w granicach od 44,1 do 48,4 mg% i była większa niż w analogicznych próbach wykonanych w 1978 r.

Analizując zmiany zawartości witaminy C stwierdzono, że największy spadek zawartości witaminy C następuje, podobnie jak w próbach wykonanych w 1978 roku, w czasie pasteryzacji. Największy spadek stwierdzono w próbach z dodatkiem bentonitu /48,30%/, a najmniejszy zaś w próbach z dodatkiem wody /43,39%/ /tabela 5/.

W czasie przechowywania prób przez 4 miesiące większy spadek zawartości witaminy C wystąpił, podobnie jak w doświadczeniach wykonanych w 1978 roku, w próbach przechowywanych w temperaturze 20°C niż w próbach przechowywanych w temperaturze 0°C.

Największe straty witaminy C w czasie przechowywania przez okres 4 miesięcy w temperaturze 0°C stwierdzono w próbach z dodatkiem bentonitu /57,14%/, a najmniejsze w próbach z dodatkiem wody /43,39%/.

W próbach przechowywanych w temperaturze 20°C przez 4 miesiące największe straty witaminy C wystąpiły w próbach z dodatkiem wody /64,67%/, a w dwóch pozostałych doświadczeniach były prawie równe /61,13 - 61,27%/.

Porównując tendencje spadku zawartości witaminy C w poszczególnych próbach w doświadczeniach wykonanych w 1978 i 1979 roku stwierdzono, że były one takie same. Wyższą dynamikę spadku zawartości witaminy C zanotowano w doświadczeniach wykonanych w 1978 roku.

Średnie zmiany ilościowe i procentowe zawartości witaminy C w stosunku do zawartości w próbach przed pasteryzacją przedstawiono w tabeli 5.

3.4. Zmiany zawartości wolnych aminokwasów

Zawartość wolnych aminokwasów w próbach przed pasteryzacją, po pasteryzacji oraz po 2 i 4 miesiącach przechowywania przedstawiono w tabelach 6 - 8. Wyniki badań dotyczą doświadczeń z roku 1979.

Tabela 6.

Zawartość wolnych aminokwasów w ekstrakcie etanolowym w próbie z dodatkiem wody, wyrażona w mg/100 g suchej masy ekstraktu etanolowego /s.m.= 3,99 g/100 cm³/

Aminokwasy	Z a w a r t o ś ć w m g/100 g suchej masy					
	Przed pasteryzacją	Po pasteryzacji	0°C		20°C	
			2 m-ce	4 m-ce	2 m-ce	4 m-ce
Lizyna	1,799	2,198	2,190	2,511	1,813	2,108
Histydyna	1,102	1,923	1,900	1,487	1,609	1,510
Arginina	1,539	1,781	1,775	1,863	1,701	1,688
Asparagina	16,200	16,120	16,256	15,626	15,778	15,075
Treonina+seryna	29,736	29,136	26,266	29,812	27,120	26,920
Glutamina	18,889	17,982	16,998	15,980	16,400	15,001
Prolina	1,812	1,623	1,320	1,909	1,019	1,871
Glicyna	1,149	1,113	1,110	1,020	1,008	1,000
Alanina	5,948	5,970	6,230	6,180	6,470	6,612
Cystyna	-	-	0,196	0,258	0,250	0,120
Walina	1,790	1,781	1,819	1,818	1,971	1,706
Metionina	0,980	0,750	0,598	0,880	0,593	0,380
Izoleucyna	0,125	0,123	0,167	0,192	0,201	0,172
Leucyna	0,225	0,230	0,218	0,225	0,199	0,201
Tyrozyna	1,515	1,423	1,506	1,539	1,389	1,419
Fenylalanina	6,287	6,810	6,993	6,620	6,093	6,593
Suma wolnych aminokwasów	89,096	88,963	85,542	87,920	83,614	82,376

Tabela 7.

Zawartość wolnych aminokwasów w ekstrakcie etanolowym w próbie z dodatkiem bentonitu wyrażona w mg/100 g suchej masy ekstraktu etanolowego /s.m.= 4,01 g/100 cm³/

Aminokwasy	Z a w a r t o ś ć w m g / 1 0 0 g s u c h e j m a s y					
	Przed pa- steryza- cją	Po paste- ryzacji	0°C		20°C	
			2 m-ce	4 m-ce	2 m-ce	4 m-ce
Lizyna	1,703	1,999	2,000	2,480	2,221	2,420
Histydyna	1,083	1,819	1,790	1,503	1,450	1,528
Arginina	1,482	1,632	1,601	1,792	1,790	1,614
Asparagina	14,990	14,880	14,920	14,940	15,033	16,990
Treonina + seryna	29,341	25,008	24,009	30,090	27,444	20,816
Glutamina	17,483	16,000	15,500	15,489	15,823	15,810
Prolina	1,739	1,581	1,220	1,900	1,414	1,800
Glicyna	1,083	1,079	1,058	1,070	1,010	0,990
Alanina	5,532	5,530	5,981	5,994	5,584	5,834
Cystyna	-	-	-	-	-	-
Walina	1,623	1,580	1,590	1,619	1,519	1,480
Metionina	0,479	0,255	0,123	0,101	0,080	-
Izoleucyna	-	-	0,108	0,190	0,220	0,190
Leucyna	0,192	0,190	0,200	0,238	0,208	0,204
Tyrozyna	1,323	1,210	1,320	1,480	1,104	1,182
Fenylalanina	6,099	6,728	6,420	6,380	6,130	6,289
Suma wolnych aminokwasów	84,152	79,491	77,844	85,266	81,030	77,147

Tabela 8.

Zawartość wolnych aminokwasów w ekstrakcie etanolowym w próbie z dodatkiem chlorku żelazowego wyrażona w mg/100 g suchej masy ekstraktu etanolowego
/s.m. = 4,02 g/100 cm³/

Aminokwasy	Z a w a r t o ś ć w mg/100 g s u c h e j m a s y					
	Przed pasteryzacją	Po pasteryzacji	0°C		20°C	
			2 m-ce	4 m-ce	2 m-ce	4 m-ce
Lizyna	1,623	2,293	2,007	2,107	2,100	1,987
Histydyna	1,092	2,189	2,016	1,970	1,990	1,813
Arginina	1,014	1,990	1,989	1,887	1,850	1,784
Asparagina	1,118	2,920	2,996	2,820	2,436	2,333
Treonina + seryna	28,343	29,211	28,100	27,820	29,427	27,926
Glutamina	17,294	19,840	20,038	19,772	17,221	16,101
Prolina	1,247	1,250	0,723	0,110	0,092	-
Glicyna	1,014	1,040	1,213	1,015	1,003	0,990
Alanina	6,100	6,210	6,184	5,906	6,086	6,312
Cystyna	-	-	-	0,126	0,132	0,326
Walina	0,980	1,111	1,447	1,492	1,737	1,602
Metionina	0,725	0,730	0,780	0,770	0,790	0,709
Izoleucyna	-	-	-	-	-	-
Leucyna	-	0,120	0,129	0,148	0,140	0,168
Tyrozyna	1,190	1,320	1,623	1,516	1,716	1,290
Fenylalanina	8,334	8,390	8,834	8,098	8,984	9,007
Suma wolnych aminokwasów	70,074	78,622	78,079	75,557	75,704	72,348

Jak wynika z danych zawartych w tabelach 6 - 8 dominującymi aminokwasami w próbach soku truskawkowego są: treonina + seryna /nie rozdzielono tych aminokwasów/, glutamina, asparagina, fenyloalanina i alanina,

W próbach z dodatkiem wody przed pasteryzacją i po pasteryzacji nie stwierdzono zawartości cystyny. Suma wszystkich oznaczonych aminokwasów przed pasteryzacją wynosiła 89,096 mg/100 g suchej masy ekstraktu etanolowego /tabela 6/.

W czasie pasteryzacji prób następuje niewielki spadek /0,15%/ sumy wolnych aminokwasów. Zaobserwowano jednocześnie wzrost zawartości takich aminokwasów jak: lizyna, histydyna, arginina i fenyloalanina /tabela 6/. W czasie przechowywania prób zaobserwowano spadek zawartości sumy aminokwasów, przy czym większy spadek stwierdzono w próbach przechowywanych w temperaturze 20°C niż w próbach przechowywanych w temperaturze 0°C.

Po 4 miesiącach przechowywania prób w temperaturze 0°C spadek zawartości wszystkich wolnych aminokwasów wyniósł 6,15%, a w próbach przechowywanych w temperaturze 20°C wyniósł 7,54%.

W próbach z dodatkiem bentonitu przed pasteryzacją nie stwierdzono zawartości cystyny. W próbach przed pasteryzacją i po pasteryzacji nie wykryto także izoleucyny. Suma wolnych aminokwasów w próbach przed pasteryzacją była mniejsza niż w próbach z dodatkiem wody i wynosiła 84,152 mg/100g suchej masy ekstraktu etanolowego. W czasie pasteryzacji prób zanotowano spadek zawartości wolnych aminokwasów o 5,54%. Jednocześnie stwierdzono, analizując zawartości

poszczególnych aminokwasów wzrost zawartości lizyny, histydy, argininy i fenyloalaniny /tabela 7/. W czasie przechowywania prób w temperaturze 0°C w okresie 2 miesięcy zaobserwowano spadek sumy wolnych aminokwasów o 7,49% w porównaniu z próbą przed pasteryzacją, natomiast po 4 miesiącach zaobserwowano wzrost sumy wolnych aminokwasów w porównaniu z próbą badaną po 2 miesiącach o 3,78%. W czasie przechowywania prób w temperaturze 20°C po 2 miesiącach przechowywania stwierdzono wzrost sumy wolnych aminokwasów w porównaniu z próbą przed pasteryzacją o 1,32%, a po 4 miesiącach przechowywania stwierdzono spadek sumy wolnych aminokwasów o 8,32% w porównaniu z próbą przed pasteryzacją.

W próbach z dodatkiem chlorku żelazowego nie stwierdzono zawartości izoleucyny. W próbach przed pasteryzacją nie stwierdzono ponadto cystyny, leucyny. Cystynę stwierdzono dopiero po 2 miesiącach przechowywania prób w temperaturze 0°C, a leucynę stwierdzono w próbce po pasteryzacji /tabela 8/. Suma wolnych aminokwasów wynosiła 70,074 mg/100 g suchej masy ekstraktu etanolowego, czyli była najniższa ze wszystkich 3 doświadczeń. Porównując zawartość poszczególnych aminokwasów w próbach z dodatkiem wody i chlorku żelazowego stwierdzono, że największe różnice występują w zawartości asparaginy /15,082 mg/100 g suchej masy/ /tabela 6 i 8/.

W czasie pasteryzacji prób zaobserwowano wzrost sumy wolnych aminokwasów o 12,2%, przy czym nastąpił wzrost zawartości wszystkich aminokwasów. W czasie przechowywania prób stwierdzono spadek zawartości sumy wolnych aminokwasów w porównaniu z zawartością w próbach po pasteryzacji. Większy spadek wystąpił w próbach przechowywanych przez 4 miesiące

w temperaturze 20°C /8,96%/ niż w próbach przechowywanych w temperaturze 0°C /5,06%/ /tabela 8/.

3.5. Zmiany potencjału oksydo-redukcyjnego wyrażonego jako rH

Wyniki dotyczą doświadczeń z 1979 roku. Średnie wartości rH w próbach przed pasteryzacją, po pasteryzacji oraz po 2 i 4 miesiącach przechowywania podano w tabeli 6/Z.

Najwyższa wartość rH wystąpiła przed pasteryzacją w próbach z dodatkiem bentonitu, a najniższa w próbach z dodatkiem chlorku żelazowego.

W czasie pasteryzacji wartość rH zmniejszała się. Największy spadek wartości rH zanotowano w próbach z dodatkiem chlorku żelazowego /8,08%/ , a najmniejszy w próbach z dodatkiem wody /3,65%/ /tabela 9/.

W czasie przechowywania we wszystkich próbach zaobserwowano wzrost wartości rH. Największą dynamikę wzrostu w czasie przechowywania stwierdzono w próbach z dodatkiem chlorku żelazowego przy czym dynamika zmian była większa w próbach przechowywanych w temperaturze 0°C.

Podobną tendencję zmian zaobserwowano w próbach z dodatkiem bentonitu, natomiast w próbach z dodatkiem wody wystąpiła odmienna tendencja zmian. Większy wzrost wartości rH zanotowano w próbach przechowywanych w temperaturze 20°C niż przechowywanych w temperaturze 0°C.

Średnie zmiany ilościowe i procentowe wartości rH w stosunku do wartości w próbach przed pasteryzacją przedstawiono w tabeli 9.

Tabela 9.

Średnie zmiany ilościowe i procentowe wartości rH w próbach soku po pasteryzacji oraz po 2 i 4 miesiącach przechowywania w stosunku do wartości rH w próbach przed pasteryzacją - doświadczenia wykonane w 1979 roku

Próby	Wartość rH przed pasteryzacją	Z m i a n y w a r t o ś c i rH									
		Po pasteryzacji		0°C				20°C			
				2 m-ce		4 m-ce		2m-ce		4 m-ce	
		Zmiany ilość.	%	Zmiany ilość.	%	Zmiany Ilość.	%	Zmiany ilość.	%	Zmiany Ilość.	%
A	16,667	-0,608	3,65	+0,195	1,17	+1,954	11,72	+0,591	3,55	+2,259	13,55
B	17,116	-0,940	5,49	+1,599	9,34	+2,464	14,40	+1,066	6,23	+2,024	11,82
C	16,165	-1,307	8,08	-1,053	6,51	+3,687	22,81	+1,151	7,12	+1,185	7,33

Objaśnienia: próba A - sok z dodatkiem wody,
 próba B - sok z dodatkiem bentonitu,
 próba C - sok z dodatkiem chlorku żelazowego.

3.6. Zmiany zawartości związków polifenolowych

Jakościowa analiza aglukonów związków polifenolowych przeprowadzona w próbach soku truskawkowego sporządzonych w 1978 roku na chromatografie gazowym pozwoliła na zidentyfikowanie następujących aglukonów: pelargonidyna, cyjanidyna, kwercetyna, kempferol, katechina oraz kwas hydroksybenzoesowy, kwas p-kumarowy i kwas galusowy /rysunek 9/.

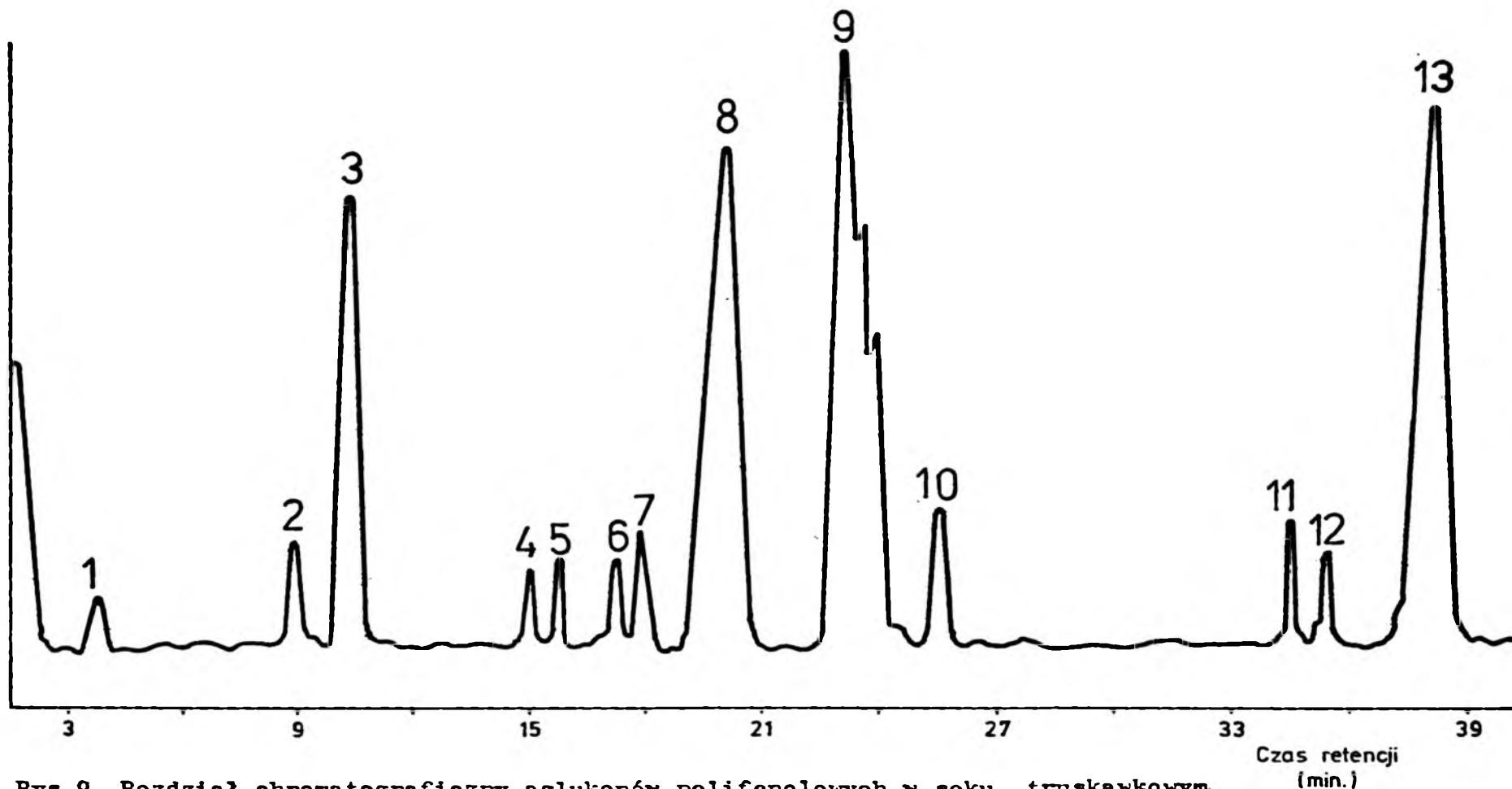
W próbach sporządzonych z soku truskawkowego wyciśniętego z owoców zebranych w 1979 roku przeprowadzono rozdział chromatograficzny na bibule i oznaczono ilościowo zawartość glikozydów pelargonidyny i cyjanidyny oraz aglukonów kwercetyny, kempferolu, katechiny i leukoantocyjanów. Wyniki tych oznaczeń wykonanych w próbach przed pasteryzacją, po pasteryzacji oraz po 2 i 4 miesiącach przechowywania w temperaturze 0°C i 20°C zamieszczono w tabeli 7/Z.

3.6.1. Ilościowe zmiany zawartości barwników antocyjanowych

Zawartość antocyjanów badano w dwóch układach, jako ogólną zawartość barwników antocyjanowych w próbach /oznaczonych metodą Sondheimera i Kertesza/ oraz ustalono skład ilościowy antocyjanów w próbach /metodą chromatografii bibułowej/.

3.6.1.1. Zmiany ogólnej zawartości antocyjanów

Średnią zawartość antocyjanów ogółem w próbach przed pasteryzacją, po pasteryzacji oraz w czasie przechowywania zestawiono w tabelach 8/Z i 9/Z.



Rys.9. Rozdział chromatograficzny aglukonów polifenolowych w soku truskawkowym /doświadczenia wykonane w 1978 roku/ 1-kwas hydroksybenzoesowy, 2-kwas p-kumarowy, 3-pelargonidyna, 4-kwas wanilinowy, 5-kwas galusowy, 8-katechina, 9-silikony, 10-kempferol, 11-kwercetyna, 13- cyjanidyna, 6,7,12 - związki niezidentyfikowane

D o ś w i a d c z e n i a w y k o n a n e w 1 9 7 8 r.

Średnia zawartość antocyjanów w próbach przed pasteryzacją wynosiła od 23,22 do 23,94 mg%. W czasie pasteryzacji i przechowywania zanotowano spadek zawartości antocyjanów.

W czasie pasteryzacji największy spadek zawartości antocyjanów stwierdzono w próbach z dodatkiem bentonitu /21,43%/ , a najmniejszy w próbach z dodatkiem chlorku żelazowego /16,74%/ . W czasie przechowywania prób w temperaturze 0°C, po 4 miesiącach przechowywania, największy spadek w stosunku do zawartości przed pasteryzacją wystąpił w próbach z dodatkiem bentonitu /39,22%/ , a najmniejszy w próbach z dodatkiem chlorku żelazowego /33,1%/ . Po 4 miesiącach przechowywania prób w temperaturze 20°C największą degradację antocyjanów zaobserwowano w próbach z dodatkiem wody /73,56%/ , a najmniejszą w próbach z dodatkiem bentonitu /62,36%/ .

Zmiany ilościowe i procentowe ogólnej zawartości antocyjanów w czasie pasteryzacji i przechowywania w stosunku do zawartości w próbach przed pasteryzacją przedstawiono w tabeli 10.

D o ś w i a d c z e n i a w y k o n a n e w 1 9 7 9 r.

Średnia zawartość antocyjanów ogółem oznaczona metodą Sondheimera i Kertesza w próbach przed pasteryzacją wynosiła od 23,06 do 27,73 mg%. W czasie pasteryzacji i przechowywania prób następuje spadek zawartości antocyjanów, podobnie jak w doświadczeniach z 1978 roku.

Średnią zawartość antocyjanów ogółem w poszczególnych próbach przed pasteryzacją, po pasteryzacji oraz po 2 i 4 miesiącach przechowywania w temperaturze 0°C i 20°C zamieszczono w tabeli 9/Z, a średnie zmiany ilościowe i procentowe

Tabela 10.

Zmiany ilościowe i procentowe ogólnej zawartości antocyjanów w próbach soku truskawkowego w stosunku do zawartości antocyjanów w próbach przed pasteryzacją

Próby z dodatkiem	Rok badań	Zawartość w próbce przed paster. w mg%	Z m i a n y z a w a r t o ś c i w m g / 1 0 0 c m ³ p r ó b y									
			Po pasteryzacji		0 °C				20 °C			
					2 m-ce		4 m-ce		2 m-ce		4 m-ce	
			Spadek Ilość.	%	Spadek ilość.	%	Spadek ilość.	%	Spadek ilość.	%	Spadek ilość.	%
wody	1978	23,22	4,18	18,00	6,80	29,28	8,16	35,14	12,46	53,66	17,18	73,56
	1979	23,06	4,39	19,04	6,17	26,76	7,94	34,43	14,64	63,49	17,05	73,94
bentoni- nit	1978	23,94	5,13	21,43	7,65	31,95	9,39	39,22	9,62	40,18	14,93	62,36
	1979	23,31	4,21	18,06	6,19	26,55	8,41	36,08	8,01	34,36	14,35	61,56
chlorku żelazo- wego	1978	23,90	4,00	16,74	6,46	27,03	7,91	33,10	12,08	50,54	16,84	70,46
	1979	27,73	4,55	16,41	10,67	38,48	12,10	43,63	15,38	55,46	19,81	71,44

ogólnej zawartości antocyjanów w czasie pasteryzacji i przechowywania w stosunku do zawartości w próbach przed pasteryzacją przedstawiono w tabeli 10.

W czasie pasteryzacji największy spadek ogólnej zawartości antocyjanów stwierdzono w próbach z dodatkiem wody /19,04%/, a najmniejszy zaś w doświadczeniu z dodatkiem chlorku żelazowego /16,41%/.

W czasie przechowywania prób w temperaturze 0°C największy spadek zawartości antocyjanów, w porównaniu z zawartością przed pasteryzacją, następuje w próbach z dodatkiem chlorku żelazowego /43,64%/, a najmniejszy w próbach z dodatkiem wody /34,43%/. W czasie przechowywania prób w temperaturze 20°C przez okres 4 miesięcy największy spadek zawartości antocyjanów w porównaniu z zawartością przed pasteryzacją stwierdzono w próbach z dodatkiem wody /73,94%/, a najmniejszy w doświadczeniu z dodatkiem bentonitu /61,56%/.

Porównując tendencje spadku zawartości antocyjanów w doświadczeniach wykonanych w 1978 i 1979 roku, stwierdzono, że były one zbliżone w czasie pasteryzacji i przechowywania w temperaturze 20°C. Natomiast w czasie przechowywania w temperaturze 0°C w próbach z dodatkiem chlorku żelazowego wystąpiły znaczne różnice degradacji antocyjanów. Większy stopień degradacji antocyjanów wystąpił w próbach z doświadczeń wykonanych w 1979 roku.

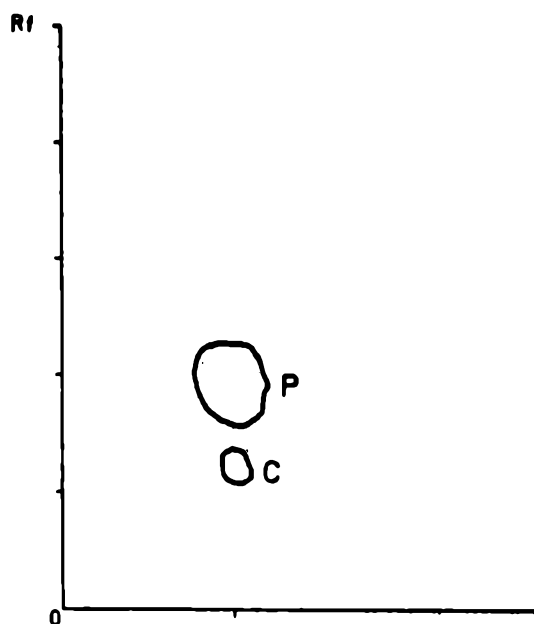
3.6.1.2. Ilościowe zmiany glukozydów pelargonidyny i cyjanidyny

Analiza jakościowa antocyjanów wykazała, że próby soku truskawkowego zawierają dwa antocyjany: 3-glukozyd pelargo-

nidyny i 3-glukozyd cyjanidyny /rysunek 10/.

Zawartość 3-glukozydu pelargonidyny i 3-glukozydu cyjanidyny w próbach soku przed pasteryzacją, po pasteryzacji oraz po 2 i 4 miesiącach przechowywania w temperaturze 0°C i 20°C podano w tabeli 7/Z.

Ilościowe proporcje między 3-glukozydem cyjanidyny a 3-glukozydem pelargonidyny w próbach z dodatkiem wody i bentonitu przed pasteryzacją kształtują się jak 1 6,7 oraz 1 6,8 w próbach z dodatkiem chlorku żelazowego. Jak wynika z proporcji dominującym antocyjanem jest 3-glukozyd pelargonidyny.



Rys. 10. Chromatogram bibułowy antocyjanów,

P - 3-glukozyd pelargonidyny,

C - 3-glukozyd cyjanidyny.

W czasie pasteryzacji i przechowywania prób soku truskawkowego następuje spadek zawartości obu antocyjanów. W czasie pasteryzacji prób zanotowano większy spadek zawartości 3-glukozydu cyjanidyny niż 3-glukozydu pelargonidyny. Większe różnice w zachowalności 3-glukozydu cyjanidyny w porównaniu z zachowalnością 3-glukozydu pelargonidyny stwierdzono w próbach z dodatkiem wody i bentonitu /ok. 1%/ niż w próbach z dodatkiem chlorku żelazowego /0,39%/ /tabela 11/.

W czasie przechowywania prób z dodatkiem wody w temperaturze 0°C degradacja 3-glukozydu cyjanidyny jest większa niż 3-glukozydu pelargonidyny w porównaniu z analogicznymi oznaczeniami wykonanymi przed pasteryzacją. W pozostałych próbach wystąpiło zjawisko odwrotne, tj. degradacja 3-glukozydu pelargonidyny była większa niż 3-glukozydu cyjanidyny.

W próbach przechowywanych w temperaturze 20°C stwierdzono większy stopień degradacji 3-glukozydu pelargonidyny niż 3-glukozydu cyjanidyny we wszystkich próbach.

Zmiany ilościowe i procentowe poszczególnych antocyjanów w próbach soku truskawkowego po pasteryzacji oraz po 2 i 4 miesiącach przechowywania przedstawiono w tabeli 11.

3.6.2. Ilościowe zmiany zawartości kwercetyny, kempferolu, katechiny i leukoantocyjanów

Przeprowadzona analiza chromatograficzna związków polifenolowych na bibule wykazała dziesięć różnych polifenoli /rysunek 11/. Zidentyfikowano je jako 3-glukozyd kwercetyny, 3-glukozyd kempferolu i katechinę. Cztery plamy zidentyfikowano jako leukoantocyjany. Trzy plamy pozostały jako związki nie-

Tabela 11

Zmiany ilościowe i procentowe antocyjanów w próbach soku po pasteryzacji oraz po 2 i 4 miesiącach przechowywania w stosunku do zawartości antocyjanów w próbach przed pasteryzacją - doświadczenia wykonane w 1979 roku

Próby z dodatkami	Antocyjany	Zmiany zawartości w mg/100 cm ³ próby										
		Zawartość w próbce przed pasteryzacją	Po pasteryzacji		0°C				20°C			
			Spadek ilość.	%	2 m-ce		4 m-ce		2 m-ce		4 m-ce	
					Spadek ilość.	%	Spadek ilość.	%	Spadek ilość.	%	Spadek ilość.	%
wody	3-glukozyd pelargonidyny	20,48	3,91	19,09	5,64	27,54	6,98	34,08	12,89	62,94	14,75	72,02
	3-glukozyd cyjanidyny	3,04	0,61	20,06	0,88	28,85	1,04	34,21	1,88	61,84	2,15	70,72
bentonitu	3-glukozyd pelargonidyny	20,56	3,67	17,85	6,13	29,81	7,42	36,09	7,65	37,21	12,63	61,43
	3-glukozyd cyjanidyny	3,06	0,58	18,95	0,87	28,43	1,08	35,29	1,10	35,95	1,84	60,13
chlorku żelazowego	3-glukozyd pelargonidyny	20,57	4,21	20,47	5,56	27,03	6,87	34,40	9,52	46,28	13,56	65,77
	3-glukozyd cyjanidyny	3,02	0,63	20,86	0,78	25,83	0,98	32,45	1,37	45,36	1,94	64,24

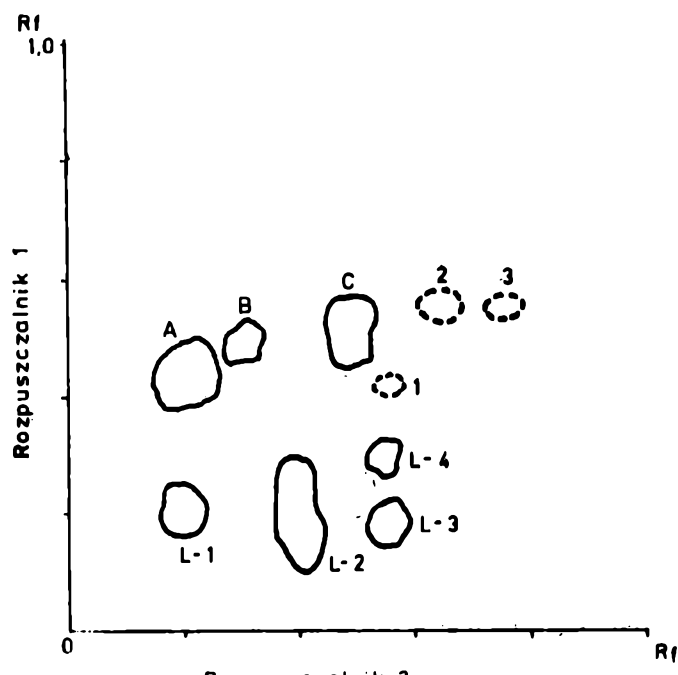
zidentyfikowane.

Chromatograficzny rozdział leukocyjanów na bibule, przeprowadzona hydroliza w eluatach z chromatogramów i ponowna chromatografia aglukonów wykazała, że wszystkie leukoantocyjany zawierają jeden aglukon - ocyjanidynę.

Zawartość aglukonów kwercetyny, kempferolu, katechiny, leukoantocyjanów w próbach przed pasteryzacją, po pasteryzacji i w czasie przechowywania przedstawiono w tabeli 7/Z.

Zmiany ilościowe i procentowe zawartości tych polifenoli zachodzące podczas pasteryzacji i przechowywania w stosunku do zawartości tychże polifenoli w próbach przed pasteryzacją przedstawiono w tabeli 12.

W czasie pasteryzacji i przechowywania prób następuje spadek zawartości omawianych polifenoli. Większy spadek zawartości tych związków zaobserwowano w próbach przechowywanych w temperaturze 20°C niż w próbach przechowywanych w temperaturze 0°C.



Rys. 11. Chromatogram dwukierunkowy na bibule Whatman 1 w układzie rozpuszczalników: 1/ n-butanol-kwas octowy-woda /6:1:2/, 2/ 2% kwas octowy. A-3-glukozyd kwercetyny, B-3-glukozyd kempferolu, C-katechyna, L-1, L-2, L-3, L-4-leukoantocyjany. 1 2 3-azulobin-azulobin...

Tabela 12.

Zmiany ilościowe i procentowe kwercetyny, kempferolu, katechiny i leukoantocyjanów w próbach soku truskawkowego w stosunku do zawartości tych związków w próbce przed pasteryzacją - doświadczenia wykonane w 1979 roku

Próby z dodatkami	Polifenole	Zawartość w próbce przed paster.	Zmiany zawartości w mg/100 cm ³ próby									
			Po pasteryzacji		0°C				20°C			
			Spadek ilość.	%	2 m-ce		4 m-ce		2 m-ce		4 m-ce	
					Spadek ilość.	%	Spadek ilość.	%	Spadek ilość.	%	Spadek ilość.	%
wody	Kwercetyna	2,56	0,16	6,25	0,16	0,25	0,43	16,18	0,42	16,41	0,56	21,87
	Kempferol	0,73	0,20	27,40	0,46	63,01	0,73	100,00	0,73	100,00	0,73	100,00
	Katechina	2,67	0,17	6,37	0,27	10,11	0,34	12,73	0,37	13,86	0,67	25,09
	Leukoantocyjany	1,27	0,34	26,77	0,60	47,24	0,67	52,75	0,74	58,27	0,87	68,50
bento- nitu	Kwercetyna	2,67	0,21	6,86	0,21	7,86	0,54	20,22	0,50	18,73	0,81	30,34
	Kempferol	0,67	0,14	20,89	0,40	59,70	0,67	100,00	0,54	80,60	0,67	100,00
	Katechina	2,50	0,18	7,20	0,18	7,20	0,33	13,20	0,33	13,20	0,33	13,20
	Leukoantocyjany	1,20	0,27	22,50	0,47	39,17	0,60	50,00	0,60	50,00	0,80	66,67
chlorku żelazowego	Kwercetyna	2,60	0,14	5,38	0,47	18,08	0,57	21,92	0,60	23,08	0,74	28,46
	Kempferol	0,80	0,27	33,75	0,53	66,25	0,80	100,00	0,80	100,00	0,80	100,00
	Katechina	2,50	0,33	13,20	0,50	20,00	0,50	20,00	0,50	20,00	0,67	26,80
	Leukoantocyjany	1,20	0,33	27,50	0,54	45,00	0,60	50,00	0,74	61,67	0,87	72,50

Kweroetyna. Zawartość kweroetyny w próbach przed pasteryzacją wahała się od 2,56 do 2,67 mg/100 cm³ próby. Największy procentowy spadek zawartości kweroetyny w czasie pasteryzacji stwierdzono w próbach z dodatkiem bentonitu /7,86%/, a najmniejszy w próbach z dodatkiem chlorku żelazowego /5,38%/.

Po 4 miesiącach przechowywania w temperaturze 0°C największy procentowy spadek w stosunku do zawartości przed pasteryzacją stwierdzono w próbach z dodatkiem chlorku żelazowego /21,92%/, a najmniejszy w próbach z dodatkiem wody /16,8%/.

W czasie przechowywania w temperaturze 20°C stwierdzono największy spadek zawartości kweroetyny w próbach z dodatkiem bentonitu /30,34%/, a najmniejszy w próbach z dodatkiem wody /21,87%/ /tabela 12/.

Kempferol. Zawartość kempferolu w próbach przed pasteryzacją wahała się w granicach od 0,67 do 0,80 mg/100 cm³ próby. Największy spadek zawartości w czasie pasteryzacji zanotowano w próbach z dodatkiem chlorku żelazowego /33,75%/, a najmniejszy w próbach z dodatkiem bentonitu /20,89%/.

Po 2 miesiącach przechowywania w temperaturze 0°C tendencja spadkowa jaka wystąpiła w czasie pasteryzacji prób została zachowana. Po 4 miesiącach przechowywania nie stwierdzono kempferolu w badanych próbach. Sto procentowy spadek zawartości kempferolu w próbach przechowywanych w temperaturze 20°C wystąpił już w drugim miesiącu przechowywania /tabela 12/. Kempferol okazał się najmniej trwałym, spośród badanych, związków polifenolowych.

Katechina. Zawartość katechiny w próbach przed pasteryzacją wahała się w granicach od 2,50 do 2,67 mg/100 cm³ próby.

Największy spadek zawartości katechiny stwierdzono w czasie pasteryzacji w próbach z dodatkiem chlorku żelazowego /13,2%/ , a najmniejszy w próbach z dodatkiem wody /6,37%/.

W czasie przechowywania prób, w 4 miesiącu przechowywania, największy spadek zawartości katechiny stwierdzono w próbach z dodatkiem chlorku żelazowego, zarówno przechowywanych w temperaturze 0°C /20,0%/ , jak i przechowywanych w temperaturze 20°C /26,8%/ . Najmniejszy zaś spadek zawartości katechiny wystąpił po 4 miesiącach przechowywania w próbach z dodatkiem wody /12,73%/ , przechowywanych w temperaturze 0°C i w próbach z dodatkiem bentonitu /13,2%/ przy przechowywaniu w temperaturze 20°C /tabela 12/.

Leukoantocyjany. Zawartość leukoantocyjanów w próbach przed pasteryzacją wahała się w granicach od 1,20 do 1,27 mg/100 cm³ próby. W czasie pasteryzacji największy spadek zawartości cyjanidyny stwierdzono w próbach z dodatkiem chlorku żelazowego /27,5%/ , a najmniejszy w próbach z dodatkiem bentonitu /22,5%/.

Po 4 miesiącach przechowywania w temperaturze 0°C największy spadek zawartości cyjanidyny, w stosunku do zawartości przed pasteryzacją, stwierdzono w próbach z dodatkiem wody /52,75%/ oraz w próbach z chlorkiem żelazowym przechowywanych w temperaturze 20°C /72,5%/ /tabela 12/.

3.7. Zmiany barwy prób soku truskawkowego

3.7.1. Zmiany barwy wyrażone w układzie CIE

Barwę prób soku oznaczano w układzie quasimonochromatycznym CIE, wyznaczając trzy parametry: długość fali dominującej / λd /, czystość pobudzenia / p_e / i współczynnik przepuszczenia

/Y/ oraz w układzie trójkromatycznym, jako różnice barwy w próbach po pasteryzacji i w czasie przechowywania wyrażono w jednostkach NBS.

Średnie wyniki pomiaru barwy w próbach przed pasteryzacją, po pasteryzacji i w czasie przechowywania zestawiono w tabelach 10/Z i 11/Z.

D o ś w i a d c z e n i a w y k o n a n e w 1 9 7 8 r .

Długość fali dominującej. Średnia wartość długości fali dominującej w poszczególnych próbach przed pasteryzacją wahała się od 591,52 do 595,59 nm. Największą wartość długości fali dominującej zaobserwowano w próbach z dodatkiem chlorku żelazowego, a najmniejszą w próbach z dodatkiem bentonitu.

W czasie pasteryzacji zaobserwowano skrócenie długości fali dominującej w próbach z dodatkiem wody o 1,43 nm, co stanowi 0,24% i w próbach z dodatkiem bentonitu o 2,57 nm, co stanowi 0,43%. W próbach z dodatkiem chlorku żelazowego nastąpiło wydłużenie długości fali dominującej o 0,4 nm.

W czasie przechowywania prób zaobserwowano skrócenie długości fali dominującej we wszystkich próbach, przy czym większy spadek tego parametru wystąpił w próbach przechowywanych w temperaturze 20°C.

Po 4 miesiącach przechowywania w temperaturze 0°C największe skrócenie długości fali dominującej, w porównaniu z próbami przed pasteryzacją, stwierdzono w próbach z dodatkiem wody /o 5,14 nm/ i bentonitu /o 5,17 nm/. W próbach z dodatkiem chlorku żelazowego długość fali dominującej uległa skróceniu o 3,55 nm.

Tabela 13.

Średnie zmiany ilościowe i procentowe długości fali dominującej λ_d , czystości pobudzenia p_e i współczynnika przepuszczania Y w próbach soku w stosunku do wartości tych współczynników w próbach przed pasteryzacją - doświadczenia wykonane w 1978 roku.

Próby z dodatkami	Parametry barwy	Wartość parametrów w próbie przed paster.	Z m i a n y b a r w y									
			Po pasteryzacji		0°C				20°C			
			Zmiany ilość.	%	2 m-ce		4 m-ce		2 m-ce		4 m-ce	
					Zmiany ilość.	%	Zmiany ilość.	%	Zmiany ilość.	%	Zmiany ilość.	%
wody	λ_d	592,13	-1,43	0,24	-3,16	0,53	-5,14	0,87	-4,97	0,84	-7,07	1,19
	p_e	0,219	+0,082	37,44	+0,101	46,12	+0,160	73,06	+0,119	54,34	+0,200	91,32
	Y	0,781	-0,076	9,37	-0,111	14,21	-0,191	24,45	-0,158	20,23	-0,211	27,02
bento-nitu	λ_d	591,52	-2,57	0,43	-4,26	0,72	-5,17	0,87	-4,86	0,82	-6,14	1,04
	p_e	0,182	+0,008	4,44	-0,030	16,48	-0,037	20,33	+0,022	12,09	+0,083	45,60
	Y	0,720	+0,050	6,94	+0,153	21,25	+0,085	11,80	+0,050	6,94	-0,100	13,89
chlorku żelazowego	λ_d	595,59	+0,40	0,07	-0,58	0,10	-3,55	0,60	-1,07	0,18	-5,63	0,95
	p_e	0,301	-0,055	18,27	-0,075	24,92	-0,058	19,27	-0,047	15,61	-0,012	3,99
	Y	0,703	-0,018	2,56	-0,033	4,69	-0,105	14,94	-0,054	7,68	-0,165	23,47

W próbach przechowywanych przez okres 4 miesięcy w temperaturze 20°C, największe skrócenie długości fali dominującej stwierdzono w próbach z dodatkiem wody /o 7,07 nm/, a najmniejsze w próbach z dodatkiem chlorku żelazowego /o 5,63 nm/ /tabela 13/.

Czystość pobudzenia. W czasie pasteryzacji prób z dodatkiem wody stwierdzono wzrost czystości pobudzenia o 37,44%, natomiast w próbach z dodatkiem bentonitu wystąpił tylko nieznaczny wzrost /4,4%/. W próbach z dodatkiem chlorku żelazowego nastąpił spadek tego parametru o 18,27%.

W czasie przechowywania prób z dodatkiem wody zaobserwowano wzrost czystości pobudzenia w przeciwieństwie do pozostałych prób, gdzie nastąpił spadek wartości tego parametru w czasie przechowywania w temperaturze 0°C.

Wzrost wartości czystości pobudzenia po 4 miesiącach przechowywania w temperaturze 0°C prób z dodatkiem wody wyniósł 73,06%, a w próbach przechowywanych w temperaturze 20°C - 91,32%.

Spadek wartości czystości pobudzenia po 4 miesiącach przechowywania w temperaturze 0°C był większy w próbach z dodatkiem bentonitu /20,33%/ niż w próbach z dodatkiem chlorku żelazowego /19,27%/.

W próbach z dodatkiem bentonitu przechowywanych w temperaturze 20°C stwierdzono wzrost czystości pobudzenia. Po 4 miesiącach przechowywania wzrost ten, w porównaniu z próbą przed pasteryzacją, wynosił 45,6%.

Podobną tendencję stwierdzono w próbach z dodatkiem chlorku żelazowego, chociaż wartość czystości pobudzenia po 4 miesiącach przechowywania nie była wyższa od wartości tego parametru

w próbie przed pasteryzacją /spadek o 3,99%/ /tabela 13/.

Współczynnik przepuszczania. Wartość współczynnika przepuszczania w próbach z dodatkiem wody i chlorku żelazowego ulega zmniejszeniu w czasie pasteryzacji i przechowywania, natomiast w próbach z dodatkiem bentonitu wartość tego parametru wzrasta w czasie pasteryzacji i przechowywania.

Spadek wartości współczynnika przepuszczania w czasie pasteryzacji prób z dodatkiem wody /9,37%/ był większy niż w próbach z dodatkiem chlorku żelazowego /2,56%/. Większy spadek tego parametru barwy zaobserwowano także w czasie przechowywania prób zarówno w temperaturze 0°C jak i 20°C.

Średnie zmiany ilościowe i procentowe długości fali dominującej, czystości pobudzenia i współczynnika przepuszczenia w porównaniu z wartościami tych parametrów w próbach przed pasteryzacją przedstawiono w tabeli 13.

Różnice barwy. Średnie różnice barw wyrażone w jednostkach NBS, między barwą prób soku przed pasteryzacją, a barwą prób soku po pasteryzacji i w czasie przechowywania zestawiono w tabeli 14.

Największe zmiany barwy w czasie pasteryzacji stwierdzono w próbach z dodatkiem wody /6,311 NBS/, a najmniejsze w próbach z dodatkiem chlorku żelazowego /4,979 NBS/.

W czasie przechowywania prób największe tempo zmian barwy wyrażone jako różnica barw między barwą prób po pasteryzacji, a barwą prób po 4 miesiącach przechowywania wystąpiła w próbach z dodatkiem chlorku żelazowego.

Tabela 14.

Średnie wartości współczynników różnicy barw wyrażonych w jednostkach NBS między barwami prób soku przed pasteryzacją a barwami prób po pasteryzacji i w czasie przechowywania

Próby z dodatkiem	Rok badań	Różnice barw w jednostkach NBS				
		Po pasteryzacji	0°C		20°C	
			2 m-ce	4 m-ce	2 m-ce	4 m-ce
wody	1978	6,311	10,120	14,450	16,344	20,198
	1979	10,666	12,705	14,873	14,715	18,192
bentoni tu	1978	5,913	9,893	12,145	10,254	17,109
	1979	8,055	10,127	14,684	12,063	15,918
chlorku żelazowego	1978	4,979	10,910	11,819	11,820	16,222
	1979	4,572	6,030	8,674	8,221	14,143

D o ś w i a d o z e n i a w y k o n a n e w 1 9 7 9 r .

Długość fali dominującej. Średnia wartość długości fali dominującej w poszczególnych próbach przed pasteryzacją wykazała różne wartości. W próbach z dodatkiem wody długość fali dominującej wynosiła 590,49 nm. W próbach z dodatkiem bentonitu stwierdzono skrócenie długości fali dominującej w porównaniu z próbami z dodatkiem wody o 1,59 nm, co stanowi 0,27%. Analogicznie porównując wartości długości fali dominującej w próbach z dodatkiem chlorku żelazowego stwierdzono wydłużenie długości fali dominującej o 4,8 nm, co stanowi 0,81%. Podobne zjawisko wystąpiło w próbach z 1978 roku.

W próbach z dodatkiem wody i bentonitu w czasie pasteryzacji zanotowano skrócenie długości fali dominującej o 1,94 nm w próbach z dodatkiem wody i 2,35 nm w próbach z dodatkiem bentonitu. Natomiast w próbach z dodatkiem chlorku żelazowego po pasteryzacji stwierdzono wzrost długości fali dominującej w porównaniu z próbą przed pasteryzacją o 1,27 nm, co stanowi 0,21%.

W czasie przechowywania prób następuje skrócenie długości fali dominującej we wszystkich próbach. Największy spadek długości fali dominującej wystąpił w próbach z dodatkiem wody, przechowywanych w temperaturze 0°C - 5,0 nm /0,85%/. W próbach z dodatkiem bentonitu i chlorku żelazowego spadek był zbliżony do siebie i wynosił odpowiednio 4,11 nm /0,70%/ i 4,08 nm /0,68%/.

W czasie przechowywania prób w temperaturze 20°C zanotowano większy spadek długości fali dominującej w porównaniu z analogicznymi próbami przechowywanymi w temperaturze 0°C. W próbach

Tabela 15.

Średnie zmiany ilościowe i procentowe długości fali dominującej λ_d , czystości pobudzenia p_e i współczynnika przepuszczania Y w próbach soku truskawkowego w stosunku do wartości tych parametrów w próbce przed pasteryzacją
- doświadczenia wykonane w 1979 roku

Próby z dodatkami	Parametr barwy	Wartość parametru w próbce przed paster.	Z m i a n y b a r w y									
			Po pasteryzacji		0°C				20°C			
					2 m-ce		4 m-ce		2 m-ce		4 m-ce	
			Zmiany ilość.	%	Zmiany ilość.	%	Zmiany ilość.	%	Zmiany ilość.	%	Zmiany ilość.	%
wody	λ_d	590,49	-1,94	0,33	-3,84	0,65	-5,00	0,85	-4,58	0,77	-5,68	0,96
	p_e	0,189	+0,104	55,03	+0,109	57,67	+0,155	82,01	+0,123	65,07	+0,200	105,82
	Y	0,843	-0,125	14,83	-0,137	16,25	-0,209	24,79	-0,214	25,38	-0,276	32,74
bentoni	λ_d	588,90	-2,35	0,40	-3,61	0,61	-4,11	0,70	-4,25	0,72	-6,39	1,08
	p_e	0,161	-0,035	21,74	-0,010	6,21	-0,019	11,80	-0,040	24,84	-0,052	32,30
	Y	0,655	+0,200	30,53	+0,225	34,35	+0,171	26,11	+0,143	21,83	+0,140	21,37
chlorku żelazowego	λ_d	595,29	+1,27	0,21	+0,61	0,10	-4,08	0,68	-1,17	0,20	-5,65	0,95
	p_e	0,290	-0,004	1,38	-0,005	1,72	-0,011	3,79	-0,105	36,21	-0,118	40,69
	Y	0,783	-0,074	9,45	-0,112	14,30	-0,189	24,14	-0,180	22,99	-0,213	27,20

z dodatkiem wody i chlorku żelazowego skrócenie długości fali dominującej po 4 miesiącach przechowywania było zbliżone do siebie i wynosiło odpowiednio 5,68 nm /0,96%/ i 5,56 nm /0,95%. Większe skrócenie długości fali dominującej zanotowano w próbach z dodatkiem bentonitu - 6,39 nm /1,08%/ /tabela 15/.

Czystość pobudzenia. Analiza wartości czystości pobudzenia w poszczególnych próbach uwidacznia odmienne tendencje zmian tego parametru barwy. W próbach z dodatkiem wody następuje wzrost tego parametru w czasie pasteryzacji i przechowywania prób. W próbach z dodatkiem bentonitu i chlorku żelazowego następuje obniżanie się wartości czystości pobudzenia w czasie pasteryzacji i przechowywania.

Porównując wartości czystości pobudzenia w próbach z dodatkiem bentonitu i chlorku żelazowego stwierdzono, że w czasie pasteryzacji znacznie zmniejsza się czystość pobudzenia w próbach z dodatkiem bentonitu /21,74%/, w porównaniu z niewielką zmianą tego parametru w próbach z dodatkiem chlorku żelazowego /1,38%/.

W czasie przechowywania prób z dodatkiem wody zaobserwowano wzrost tego parametru. Po 4 miesiącach przechowywania wzrost ten w porównaniu z próbą przed pasteryzacją wynosił 82,01% /próby przechowywane w temperaturze 0°C/ i 105,82% /próby przechowywane w temperaturze 20°C/. Odmianą tendencję zmian wykazuje wartość czystości pobudzenia w próbach z dodatkiem bentonitu, gdzie po pasteryzacji następuje spadek tego parametru o 21,74%, a po 4 miesiącach przechowywania stwierdzono wzrost wartości czystości pobudzenia w porównaniu

z próbami po pasteryzacji pomimo, że wartość czystości pobudzenia nie osiągnęła wartości jak w próbach przed pasteryzacją /spadek o 11,80%/. W próbach przechowywanych w temperaturze 20°C przez okres 4 miesięcy, zanotowano większy spadek czystości pobudzenia niż w analogicznych próbach przechowywanych w temperaturze 0°C. Taką samą tendencję zaobserwowano w czasie przechowywania prób z dodatkiem chlorku żelazowego, gdzie po 4 miesiącach przechowywania spadek wartości czystości pobudzenia w porównaniu z próbami przed pasteryzacją wynosił - 3,79% /próby przechowywane w temperaturze 0°C/ i 40,69% /próby przechowywane w temperaturze 20°C/ /tabela 15/.

Współczynnik przepuszczania. Wartość współczynnika przepuszczania w próbach z dodatkiem wody i chlorku żelazowego ulega zmniejszeniu w czasie pasteryzacji i przechowywania, a w próbach z dodatkiem bentonitu wartość tego współczynnika wzrasta w czasie pasteryzacji i przechowywania.

W czasie pasteryzacji spadek wartości współczynnika przepuszczania w próbach z dodatkiem wody /14,83%/ był większy niż w próbach z dodatkiem chlorku żelazowego /9,45%/

W czasie przechowywania przez okres 4 miesięcy w temperaturze 0°C procentowy spadek wartości tego wskaźnika dla prób z dodatkiem wody i chlorku żelazowego był zbliżony. W próbach przechowywanych w temperaturze 20°C, w 4 miesiącu przechowywania, zanotowano większy spadek tego parametru w próbach z dodatkiem wody /32,74%/ niż w próbach z dodatkiem chlorku żelazowego /27,2%/.

Średnie zmiany ilościowe i procentowe długości fali dominującej, czystości pobudzenia, współczynnika przepuszczania

w próbach po pasteryzacji i w czasie przechowywania w stosunku do wartości tych parametrów barwy przed pasteryzacją przedstawiono w tabeli 15.

Różnice barw. Średnie różnice barw, wyrażone w jednostkach NBS między barwą prób soku przed pasteryzacją /próby odniesienia/ a barwą prób soku po pasteryzacji i w czasie przechowywania zestawiono w tabeli 14.

Jak wynika z danych zamieszczonych w tabeli 14 w czasie pasteryzacji prób soku największe zmiany barwy stwierdzono w próbach z dodatkiem wody - 10,666 NBS, a najmniejsze w próbach z dodatkiem chlorku żelazowego - 4,572 NBS.

W czasie przechowywania prób w temperaturze 0°C największe tempo zmian barwy, wyrażone jako różnica barw między próbkami po pasteryzacji a próbkami po 4 miesiącach przechowywania, wystąpiło w próbach z dodatkiem bentonitu /6,629 NBS/, a najmniejsze tempo zmian barwy analizowane w analogicznym odniesieniu zaobserwowano w próbach z dodatkiem chlorku żelazowego - 4,102 NBS.

Różnice barw w próbach przechowywanych w temperaturze 20°C były większe niż w próbach przechowywanych w temperaturze 0°C.

Największe różnice barwy między próbkami soku po pasteryzacji a próbkami soku po 4 miesiącach przechowywania w temperaturze 20°C wystąpiły w próbach z dodatkiem chlorku żelazowego - 9,571 NBS, a najmniejsze w próbach z dodatkiem wody - 7,526 NBS.

Porównując tendencje zmian barwy wyrażone w jednostkach NBS w doświadczeniach wykonanych w 1978 i 1979 roku stwierdzono, że dynamika zmian barwy w czasie pasteryzacji prób z do-

datkiem wody i bentonitu była wyższa w 1979 roku. Niewielkie różnice wystąpiły natomiast w próbach z dodatkiem chlorku żelazowego.

3.7.2. Zmiany barwy wyrażone jako zmiany współczynników antocyjanowych i współczynników brązowienia

Zmiany barwy wyrażone jako zmiany współczynników: antocyjanowego tj. stosunku wartości absorpcji prób soku doprowadzonego do $pH = 1,0$ do wartości absorpcji prób doprowadzonych do $pH = 3,4$ oraz brązowienia, tj. stosunku wartości absorpcji prób soku doprowadzonego do $pH = 1,0$ do różnicy wartości absorpcji prób w $pH = 1,0$ i $3,4$.

Zmiany tych współczynników w próbach przed pasteryzacją, po pasteryzacji oraz w 2 i 4 miesiącu przechowywania zestawiono w tabelach 8/Z i 9/Z.

Doświadczenia wykonane w 1978 r.

Średnie zmiany ilościowe i procentowe współczynników antocyjanowych i współczynników brązowienia w próbach po pasteryzacji oraz po 2 i 4 miesiącach przechowywania w temperaturze $0^{\circ}C$ i $20^{\circ}C$ w stosunku do wartości tych współczynników przed pasteryzacją zestawiono w tabeli 16.

Współczynniki antocyjanowe. W czasie pasteryzacji i przechowywania prób soku współczynniki antocyjanowe wykazały tendencję spadkową. Największy spadek zanotowano w czasie pasteryzacji prób z dodatkiem chlorku żelazowego /13,06%/, a najmniejszy w próbach z dodatkiem bentonitu /7,96%/.

Największy spadek wartości tego współczynnika w czasie przechowywania zanotowano w próbach z dodatkiem wody, a naj-

Tabela 16.

Średnie zmiany ilościowe i procentowe współczynników antocyjanowych /WA/ i współczynników brązowienia /WB/ w stosunku do wartości tych współczynników w próbach przed pasteryzacją.

Proby z dodatkiem	Współczynniki	Rok badań	Wartość współcz. w próbach przed paster.	Zmiany współczynników									
				Po pasteryzacji		0°C				20°C			
						2 m-ce		4 m-ce		2 m-ce		4 m-ce	
				Zmiany ilość.	%	Zmiany ilość.	%	Zmiany ilość.	%	Zmiany ilość.	%	Zmiany ilość.	%
wody	WA	1978	3,821	-0,461	12,06	-1,442	37,74	-2,102	55,01	-1,917	50,17	-2,333	61,06
		1979	4,174	-0,215	5,15	-0,963	23,07	-1,613	38,74	-1,064	25,49	-1,917	45,93
	WB	1978	1,354	+0,119	8,79	+0,548	40,47	+1,257	92,84	+0,759	56,06	+1,768	130,58
		1979	1,323	+0,112	8,46	+0,653	49,36	+1,265	95,62	+0,886	66,97	+1,690	127,74
warto- ni tu	WA	1978	3,329	-0,265	7,96	-1,105	33,19	-1,439	43,23	-1,309	39,32	-1,705	52,22
		1979	3,789	-0,331	8,73	-0,809	21,35	-1,200	31,67	-1,022	26,97	-1,401	36,97
	WB	1978	1,416	+0,077	5,44	+0,174	12,29	+0,583	21,17	+0,302	21,33	+1,011	71,40
		1979	1,437	+0,050	3,48	+0,110	7,65	+0,193	14,33	+0,554	38,55	+0,625	43,49
żelazowego	WA	1978	3,998	-0,522	13,06	-1,508	37,72	-2,086	52,18	-1,785	44,65	-2,165	54,15
		1979	4,447	-0,518	11,65	-1,237	27,82	-1,938	43,58	-1,363	30,65	-2,109	47,42
	WB	1978	1,294	+0,034	2,63	+0,507	39,18	+0,829	64,06	+0,645	49,84	+1,078	83,31
		1979	1,291	+0,139	10,77	+0,514	88,91	+0,892	69,07	+0,661	51,20	+1,202	93,11

mniejszy w próbach z dodatkiem bentonitu.

Większy spadek współczynników antocyjanowych wystąpił w próbach przechowywanych w temperaturze 20°C niż w próbach przechowywanych w temperaturze 0°C /tabela 16/.

Współczynniki brązowienia. W czasie pasteryzacji i przechowywania prób zanotowano wzrost wartości tego współczynnika. W czasie pasteryzacji prób największy wzrost zanotowano w próbach z dodatkiem wody /8,79%/, a najmniejszy w próbach z dodatkiem chlorku żelazowego /2,63%/.

W czasie przechowywania prób największy wzrost współczynnika brązowienia wystąpił w próbach z dodatkiem wody, a najmniejszy w próbach z dodatkiem bentonitu. Stwierdzono większy wzrost wartości tego współczynnika w próbach przechowywanych w temperaturze 20°C niż w próbach przechowywanych w temperaturze 0°C /tabela 16/.

D o ś w i a d c z e n i a w y k o n a n e w 1 9 7 9 r .

Średnie zmiany ilościowe i procentowe współczynników antocyjanowych i współczynników brązowienia w próbach po pasteryzacji oraz po 2 i 4 miesiącach przechowywania w temperaturze 0°C i 20°C w stosunku do wartości tych współczynników w próbach przed pasteryzacją zestawiono w tabeli 16.

Współczynniki antocyjanowe. Współczynniki antocyjanowe w czasie pasteryzacji i przechowywania, podobnie jak w próbach z 1978 roku, wykazały tendencję spadkową. Największy spadek w czasie pasteryzacji stwierdzono w próbach z dodatkiem chlorku żelazowego /11,65%/, a najmniejszy w próbach z dodatkiem wody /5,15%/.

Mniejszą tendencję spadkową wykazał ten współczynnik w próbach przechowywanych w temperaturze 0°C niż w próbach przechowywanych w temperaturze 20°C, podobnie jak w próbach wykonanych w 1978 roku. Po 4 miesiącach przechowywania w temperaturze 0°C i 20°C największy spadek współczynnika antoocyjanowego zaobserwowano w próbach z dodatkiem chlorku żelazowego, a najmniejszy w próbach z dodatkiem bentonitu /tabela 16/.

Porównując zmiany współczynnika antoocyjanowego w doświadczeniach wykonanych w 1978 roku i 1979 roku stwierdzono znaczne różnice zmian tego współczynnika w czasie pasteryzacji i przechowywania w próbach z dodatkiem wody. W próbach wykonanych w 1979 roku spadek współczynnika antoocyjanowego był mniejszy niż w próbach wykonanych w 1978 roku.

W próbach z dodatkiem bentonitu w doświadczeniach wykonanych w 1979 roku w czasie pasteryzacji wystąpił większy spadek niż w próbach z 1978 roku. W czasie przechowywania wystąpiło zjawisko odwrotne. Mniejszy spadek współczynnika antoocyjanowego zanotowano w próbach wykonanych w 1979 roku.

W próbach z dodatkiem chlorku żelazowego mniejszy spadek współczynnika antoocyjanowego w czasie pasteryzacji i przechowywania stwierdzono w doświadczeniach wykonanych w 1979 roku.

Współczynniki brązowienia. Zmiany tego współczynnika w czasie pasteryzacji i przechowywania prób, podobnie jak w doświadczeniach wykonanych w 1978 roku, wykazały tendencję wzrostową. W czasie pasteryzacji największy wzrost tego współczynnika zanotowano w próbach z dodatkiem chlorku żelazowego /10,47%/, a najmniejszy w doświadczeniach z dodatkiem bentonitu /3,48%/.

W czasie przechowywania prób w temperaturze 0°C i 20°C największy wzrost tego współczynnika stwierdzono w próbach z dodatkiem wody, a najmniejszy wzrost w próbach z dodatkiem bentonitu /tabela 16/.

Porównując tendencje zmian współczynnika brązowienia w doświadczeniach wykonanych w 1978 i 1979 roku stwierdzono, że były one takie same. W próbach z dodatkiem wody w czasie pasteryzacji i przechowywania wystąpiły niewielkie różnice w wartości tego współczynnika w obu doświadczeniach.

W próbach z dodatkiem bentonitu w doświadczeniach wykonanych w 1979 roku nastąpił w czasie pasteryzacji i przechowywania mniejszy wzrost współczynnika brązowienia niż w próbach z 1978 roku, a w próbach z dodatkiem chlorku żelazowego wzrost tego współczynnika w doświadczeniach z 1979 roku był większy niż w doświadczeniach z 1978 roku.

3.7.3. Zmiany barwy w ujęciu sensorycznym

Średnie wyniki oceny sensorycznej barwy w skali pięciopunktowej zamieszczono w tabelach 10/Z i 11/Z.

Doświadczenia wykonane w 1978 r.

Średnia ocena sensoryczna barwy w próbach przed pasteryzacją zawierała się w granicach: natężenie barwy od 4,4 do 5,0 punktów i rodzaj barwy od 4,2 do 4,9 punktów. Najwyższą ocenę uzyskały próby z dodatkiem chlorku żelazowego, a najniższą próby z dodatkiem wody /tabela 17/.

Próby z dodatkiem wody i bentonitu, ocenione po pasteryzacji uzyskały niższą ocenę od analogicznych prób przed pasteryzacją. Próby z dodatkiem chlorku żelazowego uzyskały

Tabela 17.

Średnie zmiany ilościowe i procentowe sensorycznej oceny barwy w skali pięciopunktowej w stosunku do oceny prób przed pasteryzacją

Próby z dodatkami	Barwa	Rok badań	Średnia ocena prób przed paster.	Zmiany sensorycznej oceny barwy									
				Po pasteryzacji		0°C				20°C			
						2 m-ce		4 m-ce		2 m-ce		4 m-ce	
				Zmiany ilość.	%	Zmiany ilość.	%	Zmiany ilość.	%	Zmiany ilość.	%	Zmiany ilość.	%
wody	Natężenie	1978	4,4	-0,2	4,54	-0,4	9,09	-0,7	15,91	-0,5	11,36	-1,3	29,54
		1979	4,5	-0,2	4,44	-0,5	11,11	-0,7	15,55	-0,6	13,33	-1,5	33,33
	Rodzaj	1978	4,2	-0,2	4,76	-0,3	7,14	-0,5	11,90	-0,4	9,52	-0,9	21,43
		1979	4,0	-0,4	10,00	-0,6	15,00	-0,7	17,50	-1,0	25,00	-1,1	27,50
benzoin- tu	Natężenie	1978	4,6	-0,4	8,59	-0,5	10,87	-1,0	21,74	-0,9	19,56	-1,6	34,78
		1979	4,7	-0,4	8,51	-0,6	12,76	-1,3	27,66	-1,1	23,40	-1,8	38,30
	Rodzaj	1978	4,7	-0,5	10,64	-0,8	17,02	-1,0	21,28	-1,2	25,53	-1,3	27,66
		1979	4,7	-0,3	6,38	-0,7	14,89	-1,3	27,66	-1,4	29,79	-1,9	40,42
chlorku żelazowego	Natężenie	1978	5,0	0	0	-0,4	8,00	-0,8	16,00	-0,5	10,00	-1,1	22,00
		1979	4,9	+0,1	2,04	-0,2	4,08	-0,9	18,37	-0,4	8,16	-1,1	22,45
	Rodzaj	1978	4,9	0	0	-0,3	6,12	-0,9	18,37	-0,6	12,24	-1,0	20,41
		1979	4,8	+0,2	4,17	-0,2	4,17	-0,8	16,67	-0,3	6,25	-1,1	22,92

taką samą ocenę jak próby przed pasteryzacją.

Po 4 miesiącach przechowywania w temperaturze 0°C i 20°C najniższą ocenę otrzymały próby z dodatkiem bentonitu, a najwyższą próby z dodatkiem chlorku żelazowego. Niższą ocenę uzyskały próby przechowywane w temperaturze 20°C niż przechowywane w temperaturze 0°C.

Średnie zmiany ilościowe i procentowe sensorycznej oceny barwy w skali pięciopunktowej w stosunku do oceny przed pasteryzacją przedstawiono w tabeli 17.

D o ś w i a d o z e n i a w y k o n a n e w 1 9 7 9 r.

Średnia ocena wizualna barwy w próbach przed pasteryzacją zawierała się w granicach od 4,5 do 4,9 punktów dla natężenia barwy i od 4,0 do 4,8 punktów dla rodzaju barwy. Najniższą ocenę uzyskały, podobnie jak w doświadczeniach z 1978 roku, próby z dodatkiem wody, a najwyższą próby z dodatkiem chlorku żelazowego.

Próby z dodatkiem wody i bentonitu, oceniane po pasteryzacji uzyskały niższą ocenę, podobnie jak próby z 1978 roku, od analogicznych prób przed pasteryzacją. Próby z dodatkiem chlorku żelazowego po pasteryzacji uzyskały wyższą ocenę od prób przed pasteryzacją, osiągając wartości maksymalne /5,0 punktów/.

Po 4 miesiącach przechowywania w temperaturze 0°C najwyższą ocenę uzyskały próby z dodatkiem chlorku żelazowego, chociaż zmiany ilościowe i procentowe wykazały wyższą dynamikę od prób z dodatkiem wody. Najniższą ocenę otrzymały próby z dodatkiem bentonitu.

Po 4 miesiącach przechowywania w temperaturze 20°C wizualne oceny barwy we wszystkich próbach były niższe; podobnie jak w doświadczeniach z 1978 roku, od analogicznych prób przechowywanych w temperaturze 0°C.

Średnie zmiany ilościowe i procentowe sensorycznej oceny barwy w skali pięciopunktowej w stosunku do oceny prób przed pasteryzacją przedstawiono w tabeli 17.

3.8. Statystyczna ocena wyników

Doświadczenia wykonane w 1979 roku analizowano statystycznie nie określając odchylenie standardowe \bar{s} i współczynniki zmienności \bar{w} . Analiza ta dotyczyła takich oznaczeń jak: ekstrakt refraktometryczny, cukry redukujące przed hydrolizą, cukry ogółem, kwasowość ogólna, kwasowość lotna, pH, zawartość witaminy C, zawartość pektyn, zawartość azotu ogólnego, zawartość antocyjanów, a także współczynników antocyjanowych, współczynników brązowienia i parametrów barwy w systemie CIE. Oznaczenia w/w składników wykonano w 12 powtórzeniach.

Odchylenie standardowe średniej i współczynniki zmienności średniej zestawiono razem z wartościami średnimi oznaczeń w tabelach zamieszczonych w załączniku do pracy /tabela 2/Z, 3/Z, 4/Z, 9/Z, 11/Z/.

3.8.1. Wybór składników wpływających "najistotniej" na barwę soków truskawkowych

Wyboru składników wpływających najistotniej na parametry barwy w układzie CIE /długość fali dominującej, czystość po-

budzenia, współczynnik przepuszczenia i różnice barwy wyrażone w jednostkach NBS/ wykonano metodą korelacji wielokrotnej, stosując test pojemności integralnych Hellwiga [51]. Spośród składników jakościowych soku do testowania wzięto zawartość ekstraktu refraktometrycznego, pH, zawartość cukrów redukujących, cukrów ogółem, kwasowości ogólnej, kwasowości lotnej, zawartość witaminy C, pektyn, antocyjanów i ekstraktu bezocukrowego oraz wartość rH w próbach soku przed pasteryzacją, po pasteryzacji oraz w czasie przechowywania. Testowanie wykonano na elektronicznej maszynie cyfrowej Odra 1204. W wyniku testowania ustalono cztery parametry spośród badanych wpływających w sposób "najistotniejszy" na parametry barwy. Są nimi: zawartość cukrów redukujących, zawartość witaminy C, zawartość antocyjanów i wartość potencjału oksydoredukacyjnego wyrażonego jako rH.

Współczynniki korelacji wielokrotnej pomiędzy parametrami barwy a w/w składnikami prób soku przedstawiono w tabeli 18.

Badano również, czy współczynniki korelacji wielokrotnej w próbie /12 oznaczeń/ można uznać za istotne w populacji przyjmując poziom istotności testu $\alpha = 0,05$. Wartość krytyczna współczynnika korelacji wielokrotnej odczytana z tablic statystycznych [157] wynosi 0,777, co pozwala stwierdzić, że współczynniki korelacji w badanej próbie można uznać za istotne w populacji [157].

3.8.2. Wybór najodpowiedniejszego parametru określającego zmiany barwy

Do oceny barwy zastosowano: długość fali dominującej / λ_d /,

Tabela 18.

Współczynniki korelacji wielokrotnej pomiędzy parametrami barwy w układzie CIE / λ_d, P_e, Y NBS/ a zawartością cukrów redukujących, witaminy C, antocyjanów i wartościami rH.

Próby z dodatkami	Parametry barwy	Współczynniki korelacji w próbach			
		Przed pasteryzacją	Po pasteryzacji	Po 4 m-cach przechowyw. w temp. 0°C	Po 4 m-cach przechowyw. w temp. 20°C
wody	λ_d	0,372	0,408	0,402	0,412
	P_e	0,737	0,737	0,724	0,771
	Y	0,362	0,389	0,397	0,390
	NBS	0,594	0,582	0,603	0,602
bentonitu	λ_d	0,457	0,476	0,466	0,458
	P_e	0,524	0,531	0,522	0,521
	Y	0,591	0,522	0,530	0,524
	NBS	0,613	0,593	0,588	0,591
chloroku żelazowego	λ_d	0,513	0,570	0,629	0,630
	P_e	0,375	0,388	0,318	0,382
	Y	0,486	0,396	0,346	0,338
	NBS	0,395	0,322	0,350	0,353

współczynnik przepuszczenia $/p_g/$, czystość pobudzenia $/Y/$, współczynnik różnicy barwy wyrażony w jednostkach NBS oraz współczynnik antocyjanowy $/WA/$, współczynnik brązowienia $/WB/$ i sensoryczną ocenę barwy.

W celu dokonania wyboru parametru, który określałby w sposób najodpowiedniejszy barwę prób soku, posłużono się współczynnikami korelacji między parametrami barwy a zawartością antocyjanów, będącymi najistotniejszymi związkami barwnymi w soku truskawkowym. Współczynniki korelacji obliczono wg eksperymentu dwuczynnikowego.

Współczynniki korelacji między współczynnikami określającymi barwę i zawartością antocyjanów podano w tabeli 19.

Jak wynika z danych zawartych w tabeli 19 najwyższą skorelowanymi wskaźnikami barwy z zawartością antocyjanów są współczynniki: antocyjanowy i brązowienia $/r = \pm 0,94/$. Stopień wzajemnego skorelowania wartości obu tych współczynników jest wysoki $/r = -0,99/$, czyli można stwierdzić, że współczynniki te w dużym stopniu odzwierciedlają zmiany w zawartości antocyjanów.

Wartość długości fali dominującej, czystości pobudzenia i współczynnika przepuszczenia wykazały niski stopień wzajemnego skorelowania $/tabela 19/$. Niski stopień korelacji był również tych parametrów barwy z sensoryczną oceną barwy. Najwyższy stopień skorelowania sensorycznej oceny barwy z parametrami barwy w układzie CIE wykazał współczynnik różnicy barw wyrażony w jednostkach NBS $/r = -0,82/$, czyli najbardziej odzwierciedla on barwę w ujęciu sensorycznym ze wszystkich parametrów barwy w układzie CIE.

Tabela 19.

Współczynniki korelacji między parametrami określającymi barwę oraz zawartością antocyjanów w soku truskawkowym

	A							
Antocyjany ogółem /A/	1,000							
	λ_d							
Długość fali domin./ λ_d /	0,248	1,000						
	p_e							
Czystość pobudz. / p_e /	-0,296	-0,09	1,000					
	Y							
Współcz.przepuszc./Y/	0,336	0,23	-0,13	1,000				
	WA							
Współcz.antocyjan./WA/	0,94	0,27	-0,28	0,20	1,000			
	WB							
Wsp.brązowienia /WB/	-0,94	-0,28	0,21	-0,36	-0,99	1,000		
	NBS							
NBS	-0,56	-0,39	0,05	-0,40	-0,62	0,63	1,000	SOB
	SOB							
Sensor.ocena barwy/SOB/	0,53	0,47	-0,07	0,19	0,42	-0,39	-0,82	1,000

4. DYSKUSJA WYNIKÓW

Przetwory owocowe, w tym również i soki truskawkowe z fizykochemicznego punktu widzenia stanowią układy złożone. Pod względem składu chemicznego nie różnią się one zasadniczo od owoców [83,90,106], ale różnią się od nich nowo powstałymi układami związków chemicznych na skutek zniszczenia struktury tkankowej i komórkowej oraz dodatku różnych substancji /sacharoza, kwasy organiczne, modyfikatory barwy/. Nowo powstałe, wieloskładnikowe układy występują w bliżej nie określonej równowadze dynamicznej będącej w określonej zależności między innymi od takich czynników jak: substancje biologicznie czynne /enzymy/, tlen, temperatura oraz czas ich działania.

Znajduje to swoje odzwierciedlenie w przeprowadzonych badaniach nad zmianami w składzie niektórych składników soku i zmianami barwy w sokach truskawkowych bez dodatku jak i z dodatkiem modyfikatorów barwy /bentonitu i chlorku żelazowego/, a następnie pasteryzowanych i przechowywanych w dwóch różnych temperaturach /0°C i 20°C/ przez okres 4 miesięcy.

Dla uchwycenia zmian w składzie chemicznym wykonano badania ekstraktu, kwasowości ogólnej, kwasowości lotnej, pH, cukrów redukujących, cukrów ogółem, zawartości witaminy C oraz azotu ogólnego, pektyn i suchej masy, a także dokonano pomiaru barwy w układzie CIE, wyznaczono współczynniki antocyjanowe i brązowienia oraz wykonano sensoryczną ocenę barwy prób soku.

Badania w/w składników i barwy przeprowadzono w soku

wyciśniętym z truskawek odmiany Senga Sengana, wyhodowanych w 1978 i 1979 roku. W doświadczeniach wykonanych w 1979 roku badano ponadto skład ilościowy cukrów i związków polifenolowych /antocyjany, kweroetyna, kempferol, katechina i leukoantocyjany/.

Brak doniesień literaturowych na temat kompleksowych zmian składu chemicznego, zachodzących w soku truskawkowym w czasie pasteryzacji i przechowywania nie pozwala na porównanie uzyskanych wyników badań z badaniami innych autorów, dlatego też ograniczono się do porównania stwierdzonych zmian składu z wycinkowymi badaniami z tego zakresu /wielokrotnie przeprowadzonymi w układach modelowych/ innych badaczy.

4.1. Tendencje zmian niektórych składników soku

Przeprowadzone badania w dwóch kolejnych latach wskazują na istnienie różnic w barwie i w zawartości poszczególnych składników soków /tabele 1/Z i 2/Z/. Na różnice w zawartości poszczególnych składników soków w doświadczeniach z 1978 i 1979 roku mogły wpływ mieć warunki atmosferyczne /ilość opadów, temperatura/ oraz warunki agrotechniczne /nawożenie/ podczas wegetacji truskawek, a nawet okres zbioru owoców /różny stopień dojrzałości/.

W czasie przechowywania prób soku stwierdzono spadek zawartości składników z wyjątkiem ekstraktu bezcukrowego /wzrost zawartości/ i azotu ogólnego /zawartość azotu ogólnego pozostała bez zmian/. Większy spadek zawartości badanych składników zanotowano w czasie przechowywania prób w temperaturze

20°C niż w próbach przechowywanych w temperaturze 0°C
/tabela 1/Z - 11/Z/.

Analizując natomiast zmiany jakie zachodzą w zawartości poszczególnych składników podczas pasteryzacji i przechowywania prób soku truskawkowego stwierdzono, że największe zmiany następują w składzie cukrów, kwasowości, witaminy C i zawartości związków polifenolowych.

Cukry. Przeprowadzona analiza jakościowa i ilościowa cukrów wykazała, że skład soku truskawkowego wchodziły cukry: glukoza, fruktoza i sacharoza. Zawartość tych cukrów w próbach przed pasteryzacją wahała się w granicach: glukozy - od 0,766 do 0,770 g/100 cm³, fruktozy - od 0,648 do 0,652 g/100 cm³ a sacharozy wynosiła - 0,266 g/100 cm³. Wyliczony stosunek zawartości fruktozy do glukozy w próbach przed pasteryzacją wynosił jak 1 : 1,2. Wielu autorów [90,106] podaje, że analogiczny stosunek zawartości fruktozy do glukozy w truskawkach kształtuje się około 1 : 1.

W czasie pasteryzacji wystąpił wzrost zawartości glukozy i fruktozy, a zaznaczył się spadek zawartości sacharozy. Powodem wzrostu cukrów redukujących mogła być hydroliza sacharozy i glukozydów polifenolowych zachodząca w czasie pasteryzacji. W czasie przechowywania prób nastąpił spadek zawartości glukozy i fruktozy. Obróbka termiczna i wyższa temperatura przechowywania, zdaniem wielu autorów, wpływa na przyspieszenie degradacji cukrów z utworzeniem 5-hydroksymetylofurfuralu [12,119,142] i tworzenie się aminocukrów [24,35,58,70]. Wykonane jednak badania chromatograficzne na płytkach szklanych pokrytych celulozą, przy zastosowaniu układów rozpuszczalników:

1/ etanol - n-pentanol - octan etylu - woda /62:15:15:8/ i

2/ octan etylu - izopropanol - pirydyna - woda /50:22:14:14/

nie pozwoliły na wykazanie aminocukrów w badanych próbach

soku. Chromatogramy te bowiem wywoływano 0,2% etanolem

roztworem ninhydryny, a wywoływacz ten tworzy zabarwienie

na chromatogramie, gdy zawartość aminocukrów wynosi $0,5 \cdot 10^{-6}$ g

[131]. Wynika stąd wniosek, że w badanych próbach zawartość

aminocukrów, jeśli w ogóle wystąpiła, nie była większa niż

$0,5 \cdot 10^{-6}$ g.

Aminokwasy. W badanych próbach soku truskawkowego oznaczono 15 aminokwasów. Suma wolnych aminokwasów w próbach przed pasteryzacją wahała się od 70,074 do 89,096 mg/100 g suchej masy ekstraktu etanolowego /tabele 6 - 8/. Najniższą zawartość aminokwasów stwierdzono w próbach z dodatkiem chlorku żelazowego /tabela 8/. Największy spadek w tej próbie wystąpił w zawartości asparaginy w porównaniu z próbą z dodatkiem wody.

Dominującymi aminokwasami w badanych próbach są: treonina, seryna, glutamina, asparagina, alanina i fenyloalanina. Badania aminokwasów przeprowadzone przez Mosorińskiego [100] na miążdze truskawkowej wykazały również podobny skład aminokwasowy.

W czasie pasteryzacji i przechowywania następuje spadek zawartości aminokwasów. Większy spadek występuje w czasie przechowywania w temperaturze 20°C.

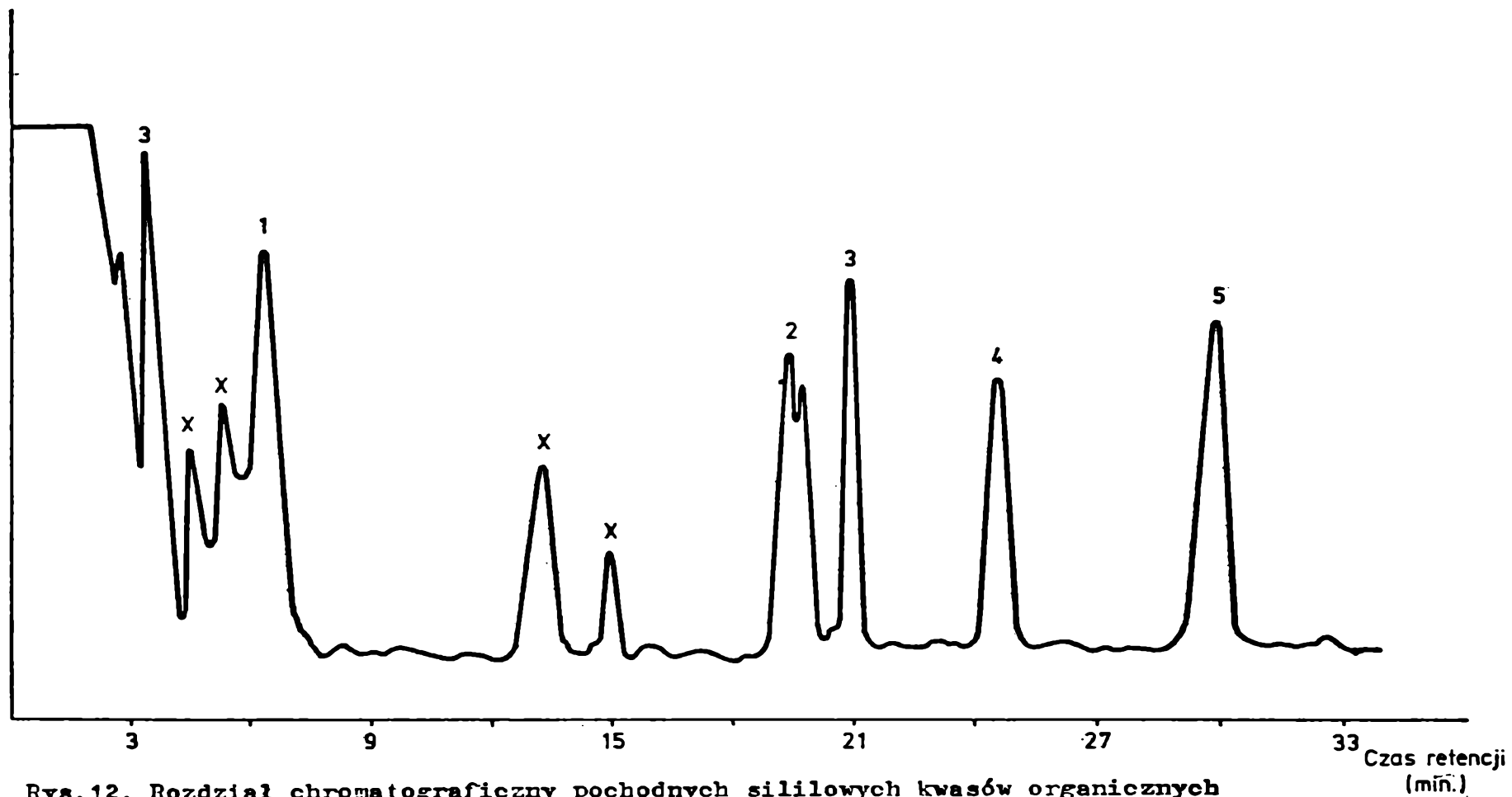
Kwasowość. Kwasowość ogólna, wyrażona jako kwas cytrynowy, wynosiła od 9,50 do 9,61 g/dm³ w doświadczeniach wykonanych w 1978 roku i od 11,38 do 11,53 g/dm³ w doświadczeniach wykonanych w 1979 roku. W czasie pasteryzacji i przechowywania

prób soku stwierdzono zmniejszenie się zawartości kwasowości ogólnej. Większe zmiany kwasowości ogólnej wystąpiły w czasie przechowywania soku w wyższej temperaturze, /20°C/. Zmniejszenie się kwasowości w produktach owocowych stwierdziło w swoich badaniach wielu badaczy [6,92,93].

Przeprowadzona w ramach pracy analiza jakościowa kwasów organicznych wykazała, że w skład soku truskawkowego wchodzi kwas: octowy, cytrynowy, jabłkowy i winowy /rys.12/. Porównując otrzymane wyniki z doniesieniami innych autorów [90,106,130] stwierdzono różnice w składzie kwasów organicznych, wchodzących w skład truskawek. Różnice te dotyczą obecności kwasu winowego. Souci i współpracownicy [130] stwierdzają, że w każdej odmianie truskawek występuje kwas winowy, natomiast Łączyński i Pieniążek [90], a także Pijanowski i wsp. [106] nie wykazują go w składzie truskawek.

Witamina C. Zawartość witaminy C wyrażona jako suma kwasu L-askorbinowego i dehydroaskorbinowego w próbach soku truskawkowego wykonanego z owoców ze zbiorów w 1978 roku wahała się w granicach od 38,0 do 39,1 mg% /tabela 1/Z/, natomiast w doświadczeniach wykonanych w 1979 roku zawartość witaminy C w próbach soku była większa niż w 1978 roku i wahała się od 44,1 do 48,4 mg% /tabela 2/Z - 4/Z/.

Zawartość witaminy C w soku ulega obniżeniu w czasie pasteryzacji i przechowywania prób. Wyniki wielu prac przeprowadzonych w warunkach modelowych wskazują, że kwasy L-askorbinowy i dehydroaskorbinowy odgrywają znaczną rolę w nieenzymatycznym brunatnieniu żywności [50,63]. Kwas dehydroaskorbinowy może, zdaniem Heimana [50], reagować w niektórych



Rys. 12. Rozdział chromatograficzny pochodnych siliolowych kwasów organicznych /doświadczenia wykonane w 1979 roku/ 1 - kwas octowy, 2-silikony, 3-kwas winowy 4-kwas cytrynowy, 5- kwas jabłkowy, x-związki niezidentyfikowane

aminokwasami tworząc związki o barwie brunatnej. Reakcje te zachodzą, zdaniem Janička i wsp. [63] podczas obróbki termicznej owoców.

Większy spadek zawartości witaminy C następuje w czasie pasteryzacji niż w czasie przechowywania /tabela 5/. W czasie przechowywania większy spadek zawartości witaminy C wystąpił w soku przechowywanym w temperaturze 20°C. Przeprowadzona analiza statystyczna otrzymanych wyników pozwala na stwierdzenie, że zachowalność witaminy C w próbach soku jest ściśle skorelowana z zawartością antocyjanów / $r = 0,787$ / w czasie przechowywania soku. Istnienie korelacji między zmianami witaminy C i antocyjanów w przetworach owocowych potwierdzają prace Radomskiej [115] i innych autorów [52, 123, 125].

Z w i ą z k i p o l i f e n o l o w e Związki polifenolowe rozdzielano metodą chromatografii gazowej i chromatografii bibułowej. Rozdział chromatograficzny glukozydów polifenoli metodą chromatografii gazowej napotkał trudności wynikające z braku odpowiednich wzorców. Rozdział aglukonów polifenoli mógł posłużyć jedynie do identyfikacji aglukonów zawartych w soku. Nie można było tą metodą oznaczyć ilościowo aglukonów leukoantocyjanów i antocyjanów, gdyż jak stwierdzono później, leukoantocyjany zbudowane są na bazie jednego aglukonu - cyjanidyny, a w skład antocyjanów wchodzi również ten aglukon. Na chromatogramie zarejestrowano 1 pik cyjanidyny będący aglukonem leukoantocyjanów i 3-glukozydu cyjanidyny /rys.9/. W dalszych badaniach posłużono się metodą chromatografii bibułowej i wówczas rozdzielono oba te flawonoidy /rys.10 i 11/.

Antocyjany. Ogólna zawartość antocyjanów w badanych próbach soku truskawkowego wynosiła od 23,22 do 23,94 mg% w doświadczeniach wykonanych w 1978 roku i od 23,06 do 27,73 mg% w doświadczeniach wykonanych w 1979 roku. Przeprowadzona analiza jakościowa antocyjanów wykazała, że skład soku truskawkowego wchodzi dwa antocyjany: 3-glukozyd pelargonidyny i 3-glukozyd cyjanidyny. Skład antocyjanów truskawkowych badało wielu badaczy [14,38,87,94,135,142], którzy stwierdzili również taki sam skład jakościowy antocyjanów.

Stosunek ilościowy zawartości 3-glukozydu cyjanidyny do 3-glukozydu pelargonidyny w badanych próbach soku przed pasteryzacją wynosił jak 1 : 6,8. Charłampowicz i wsp. [18] podają, że w owocach truskawki odmiany Senga Sengana stosunek ten wynosi 1 : 8, a Wilska-Jeszka [147] podaje, że stosunek ten jest jak 1 : 7. Przepuszczalnie stosunek zawartości obu tych antocyjanów, jak i innych składników, zależał będzie od warunków klimatycznych /opady, nasłonecznienie, temperatura/ w czasie wegetacji.

W przeprowadzonych badaniach stwierdzono spadek zawartości obu antocyjanów w czasie pasteryzacji i przechowywania.

Największe straty antocyjanów wystąpiły w czasie pasteryzacji. W czasie przechowywania prób większe straty wystąpiły w czasie przechowywania w temperaturze 20°C, niż w próbach przechowywanych w temperaturze 0°C. Taką samą tendencję spadkową stwierdzono w innych, wcześniej przeprowadzonych badaniach [2,7].

Mniej trwałym barwnikiem w czasie pasteryzacji okazał się 3-glukozyd cyjanidyny, a w czasie przechowywania prób większe

straty wystąpiły w zawartości 3-glukozydu pelargonidyny.

Kwercetyna. Przeprowadzony rozdział chromatograficzny związków polifenolowych pozwolił na zidentyfikowanie w badanym soku 3-glukozydu kwercetyny. Zawartość tego związku w próbach soku przed pasteryzacją wahała się w granicach od 2,56 do 2,67 mg%. W czasie pasteryzacji i przechowywania prób następuje spadek zawartości kwercetyny. Większy spadek zawartości notowano w próbach przechowywanych w temperaturze 20°C niż w próbach przechowywanych w temperaturze 0°C. Porównując spadki zawartości antocyjanów i kwercetyny w czasie pasteryzacji i przechowywania stwierdza się, że stopień degradacji kwercetyny był mniejszy niż antocyjanów /tabela 10 i 12/.

Zawartość kwercetyny w sokach owocowych, zdaniem niektórych autorów, wpływa ochronnie na degradację witaminy C [50] i antocyjanów [63, 123].

Katechina. Zawartość katechiny w próbach soku przed pasteryzacją była zbliżona do zawartości kwercetyny i wahała się w granicach od 2,50 do 2,67 mg%. W czasie pasteryzacji prób spadek zawartości katechiny był zbliżony do spadku zawartości kwercetyny.

Kempferol. Zawartość kempferolu w próbach soku była najmniejsza ze wszystkich badanych związków polifenolowych i wahała się w próbach przed pasteryzacją od 0,67 do 0,80 mg%. Związek ten okazał się najmniej stabilny w czasie pasteryzacji i przechowywania ze wszystkich badanych polifenoli. W próbach przechowywanych w temperaturze 20°C już po dwóch miesiącach przechowywania nie stwierdzono tego związku, a w próbach przechowywanych w temperaturze 0°C po 4 miesiącach.

Leukoantocyjany. W próbach soku wyodrębniono 4 leukoantocyjany, zbudowane na bazie jednego aglukonu - cyjanidyny. Zawartość cyjanidyny w badanych próbach soku wahała się w granicach od 1,20 do 1,27 mg%. Po kempferolu leukoantocyjany okazały się najmniej trwałymi związkami spośród danych polifenoli. W czasie pasteryzacji straty leukoantocyjanów wynoszą od 22,5 do 27,5%.

Brak danych literaturowych na temat zmian zawartości kwercetyny, kempferolu, katechiny w naturalnym materiale roślinnym nie pozwala na porównanie zmian jakie zachodzą w składzie tych związków w badanych próbach soku truskawkowego z innymi doniesieniami.

4.2. Tendencje zmian barwy

Do oceny zmian barwy w badanych próbach soku zastosowano: parametry barwy w układzie CIE, jak długość fali dominującej, czystość pobudzenia, współczynnik przepuszczania i współczynnik różnicy barwy wyrażony w jednostkach NBS oraz współczynnik antocyjanowy, współczynnik brązowienia i sensoryczną ocenę barwy.

Zmiany barwy wyrażone zmianami długości fali dominującej charakteryzowały się skróceniem długości fali dominującej w próbach po pasteryzacji i w czasie przechowywania. Wyjątek od tej reguły stanowią próby z dodatkiem chlorku żelazowego, gdzie w czasie pasteryzacji następuje wydłużenie długości fali dominującej /tabela 10/Z i 11/Z/. Również ocena sensoryczna barwy w tych próbach, wykonana po pasteryzacji jest

taka sama, jak w próbach przed pasteryzacją /doświadczenia wykonane w 1978 roku/ i wyższa /doświadczenia wykonane w 1979 roku/. Wydłużenie długości fali dominującej, jak i wyższą ocenę sensoryczną barwy w próbach z dodatkiem jonów żelazowych mogło spowodować utworzenie związków kompleksowych flawonoidów z żelazem, dając bardziej czerwony odcień barwy.

Zmiany czystości pobudzenia i współczynnika przepuszczania w próbach z poszczególnymi dodatkami w czasie pasteryzacji i przechowywania wykazują niejednakowe tendencje zmian. Odmielne tendencje zmian czystości pobudzenia i współczynnika przepuszczania w czasie pasteryzacji i przechowywania w próbach z różnymi dodatkami stwarzają duże trudności interpretacyjne zmian barwy i praktycznie uniemożliwiają porównanie zmian barwy w próbach z poszczególnymi dodatkami.

Najlepszym określeniem zmian barwy w poszczególnych doświadczeniach okazały się różnice barwy mierzone w jednostkach NBS. Określenie różnicy barw w jednostkach NBS pozwoliło na ustalenie wpływu dodatku bentonitu i chlorku żelazowego na zmianę barwy, a także dało możliwość porównania barwy w poszczególnych doświadczeniach. Współczynnik NBS był też najwyższy, ze wszystkich parametrów w układzie CIE, skorelowany ze zmianami barwy ocenianymi sensorycznie $r = -0,82$ /i ogólną zawartością antocyjanów $r = -0,56$ /tabela 19/.

Współczynniki antocyjanowe i współczynniki brązowienia są wysoko skorelowane z zawartością antocyjanów /tabela 19/, czyli współczynniki te w dużym stopniu odzwierciedlają zmiany barwy wywołane degradacją antocyjanów.

W celu ustalenia wpływu zmian w składzie soku na zmiany

barwy w układzie CIE wykonano korelację wielokrotną, a do wyboru składników o najwyższym stopniu korelacji zastosowano test Hellwiga [51]. W wyniku testowania ustalono cztery składniki, których zmiany w czasie przechowywania są najbardziej skorelowane ze zmianami parametrów barwy. Składnikami tymi są: zawartość cukrów redukujących, zawartość witaminy C, zawartość antocyjanów i wartość potencjału oksy^{do}redukacyjnego, wyrażonego jako rH.

4.3. Różnice w składzie chemicznym i parametrach barwy w próbach z dodatkiem modyfikatorów barwy

Wykonana równoległe analiza składu chemicznego i pomiary parametrów barwy prób soków z dodatkiem wody /próby odniesienia/ i z dodatkiem modyfikatorów barwy /bentonitu i chlorku żelazowego/ wykazała, że zastosowane modyfikatory barwy wpłynęły nie tylko na zmiany barwy, ale także na zmiany w zawartości niektórych składników soku. Różnice między zawartością niektórych składników w próbach z dodatkiem wody, bentonitu i chlorku żelazowego na poszczególnych etapach badań były niewielkie /ekstrakt refraktometryczny, pH, cukry ogółem, i ekstrakt bezocukrowy/ i tych zmian nie porównywano.

Dodatek bentonitu do soku wynosił 1 g/dm^3 . W czasie przechowywania, w porównaniu z analogicznymi próbami z dodatkiem wody, stwierdzono wyższą zawartość następujących składników: cukrów redukujących i witaminy C, większe zaś straty nastąpiły w zawartości antocyjanów, kwercetyny, kwasowości ogólnej i wolnych aminokwasów. W próbach natomiast przechowywanych

w ciągu 4 miesięcy w temperaturze 20°C, w porównaniu z analogicznymi próbami z dodatkiem wody, stwierdzono wyższą zawartość następujących składników: cukry redukujące, antocyjany, witaminę C i katechina.

Porównując zmiany barwy wyrażone w jednostkach NBS w próbach wykonanych w roku 1978 i 1979 a przechowywanych w temperaturze 0°C, nie można wyodrębnić jednolitego wniosku, gdyż w próbach badanych w 1978 roku dynamika zmian barwy była większa w próbach z dodatkiem wody niż w próbach z dodatkiem bentonitu, natomiast w badaniach wykonanych w 1979 roku stwierdzono odwrotne tendencje zmian barwy.

Wykonując analogiczne porównanie dla zmian barwy w próbach przechowywanych w temperaturze 20°C stwierdzono mniejsze zmiany barwy /NBS/ w próbach z dodatkiem wody.

Dodatek chlorku żelazowego do soku wynosił 18,15 mg/100cm³, /6,25 mg żelaza/100 cm³ próby/. W czasie przechowywania tych prób wystąpiły, podobnie jak w próbach z dodatkiem bentonitu, różnice w zawartości niektórych składników i różnice w parametrach barwy w porównaniu z próbą z dodatkiem wody. Podobnie jak w próbach z dodatkiem bentonitu, tak i w próbach z dodatkiem chlorku żelazowego wystąpiły różnice w zachowalności niektórych składników w zależności od temperatury przechowywania.

W próbach przechowywanych w temperaturze 0°C, w 4 miesiącu przechowywania nie stwierdzono wyższego stopnia zachowalności któregośkolwiek z badanych składników niż w analogicznych próbach z dodatkiem wody. Większy spadek nastąpił w zawartości antocyjanów, witaminy C, wolnych aminokwasów i kwasowości

ogólnej. Pomimo wyższego niż w próbach z dodatkiem wody spadku zawartości antocyjanów, nie stwierdzono większych różnic barwy wyrażonych w jednostkach NBS.

Natomiast w próbach przechowywanych w ciągu 4 miesięcy w temperaturze 20°C stwierdzono mniejszy spadek zawartości antocyjanów i witaminy C niż w próbach z dodatkiem wody /próby z 1979 roku/. Większy spadek wystąpił w czasie przechowywania w porównaniu z analogicznymi próbami z dodatkiem wody w zawartości oukrów redukujących, wolnych aminokwasów i kwasowości ogólnej.

Porównując, w próbach z dodatkiem chlorku żelazowego, zmiany barwy po pasteryzacji i w czasie przechowywania wyrażone w jednostkach NBS, stwierdzono mniejszy stopień degradacji barwy niż w analogicznych próbach z dodatkiem wody.

Na podstawie wyżej wykonanego porównania zmian w składnikach soku i parametrach barwy można stwierdzić, że aczkolwiek dodatek bentonitu i chlorku żelazowego do soku truskawkowego spowodował zmiany i to niekiedy niekorzystne w zawartości niektórych składników w czasie czteromiesięcznego przechowywania, to porównanie zmian barwy wyrażone w jednostkach NBS przemawia za stosowaniem tych dodatków jako modyfikatorów barwy. Przeprowadzona równoległe wizualna ocena barwy potwierdziła w pełni korzystniejsze zachowanie barwy w próbach z dodatkiem chlorku żelazowego, natomiast w próbach z dodatkiem bentonitu sensoryczna ocena była bardzo zbliżona do prób soku bez tego dodatku.

x

x

x

Reasumując analizowane zmiany składu chemicznego soków po pasteryzacji i w czasie przechowywania oraz zachodzące w tym czasie zmiany barwy, należy stwierdzić, że znalazły one swoje odzwierciedlenie /odbicie/ w odpowiednich współczynnikach korelacji. Dodatek chlorku żelazowego, a także bentonitu wpłynął korzystnie na zachowanie barwy, pomimo, że stopień degradacji niektórych składników soku był większy niż w próbach z dodatkiem wody. Stwierdzono też, że najodpowiedniejszym parametrem określającym zmiany barwy w systemie CIE jest współczynnik różnicy barw wyrażony w jednostkach NBS.

Przeprowadzona korelacja dwuczynnikowa pozwoliła na stwierdzenie istnienia ścisłej korelacji między zawartością antocyjanów a współczynnikami antocyjanowymi i współczynnikami brązowienia. W wyniku także przeprowadzonej korelacji wielokrotnej, między parametrami barwy w układzie CIE a zmianami składników soku, ustalono, że najwyżej skorelowanymi są zmiany barwy wyrażone w jednostkach NBS i zmiany w zawartości oukrów redukujących, witaminy C, antocyjanów i wartości potencjału oksydoredukcyjnego wyrażonego jako rH.

Z dyskusji tej wynikałyby też propozycje pod adresem przemysłu owocowo-warzywnego, które po sprawdzeniu w skali półtechnicznej mogłyby przyczynić się do zwiększenia trwałości naturalnej barwy w składowanych sokach truskawkowych.

W N I O S K I

Przeprowadzone w niniejszej pracy badania i otrzymane wyniki pozwalają na przedstawienie następujących wniosków:

1. Przeprowadzone badania składu chemicznego i barwy soków w dwóch kolejnych latach wykazały różnice w zawartości poszczególnych składników i w parametrach barwy. Tendencje zmian składu chemicznego i parametrów barwy soków w czasie pasteryzacji i przechowywania była jednak podobne.
2. Większe zmiany w zawartości poszczególnych składników i zmiany barwy soku stwierdzono podczas przechowywania w temperaturze 20°C niż w soku przechowywanym w temperaturze 0°C.
3. Największe zmiany w czasie pasteryzacji i przechowywania prób wystąpiły w zawartości cukrów, kwasowości ogólnej, witaminy C i związków polifenolowych.
4. W skład soku truskawkowego wchodziły cukry: glukoza, fruktoza, i sacharoza. Stosunek zawartości fruktozy do glukozy wynosił jak 1: 1,2. W czasie przechowywania soku w temperaturze 0°C dynamika spadku zawartości fruktozy była większa niż glukozy, a w soku przechowywanym w temperaturze 20°C stwierdzono odwrotną tendencję zmian.
5. Analiza jakościowa kwasów organicznych wykazała, że w soku truskawkowym występują kwasy: octowy, cytrynowy, jabłkowy i winowy. W czasie pasteryzacji i przechowywania soku na-

stępuje spadek kwasowości ogólnej.

6. Zawartość witaminy C ulega zmniejszeniu w czasie pasteryzacji i przechowywania soku. Zmiany zawartości witaminy C w czasie przechowywania są skorelowane ze zmianami zawartości barwników antocyjanowych $r = 0,79/$.
7. Jakościowa analiza aglukonów związków polifenolowych wykazała, że w soku truskawkowym występują aglukony: pelargonidyna, cyjanidyna, kwercetyna, katechina oraz kwas hydroksybenzoesowy, kwas wanilinowy i kwas galusowy.
8. W skład barwników antocyjanowych zawartych w soku wchodzi: 3-glukozyd pelargonidyny i 3-glukozyd cyjanidyny. Ilościowe proporcje między 3-glukozydem cyjanidyny a 3-glukozydem pelargonidyny w próbach przed pasteryzacją wynosiły jak: 1 6,7. W czasie pasteryzacji i przechowywania soków w temperaturze 0°C następuje większy procentowy spadek zawartości 3-glukozydu cyjanidyny niż 3-glukozydu pelargonidyny. Natomiast podczas przechowywania soków w temperaturze 20°C stwierdzono większą dynamikę degradacji 3-glukozydu pelargonidyny niż 3-glukozydu cyjanidyny.
9. Kwercetyna i kempferol występują w soku truskawkowym jako 3-glukozydy. W czasie pasteryzacji i przechowywania następuje spadek obu tych związków, przy czym 3-glukozyd kempferou okazał się najmniej trwałym spośród badanych składników soku. Całkowita degradacja tego związku nastąpiła już w 2 miesiącu przechowywania w temperaturze 20°C i w 4 miesiącu przechowywania w temperaturze 0°C.

10. W soku truskawkowym stwierdzono występowanie czterech leukoantocyjanów, które zawierały jeden aglukon - cyjanidynę.
11. Dominującymi aminokwasami w soku truskawkowym są: treonina, seryna, glutamina, asparagina, felynoalanina i alana-
nina.
12. Najbardziej przydatnym spośród parametrów barwy w układzie CIE do oceny zmian barwy w czasie przechowywania soku okazał się współczynnik różnicy barw, wyrażony w jednostkach NBS. Współczynnik ten był najwyższy ze wszystkich parametrów w układzie CIE skorelowany ze zmianami zawartości antocyjanów $r = 0,53$. Natomiast współczynniki antocyjanowe i współczynniki brązowienia w dużym stopniu odzwierciedlają zmiany zawartości antocyjanów. Stopień korelacji tych współczynników ze zmianami zawartości antocyjanów wynosił $r = \pm 0,94$. Współczynnik korelacji między różnicą barw wyrażoną w jednostkach NBS a średnimi zmianami barwy w ujęciu sensorycznym wynosi $r = -0,82$.
13. Przeprowadzona korelacja wielokrotna między zmianami badanych składników soku i zmianami barwy wyrażonymi w parametrach układu CIE w czasie przechowywania wykazała, że zmiany barwy wyrażone w jednostkach NBS są najwyższe skorelowane ze zmianami w zawartości cukrów redukujących, witaminy C, antocyjanów i zmianami potencjału oksydoredukcyjnego wyrażonego jako rH.
14. Skład chemiczny soku w próbach z dodatkiem bentonitu

i chlorku żelazowego wykazuje niewielkie różnice w czasie pasteryzacji i przechowywania w porównaniu z próbkami bez tych dodatków.

15. Dodatek bentonitu i chlorku żelazowego do soku truskawkowego wpłynął korzystnie na zmiany barwy w czasie pasteryzacji i przechowywania w porównaniu ze zmianami, jakie wystąpiły w soku bez tych dodatków, albowiem w próbach tych zanotowano mniejsze zmiany barwy wyrażone w jednostkach NBS, współczynnikach antocyjanowych i współczynnikach brązowienia.
16. Istnieje możliwość zastosowania bentonitu i chlorku żelazowego w przemysłowej produkcji soków truskawkowych:
- bentonitu w czasie przechowywania soków w temperaturze 20°C,
 - chlorku żelazowego przy przechowywaniu soków w temperaturze zarówno 0°C jak i w 20°C.

L I T E R A T U R A

1. Asen S.: Proc. Am. Soc. Hort. Sci., 1961, 78/6/, 586
2. Badania nad barwnikami w nektarach i sokach truskawkowych oraz koncentracje w celu przeciwdziałania zmian barwy po pewnym okresie magazynowania. Praca zbiorowa wykonana w Zakładzie Technologii Przemysłu Spożywczego AE we Wrocławiu /maszynopis/
3. Bacon J S.D., Bell D.J.: Biochem. J.: 1951, 48, 23
4. Bate-Smith E.C.: Adv. in Food Res., 1954, 5/2/, 261
5. Baryjkó G.G.: Piszczew. Technol., 1965, 2, 83
6. Baumann G.: Die Ind. Obst. und Gemüsen, 1979, 64/8/, 205
7. Berdowski J., Błaszczków W., Ładoński W., Ziobrowski J.: Przem. Spoż., 1976, 30/11/, 406
8. Blaim K.: Barwniki roślinne, PWRiL, W-wa 1967
9. Błaszczków W., Ładoński W.: Prace Naukowe AE Wrocław, Technologia 1976, 79, 87
10. Borkowski B.: Zarys farmakognozji, PZWL W-wa 1974
11. Brzeski W.: Praktikum z biochemii, PWRiL W-wa 1972
12. Calvi J.P., Francis F.J.: J. Food Sci., 1978, 43/5/, 1448
13. Charłampowicz Z.: Analizy przetworów z owoców, warzyw i grzybów, WPLiS W-wa 1966
14. Charłampowicz Z., Skręt B., Sobiech W.: Prace Inst. i Lab. Przem. Spoż., 1971, 21/2/, 251
15. Chromatografia cienkowarstwowa w analizie farmaceutycznej. Red. Borkowski B., PZWL W-wa 1973
16. Ciupercescu V., Marinescu I.: Lucrear. Institut. de Cercet. Alim. 1961 /5/, 178
17. Clegg K.M., Morton A.D.: J. Food Technol., 1968, 3/3/, 277

18. Co H., Markakis P.: J. Food Sci., 1968, 33/3/, 281
19. Creasy L.L., Maxie E.C., Singleton V.L.: Proc. Am. Soc. Hort. Sci., 1964, 85, 325
20. Daravingas G., Cain R.F.: J. Food Sci., 1965, 30/4/, 400
21. Daravingas G., Cain R.F.: J. Food Sci., 1965, 31/6/, 927
22. Daravingas G., Cain R.F.: J. Food Sci., 1968, 33/2/, 138
23. Davidek J.: Biochemija, 1960, 25, 1105
24. Decereau R.V., Livingston G.E., Fellers R.F.: Food Technol. 1956, 10/3/, 125
25. Dennison D.B., Kirk J.R.: J. Food Sci., 1978, 43/2/, 609
26. Dickinson Chem. Ind., 1957, 1503
27. Diemair W., Postel W.: Askorbinsäure bei der Herstellung von Obstsaften und Gemüsekonserven. Vorträge und Diskussionen des 11 Symposiums in Mainz, Darmstadt 1965,
28. Do J.Y.: J. Food Technol., 1976, 11/3/, 265
29. Drzazga B.: Analiza techniczna w przetwórstwie owoców i warzyw, WSiP W-wa 1974
30. Elimer E., Kwaśnik J.: Prace Nauk. AE we Wrocławiu, Technologia, 1980 /w druku/
31. Enzymy, nomenklatura i klasyfikacja, PWN W-wa 1967
32. Erlandson J.A.: J. Food Sci., 1972, 37/4/, 592
33. Felhorski W., Stanioch W.: Kolorymetria trójchromatyczna, WNT W-wa 1973
34. Fernandez-Flores E., Kleine D.A., Johnson A.R.: J. Ass. Offic. Anal. Chem., 1970, 53/6/, 1203
35. Fischer R.G.: Food Technol., 1952, 82/6/
36. Fuleki T., Francis F.J.: J. Food Sci., 1968, 33/1/, 72
37. Fuleki T., Francis F.J.: J. Food Sci., 1968, 33/5/, 471
38. Fuleki T.: J. Food Sci., 1969, 34/4/, 365

39. Francis F.J.: Food Technol., 1975, 29/5/, 52
40. Geissman T.A., Hinreiner E.: Bot. Rev., 1952, 17, 77
41. Geissman T.A., Jorgensen E.C., Harborn J.B.: Chem. and Ind. 1953, 1389
42. Geissman T.A.: The Chemistry of Flavonoid Compounds. Pergamon Pres. London 1962
43. Goodman C.P., Markakis P.: J. Food Sci., 1965, 30/2/, 135
44. Hankus A.: Zeszyty Nauk. Politechn. Krakowskiej, 1963, 8
45. Harborne J.B.: Chemical Plant Taxonomy, London 1963
46. Harborne J.B.: Comparative biochemistry of the flavonoids. London 1967
47. Harborne J.B.: J. Chrom., 1958, 1/6/, 473
48. Harper K.A.: J. Food Technol., 1969, 4/3/, 255
49. Heartherbell D.A.: J. Sci. Food Agric., 1974, 25/9/, 1095
50. Heiman W., Heiman A.: Mechanismus der Wirkung und der enzymatischen Zerstörung der Ascorbinsäure. Vorträge und Diskussionen des 11 Symposiums in Mainz. Darmstadt 1965.
51. Hellwig Z.: Przegląd Statystyczny, 1969, 3, 221
52. Herrman K.: Ernährungs-Umschau, 1974, 21/6/, 77
53. Hrazdina G.: Lebensm.-Wiss. und Technol., 1974, 7/4/, 193
54. Hodge J.E.: J. Agric. und Food Chem. 1953, 1/5/, 15
55. Horubała A.: Roczniki Technol. i Chemii Żywności, 1964, 10, 101
56. Horubała A.: Roczniki Technol. i Chemii Żywności, 1964, 10, 117
57. Horubała A.: Roczniki Technol. i Chemii Żywności, 1964, 10, 131
58. Horubała A.: Przem. Spoż., 1955, 9/10/, 402
59. Horubała A.: Przem. Spoż., 1962, 16/2/, 79
60. Horubała A.: Przem. Spoż., 1964, 18/7/, 434
61. Huang H.F.: J. Agr. and Food Chem., 1955, 3/2/141
62. Ismail F.A., Afifi S.A.: Nahrung, 1976, 20/6/, 585

63. Janiček G., Pokorný J., Davidek J.: *Chemia żywności*, WNT
W-wa 1977
64. Jarzmannowska Z.: *Substancje roślinne, Metody wyodrębniania*,
PWN W-wa 1967
65. Judd D.B.: *Color in Business, Science and Industry*. London-
New York 1952
66. Judd D.B., Wyszeccki K.: *Color in Business, Science and Indu-
stry*. New York 1964
67. Kaźmierczak T.: *Prace Inst. i Lab. Bad. Przem. Spoż.*, 1967,
17/2/, 89
68. Keil B., Sormova T.: *Laboratoriumstechnik für Biochemiker*.
Akadem. Verlagsgesellschaft, Leipzig 1965
69. Keith E.S., Powers J.J.: *J. Food Sci.*, 1966, 31/6/, 971
70. Kertesz Z.I.: *Plant Physiol.*, 1943, 18, 308
71. Kertesz Z.I., Sondheimer E.: *Food Ind.*, 1948, 20, 130
72. Klaushofer H., Berghofer E., Steyrer W.: *Stärke*, 1978, 30, 47
73. Kleine D.A., Fernandez-Flores, Johnson A.R.: *J. Ass. Offic.
Anal. Chem.* 1970, 53/9/, 1198
74. Koczot A., Załęski J.: *Przem. Ferm. i Rolny*, 1976, 20/10/, 18
75. Koczot A., Załęski J.: *Przem. Ferm. i Rolny*, 1979, 23/1/, 8
76. *Kontrola techniczno-chemiczna produkcji słodu i piwa. Praca
zbiorowa*, PWN W-wa 1959
77. Krug H.: *Die Obst. Ind. und Gemuseverv.*, 1964, 49/18/, 501
78. Krug H., *Herba Polonica*, 1965, 11/1-2/, 79
79. Kwaśniewski R.: *Prace Inst. i Lab. Bad. Przem. Spoż.*, 1967
17/4/, 73
80. Kwaśniewski R., Szkutnik K.: *Prace Inst. i Lab. Bad. Przem.
Spoż.*, 1969, 19/4/, 677
81. Kyzlink V.: *Prace Vysoke Skoly Chem. Technol.*, v Praze, 1962,
63/1/
82. Kyzlink V.: *Zaklady Konserwace Potravin*, SNTL Praha, 1970

83. Lempka A., Kasperek M.: Związki chemiczne produktów spożywczych, PWN W-wa Poznań 1977
84. Lewicki P.: Przem.Spoż., 1962, 19/5/, 276
85. Lewicki P.: Wiadomości Techn., 1966, 20, 47
86. Lovric T., Dębicki K.: Chemia u Przemysłu, 1968, 17, 799
87. Lukton A., Chichester C.O., Maokiney G.: Nature, 1955, 176, 790
88. Ładoński W.: Prace Nauk. AE Technologia, Wrocław 1977, 118, 69
89. Ładoński W.: Prace Nauk. AE Technologia Wrocław 1978, 140, 39
90. Łączyński A., Pieniążek J.: Chemia i fizjologia owoców i warzyw, PWRiL W-wa 1955
91. Łucka M.: Truskawki i poziomki, PWRiL W-wa 1968
92. Maier H.G., Ochs H.: Chem.Mikrobiol.Tech.Lebensm. 1973, 2, 79
93. Maier H.G., Ochs H.: Süßwaren, 1973, 17, 925
94. Markakis P., Livingston G.E., Fellers C.R.: Food Res., 1957, 22/2/, 117
95. Marsili R.T.: J.Food Sci., 1977, 42/1/, 52
96. Meschter E.E.: J.Agr. and Food Chem., 1953, 1/8/, 574
97. Mosel H.D., Herrman K.: J.Sci.Food Agric., 1974, 25, 251
98. Mosoriński N.: Hrana Ishrana, 1975, 16/3-4/, 99
99. Mosoriński N.: Hrana Ishrana, 1975, 16/5-6/, 187
100. Mosoriński N.: Sbor.Rad.Poljopr.Fakt., 1973, 558, 1
101. Mrożewski S., Lewicki P., Szlachetko J.: Zeszyty Nauk.SGGW Technol.Rolno-Spoż., 1966, 4, 81
102. Namiesnikow A.F.: Chemia w przemyśle konserwowym, WPLiS W-wa 1968
103. Nebesky N.A. i in.: Food Res., 1949, 14/3/, 261
104. Oktaba W.: Elementy statystyki matematycznej i metody doświadczalnictwa, PWN W-wa 1966
105. Peri G., Bonini V.: J.Food Technol., 1976, 11/3/, 283
106. Pijanowski E., Mrożewski S., Horubała A.: Technologia produktów owocowych i warzywnych, t.I. PWRiL W-wa 1972

107. Pogorzelski E.: Przem.Ferm.i Rolny, 1971, 10,9
108. Polska Norma PN-65/N-01252 - Liczbowe wyrażanie barw
109. Polska Norma PN-65/N-01253 - Metody wyznaczenia barw
110. Polska Norma PN-64/N-75952 - Półprodukty owocowe. Soki owocowe surowe
111. Polska Norma PN-66/A-79120 - Wina i miody pitne. Metody badań
112. Polska Norma PN-71/A-75101 - Przetwory owocowe i warzywno. Przygot.próbek i metody badań fizykochemicznych
113. Ponting J.D. i in.: Food Res.,1960, 22/4/, 471
114. Przetwory z owoców i warzyw. Zbiór instrukcji technol. Zjednocze.Przem.Owoc.-Warz.,W-wa 1972
115. Radomska E.: Praca magisterska SGGW 1970
116. Rejman A.: Pomologia, PWRiL W-wa 1976
117. Ritler E.: Food Technol.,1976,30/1/, 48
118. Roos J.T.H.,Pirce W.J.: J.Sci.Food Agr.,1970, 21/20/,51
119. Rosa J.,Iohas H.: Prace Inst.i Lab.Bad.Przem.Spoż.,1969, 19/3/, 561
120. Rosa J.: Prace Inst.i Lab.Bad.Przem.Spoż.,1973,23/2/,269
121. Schneider D.M.: Ind.Alim.,1969,20/4/
122. Segal B.,Dima G.: Ind.Alim.1969, 20/4/
123. Shirikhande A.J.,Francis F.J.: J.Food Sci.,1974,39/5/,94
124. Sikorski E.Z.: Chromatografia gazowa w analizie żywności, WPLiS W-wa 1964
125. Singh R.P.,Heldman D.R.,Kirk J.R.: J.Food Sci.,1976,41/3/,304
126. Somers T.C.: Nature, 1966,209,368
127. Sondheimer E., Kertesz Z.J.: Food Res.,1952, 17,288
128. Sondheimer E.,Kertesz Z.J.: Anal.Chem.,1948,20/3/,246
129. Sondheimer E.,Kertesz Z.J.: Food Res.,1955,18,475
130. Souci S.W.,Fachman W.,Kraut H.: Zusammensetzung der Lebensm.

Nährwert-Tabellen Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft MBM, Stuttgart 1962

131. Stahl E.: Dünnschicht-chromatographie. Springer Verlag, Berlin-Heidelberg-New York 1967
132. Staroń M.: Nowoczesna technika w przemyśle winiarskim, WPLiS W-wa 1968
133. Stöhr H., Herrman K.: Z. Lebensm. Unters.-Forsch., 1975, 158/6/, 341
134. Strzelecka H., Kamińska J., Kowalski J., Walewska E.: Chemiczne metody badań roślinnych surowców leczniczych, PZWL W-wa 1978
135. Suomalainen H., Erikson J.: Z. Lebensm. Unters., Forsch., 1960, 112/3/, 197
136. Swain T.: Chemistry and biochemistry of plant pigments, London-New York 1965
137. Swain T., Hillis W.E.: J. Sci. Food Agric., 1959, 10/1/, 63
138. Swer-Lewandowska B.: Prace Inst. i Lab. Bad. Przem. Spoż., 1967, 17/4/, 103
139. Szecheneyi L.: Ind. Alim. Agric., 1964, 81/4/, 309
140. Timberlake C.F.: J. Food Agric., 1960, 11, 258
141. Timberlake C.F.: J. Food Agric., 1960, 11, 268
142. Tisney J.J., Bockain A.H.: Food Res., 1960, 25/2/, 161
143. Turski J.S., Więzoławek B.: Barwniki roślinne i zwierzęce, PWN W-wa 1952
144. Wagenknecht A.C.: Food Technol., 1960, 14/1/, 454
145. Williams B.L., Weder S.H.: J. Am. Chem. Soc., 1952, 74, 5919
146. Wang P.L., Du C.T., Francis F.J.: J. Food Sci., 1978, 43/5/, 1402
147. Wilska-Jeszka J., Jędrzejewska J.: Biul. Centr. Lab. Chłodn. 1977, 11/1/, 41
148. Wilska-Jeszka J.: Nukleonika, 1969, 14/9/, 973

149. Wilska-Jeszka J.: Nukleonika, 1969, 14/11/, 1141
150. Wilska-Jeszka J.: Roczniki Technol. i Chemii Żywn., 1969, 15, 65
151. Wojtowicz M.: Zeszyty Nauk. SGGW, 1961, 4
152. Wrolstad R.E., Putman T.B.: J. Food Sci. 1969, 34/2/, 154
153. Wrolstad R.E., Putman T.B., Varseveld G.W.: J. Food Sci.,
1970, 35/4/, 448
154. Wrolstad R.E.: J. Sci. Food, Agric., 1974, 25/10/, 1221
155. Zausznica A.: Nauka o barwie, PWN W-wa 1959
156. Zgirski A., Gonodko R.: Obliczenia biochemiczne, PWN W-wa
1975
157. Zieliński R.: Tablice statystyczne, W-wa PWN 1972
158. Zięba Z.: Przem. Spoż., 1966, 20/7/, 476

SPIS TABEL

Tabela 1. Pięciopunktowa skala sensorycznej oceny barwy prób soku	37
Tabela 2. Średnie zmiany ilościowe i procentowe niektórych składników prób soku truskawkowego w stosunku do zawartości tych składników w próbie przed pasteryzacją-doświadczenia wykonane w 1978 roku	41
Tabela 3. Średnie zmiany ilościowe i procentowe niektórych składników prób soku truskawkowego w stosunku do zawartości tych składników w próbie przed pasteryzacją-doświadczenia wykonane w 1979 roku	45
Tabela 4. Zmiany ilościowe i procentowe zawartości glukozy, fruktozy i sacharozy w próbach soku truskawkowego w stosunku do zawartości tych cukrów w próbie przed pasteryzacją - doświadczenia wykonane w 1979 roku	52
Tabela 5. Zmiany ilościowe i procentowe zawartości witaminy C wyrażonej jako suma kwasu L-askorbinoowego i dehydroaskorbinoowego w próbach soku truskawkowego w stosunku do zawartości witaminy C w próbach przed pasteryzacją	55
Tabela 6. Zawartość wolnych aminokwasów w ekstrakcie etanolowym w próbie z dodatkiem wody, wyrażona w mg/100 g suchej masy ekstraktu etanolowego,...	58
Tabela 7. Zawartość wolnych aminokwasów w ekstrakcie etanolowym w próbie z dodatkiem bentonitu, wyrażona w mg/100 g suchej masy ekstraktu etanolowego	59
Tabela 8. Zawartość wolnych aminokwasów w ekstrakcie etanolowym w próbie z dodatkiem chlorku żelazowego, wyrażona w mg/100 g suchej masy ekstraktu etanolowego.....	60

- Tabela 9. Średnie zmiany ilościowe i procentowe wartości rH w próbach soku po pasteryzacji oraz po 2 i 4 miesiącach przechowywania w stosunku do wartości rH w próbach przed pasteryzacją. - doświadczenia wykonane w 1979 roku 64
- Tabela 10. Zmiany ilościowe i procentowe ogólnej zawartości antocyjanów w próbach soku truskawkowego w stosunku do zawartości antocyjanów w próbach przed pasteryzacją 68
- Tabela 11. Zmiany ilościowe i procentowe antocyjanów w próbach soku truskawkowego po pasteryzacji oraz po 2 i 4 miesiącach przechowywania w stosunku do zawartości antocyjanów w próbach przed pasteryzacją - doświadczenia wykonane w 1979 r. 72
- Tabela 12. Zmiany ilościowe i procentowe kwercetyny, kempferolu, katechiny i leukoantocyjanów w próbach soku truskawkowego w stosunku do zawartości tych związków w próbce przed pasteryzacją - doświadczenia wykonane w 1979 r. 74
- Tabela 13. Średnie zmiany ilościowe i procentowe długości fali dominującej λ_d , czystości pobudzenia p_e i współczynnika przepuszczenia Y w próbach soku w stosunku do wartości tych współczynników w próbach przed pasteryzacją - doświadczenia wykonane w 1978 roku 78
- Tabela 14. Średnie wartości współczynników różnicy barw wyrażonych w jednostkach NBS między barwami prób soku przed pasteryzacją a barwami prób po pasteryzacji i w czasie przechowywania 81
- Tabela 15. Średnie zmiany ilościowe i procentowe długości fali dominującej λ_d , czystości pobudzenia p_e i współczynnika przepuszczenia Y w próbach soku w stosunku do wartości tych współczynników w próbach przed pasteryzacją - doświadczenia wykonane w 1979 r. 83

Tabela 16. Średnie zmiany ilościowe i procentowe współczynników antocyjanowych /WA/ i współ- czynniki brązowienia w próbach przed pasteryzacją	88
Tabela 17. Średnie zmiany ilościowe i procentowe sensorycznej oceny barwy w skali pięciopunktowej w stosunku do oceny prób przed pasteryzacją	92
Tabela 18. Współczynnik korelacji wielokrotnej pomiędzy parametrami barwy w układzie CIE / λ_d, P_o, Y, NBS / a zawartością cukrów redukujących, witaminy C, antocyjanów i wartościami pH	96
Tabela 19. Współczynniki korelacji między parametrami określającymi barwę oraz zawartością antocyjanów w soku truskawkowym	98

SPIS RYSUNKÓW

Rys.1. Wzór flawanu / 2-fenylochromanu/	7
Rys.2. Typy połączeń kompleksowych flawonoidów	10
Rys.3. Wzór pelargonidyny, cyjanidyny i delfinidyny	12
Rys.4. Średnia zawartość niektórych składników soku truskawkowego w próbach z dodatkiem wody - doświadczenia wykonane w 1979 roku	46..
Rys.5. Średnia zawartość niektórych składników soku truskawkowego w próbach z dodatkiem bentonitu- doświadczenia wykonane w 1979 roku	46
Rys.6. Średnia zawartość niektórych składników soku truskawkowego w próbach z dodatkiem chlorku żelazowego - doświadczenia wykonane w 1979 r.	47
Rys.7. Dwukierunkowy chromatogram cienkowarstwowy ekstraktu etanolowego ^{cukrów} sporządzonego z soku truskawkowego przed pasteryzacją	50
Rys.8. Zmiany zawartości kwasu askorbinowego i dehydroaskorbinowego /KA + KDA/ podczas pasteryzacji i przechowywania prób soku truskawkowego /doświadczenia wykonane w 1979 roku/.....	56
Rys.9. Rozdział chromatograficzny aglukonów polifenolowych w soku truskawkowym /doświadczenia wykonane w 1978 roku/	66
Rys.10. Chromatogram bibułowy antocyjanów	70
Rys.11. Chromatogram dwukierunkowy polifenoli na bibule Whatman 1 w układzie rozpuszczalników: 1/n-butanol kwas octowy - woda /6:1:2/, 2/2% kwas octowy....	73
Rys.12. Rozdział chromatograficzny pochodnych siliolowych kwasów organicznych /doświadczenia wykonane w 1979/	104

STRESZCZENIE

Przeprowadzone w pracy badania miały na celu prześledzenie tempa i kierunku zmian barwy soków z truskawek odmiany Sengana Sengana zachodzących podczas pasteryzacji i przechowywania w okresie 4 miesięcy w temperaturze 0°C i 20°C, w zależności od zastosowanego modyfikatora barwy /bentonit i chlorek żelazowy/ oraz zmian niektórych składników soku. Badano zmiany w zawartości cukrów, kwasowości, witaminy C, antocyjanów i pektyn. Określono stopień zależności między zmianami składników soku a zmianami barwy w czasie przechowywania.

Praca zawiera 125 stron maszynopisu, 19 tabel w treści pracy i 12 tabel w załączniku do pracy, 12 rysunków oraz 158 pozycji literaturowych.

Z A Ł A, C Z N I K I

Tabela 1/Z.

Średnie wyniki analiz /6 powtórzeń/ prób soku truskawkowego - doświadczenia
wykonane w 1978 roku

Próba z dodatkami	Okres badań	Ekstrakt w % wag.	pH	Zawartość w g/dm ³ próby									
				Cukry redukujące przed hydrolizą	Cukry ogółem	Ekstrakt bezcukrowy	Kwasowość ogólna	Kwasowość lotna jako kwas cytrynowy	Azot ogólny	Witamina C	Pektyna jako pektynian wapnia	Sucha masa	
wody	przed pasteryzacją	6,74	3,13	14,61	37,29	32,91	9,61	0,28	0,16	0,391	2,12	40,04	
	po pasteryzacji	6,76	3,13	15,00	37,48	32,92	9,49	0,28	0,16	0,236	2,01	40,02	
	0°C	po 2 mies.przechowywania	6,73	3,13	14,11	36,50	33,68	9,07	0,28	0,16	0,202	2,00	40,02
		po 4 mies.przechowywania	6,73	3,13	13,78	36,08	34,09	8,99	0,27	0,16	0,198	1,96	40,04
	20°C	po 2 mies.przechowywania	6,72	3,13	13,24	35,59	34,39	8,90	0,28	0,16	0,151	1,99	40,04
		po 4 mies.przechowywania	6,72	3,12	12,83	35,20	34,78	8,79	0,27	0,16	0,103	1,94	40,05
bentonitu	przed pasteryzacją	6,75	3,13	14,55	37,43	32,89	9,52	0,28	0,16	0,380	2,10	40,25	
	po pasteryzacji	6,75	3,13	14,97	37,88	32,45	9,04	0,28	0,16	0,203	2,00	40,23	
	0°C	po 2 mies.przechowywania	6,73	3,13	13,94	35,76	34,93	8,92	0,27	0,16	0,193	2,00	40,23
		po 4 mies.przechowywania	6,73	3,13	13,61	35,62	34,54	8,64	0,27	0,16	0,151	1,95	40,22
	20°C	po 2 mies.przechowywania	6,72	3,12	13,22	35,58	34,40	8,51	0,27	0,16	0,150	1,96	40,22
		po 4 mies.przechowywania	6,72	3,12	13,10	35,37	34,60	8,38	0,27	0,16	0,132	1,96	40,22
chlorku żelazowego	przed pasteryzacją	6,75	3,13	14,62	37,31	33,00	9,50	0,28	0,16	0,385	2,10	40,36	
	po pasteryzacji	6,76	3,13	15,12	37,50	32,89	9,14	0,28	0,16	0,216	2,06	40,25	
	0°C	po 2 mies.przechowywania	6,73	3,13	13,83	36,18	33,99	8,95	0,28	0,16	0,200	2,02	40,30
		po 4 mies.przechowywania	6,73	3,13	13,79	35,90	34,27	8,60	0,27	0,16	0,183	1,95	40,30
	20°C	po 2 mies.przechowywania	6,72	3,12	12,37	35,22	34,78	8,50	0,27	0,16	0,180	1,96	40,31
		po 4 mies.przechowywania	6,72	3,12	12,10	34,98	35,97	8,41	0,27	0,16	0,105	1,96	40,31

Tabela 2/2

Średnie wyniki analiz /12 powtórzeń/ soku truskawkowego - próba A[■], odchylenia standardowe średniej \sqrt{s} /
i współczynniki zmienności średniej \sqrt{v} - doświadczenia wykonane w 1979 roku.

Okres badań		Ekstrakt w % wag.	pH	Zawartość w g/dm ³ próby									
				Cukry redukujące przed hydrolizą	Cukry ogółem	Ekstrakt bezcukrowy	Kwasowość ogólna jako kwas cytrynowy	Kwasowość lotna jako kwas octowy	Azot ogólny	Witamina C	Pektyny jako pek- tynian wapnia	Sucha masa	
przed pasteryzacją	\bar{X}	6,88	3,11	15,40	38,20	33,58	11,52	0,20	0,18	0,484	2,36	42,11	
	\sqrt{s}	0,075	0,007	0,262	0,115	0,112	0,066	0,002	0,007	0,007	0,047	0,420	
	\sqrt{v}	1,09	0,22	1,70	0,30	0,33	0,57	1,00	3,88	1,45	1,99	1,00	
po pasteryzacji	\bar{X}	6,89	3,11	15,92	38,45	33,40	11,36	0,20	0,18	0,303	2,12	42,08	
	\sqrt{s}	0,077	0,008	0,319	0,418	0,238	0,108	0,002	0,006	0,004	0,023	0,532	
	\sqrt{v}	1,12	0,26	2,00	1,09	0,71	0,95	1,00	3,33	1,32	1,08	1,26	
0°C	po 2 mies. przechowywania	\bar{X}	6,87	3,11	14,52	37,00	34,56	11,06	0,20	0,18	0,285	2,10	42,08
		\sqrt{s}	0,077	0,007	0,260	0,330	0,283	0,086	0,003	0,007	0,005	0,050	0,484
		\sqrt{v}	1,12	0,22	1,79	0,89	0,82	0,78	1,50	3,88	1,75	2,38	1,15
	po 4 miesiącach przechowywania	\bar{X}	6,87	3,10	14,28	36,73	34,83	11,00	0,19	0,18	0,274	2,04	42,10
		\sqrt{s}	0,084	0,010	0,230	0,500	0,366	0,124	0,005	0,008	0,006	0,055	0,531
		\sqrt{v}	1,22	0,32	1,61	1,36	1,05	1,13	2,63	4,44	2,19	2,70	1,26
20°C	po 2 miesiącach przechowywania	\bar{X}	6,86	3,11	13,01	36,24	35,31	10,92	0,20	0,18	0,225	2,08	42,09
		\sqrt{s}	0,080	0,008	0,360	0,226	0,302	0,119	0,003	0,006	0,005	0,047	0,222
		\sqrt{v}	1,17	0,26	2,77	0,62	0,86	1,09	1,50	3,33	2,22	2,26	0,53
	po 4 miesiącach przechowywania	\bar{X}	6,86	3,10	12,60	35,86	35,69	10,82	0,19	0,18	0,171	2,03	42,10
		\sqrt{s}	0,087	0,008	0,298	0,421	0,301	0,119	0,004	0,007	0,004	0,051	0,492
		\sqrt{v}	1,27	0,26	2,36	1,17	0,84	1,10	2,10	3,88	2,34	2,51	1,17

■ sok z dodatkiem wody

Tabela 3/Z.

Średnie wyniki analiz /12 powtórzeń/ soku truskawkowego - próba B^{II}, odchylenia standardowe średniej \bar{s} /, i współczynniki zmienności średniej V / - doświadczenia wykonane w 1979 roku.

Okres badań		Ekstrakt w % wag.	pH	Zawartość w g/dm ³ próby									
				Cukry redukujące przed hydrolizą	Cukry ogółem	Ekstrakt bezcukrowy	Kwasowość ogólna jako kwas cytrynowy	Kwasowość lotna jako kwas octowy	Azot ogólny	Vitamina C	Pektyny jako pektynian wapnia	Sucha masa	
przed pasteryzacją	\bar{x}	6,90	3,11	15,32	38,04	32,71	11,40	0,20	0,18	0,441	2,31	42,32	
	\bar{s}	0,049	0,008	0,252	0,124	0,247	0,113	0,003	0,006	0,008	0,067	0,399	
	V	0,71	0,26	1,64	0,33	0,75	0,99	1,50	3,33	1,81	2,89	0,94	
po pasteryzacji	\bar{x}	6,89	3,11	15,98	38,61	32,14	11,02	0,19	0,18	0,228	2,08	42,30	
	\bar{s}	0,087	0,009	0,370	0,367	0,274	0,093	0,002	0,006	0,007	0,018	0,228	
	V	1,26	0,29	2,31	0,98	0,85	0,84	1,05	3,33	3,07	0,86	0,54	
0°C	po 2 miesiącach przechowywania	\bar{x}	6,89	3,11	14,64	36,30	35,43	10,83	0,19	0,18	0,202	2,06	42,30
		\bar{s}	0,092	0,008	0,080	0,208	0,180	0,090	0,003	0,007	0,008	0,048	0,419
		V	1,33	0,26	0,55	0,57	0,51	0,83	1,58	3,88	3,96	2,33	0,99
	po 4 miesiącach przechowywania	\bar{x}	6,89	3,11	14,32	36,12	35,61	10,59	0,19	0,18	0,189	2,05	42,29
		\bar{s}	0,063	0,010	0,162	0,258	0,189	0,099	0,001	0,007	0,006	0,039	0,423
		V	0,91	0,32	1,13	0,71	0,53	0,93	0,53	3,88	3,17	1,90	1,00
20°C	po 2 miesiącach przechowywania	\bar{x}	6,88	3,10	13,92	36,00	35,64	10,49	0,19	0,18	0,189	2,05	42,29
		\bar{s}	0,076	0,009	0,101	0,423	0,303	0,100	0,003	0,006	0,009	0,037	0,314
		V	1,10	0,29	0,72	1,17	0,85	0,95	1,58	3,33	4,76	1,80	0,74
	po 4 miesiącach przechowywania	\bar{x}	6,88	3,10	13,81	35,84	35,80	10,31	0,19	0,18	0,171	2,05	42,29
		\bar{s}	0,081	0,009	0,132	0,400	0,292	0,104	0,003	0,007	0,004	0,058	0,212
		V	1,18	0,29	0,96	1,12	0,82	1,01	1,58	3,88	2,34	2,83	0,50

■ sok z dodatkiem bentonitu

Tabela 4/Z.

Srednie wyniki analiz /12 powtórzeń/ soku truskawkowego - próba C^m, odchylenia standardowe średniej \bar{s} /
i współczynniki zmienności średniej \bar{V} / - doświadczenia wykonane w 1979 roku.

Okres badań		Ekstrakt w % wag.	pH	Zawartość w g/dm ³ próby									
				Cukry redukujące przed hydrolizą	Cukry ogółem	Ekstrakt bezcukrowy	Kwasowość ogólna jako kwas cytrynowy	Kwasowość lotna jako kwas octowy	Azot ogólny	Witamina C	Pektyny jako pektynian wapnia	Sucha masa	
przed pasteryzacją	\bar{x}	6,86	3,11	15,38	38,16	33,37	11,38	0,20	0,18	0,476	2,34	42,44	
	\bar{s}	0,075	0,014	0,207	0,294	0,249	0,083	0,003	0,006	0,010	0,064	0,420	
	\bar{V}	1,09	0,45	1,36	0,77	0,75	0,73	1,50	3,33	2,10	2,73	0,99	
po pasteryzacji	\bar{x}	6,87	3,11	16,14	38,50	33,05	11,09	0,20	0,18	0,272	2,19	42,43	
	\bar{s}	0,083	0,021	0,230	0,306	0,271	0,099	0,003	0,007	0,005	0,061	0,423	
	\bar{V}	1,21	0,67	1,42	0,79	0,82	0,89	1,50	3,89	1,84	2,78	1,00	
0°C	po 2 miesiącach przechowywania	\bar{x}	6,86	3,11	14,61	37,02	34,49	10,81	0,19	0,18	0,244	2,18	42,40
		\bar{s}	0,060	0,052	0,287	0,453	0,324	0,098	0,008	0,006	0,008	0,058	0,417
		\bar{V}	0,87	1,67	1,96	1,22	0,94	0,91	4,21	3,33	3,28	2,66	0,98
	po 4 miesiącach przechowywania	\bar{x}	6,86	3,11	14,32	36,91	34,61	10,54	0,19	0,18	0,240	2,18	42,40
		\bar{s}	0,081	0,027	0,250	0,501	0,350	0,100	0,006	0,007	0,007	0,049	0,411
		\bar{V}	1,18	0,87	1,75	1,36	1,01	0,95	3,16	3,89	2,92	2,25	0,97
20°C	po 2 miesiącach przechowywania	\bar{x}	6,86	3,10	13,04	34,48	35,08	10,41	0,18	0,18	0,234	2,18	42,41
		\bar{s}	0,120	0,061	0,384	0,527	0,302	0,099	0,004	0,005	0,011	0,060	0,521
		\bar{V}	1,75	1,97	2,94	1,44	0,86	0,95	2,22	2,78	4,70	2,75	1,23
	po 4 miesiącach przechowywania	\bar{x}	6,86	3,10	12,30	36,20	35,39	10,23	0,18	0,18	0,185	2,18	42,39
		\bar{s}	0,112	0,042	0,269	0,318	0,423	0,101	0,004	0,006	0,008	0,065	0,539
		\bar{V}	1,63	1,35	2,19	0,88	1,19	0,99	2,22	3,33	4,32	2,98	1,27

^m sok z dodatkiem chlorku żelazowego

Tabela 5/Z

Zawartość cukrów oznaczona spektrofotometrycznie w eluatach z chromatogramów cienkowarstwowych - doświadczenia wykonane w 1979 roku.

Próby z do- datkiem	C u k r y	Zawartość w g/dm ³ próby					
		Przed pa- steryza- cją	Po pa- stery- zacji	0°C		20°C	
				2 m-ce	4 m-ce	2 m-ce	4 m-ce
wody	glukoza	0,768	0,799	0,724	0,718	0,682	0,678
	fruktoza	0,648	0,708	0,660	0,646	0,640	0,636
	sacharoza	0,266	0,194	0,186	0,186	0,190	0,186
bento- nitu	glukoza	0,766	0,796	0,724	0,720	0,680	0,676
	fruktoza	0,648	0,716	0,660	0,648	0,642	0,634
	sacharoza	0,266	0,194	0,190	0,186	0,190	0,186
chlorku żelazo- wego	glukoza	0,770	0,800	0,726	0,718	0,680	0,676
	fruktoza	0,652	0,722	0,662	0,646	0,640	0,634
	sacharoza	0,266	0,194	0,190	0,186	0,190	0,186

Tabela 6/Z.

Średnie wartości /12 powtórzeń/ potencjału oksydo-
redukcyjnego wyrażonego jako pH w próbach soku
truskawkowego - doświadczenia wykonane w 1979 roku.

Próba	W a r t o ś c i pH					
	Przed pa- steryza- cją	Po paste- ryzacji	0°C		20°C	
			2 m-ce	4 m-ce	2 m-ce	4 m-ce
A	16,667	16,059	16,862	18,621	17,258	18,926
B	17,116	16,176	18,715	19,580	18,182	19,140
C	16,165	14,858	15,112	19,852	17,316	17,350

próba A - sok z dodatkiem wody

próba B - sok z dodatkiem bentonitu

próba C - sok z dodatkiem chlorku żelazowego

Tabela 7/Z.

Zawartość związków polifenolowych w próbach soku truskawkowego
- doświadczenia wykonane w 1979 roku

Próba z dodatkiem	Polifenole	Zawartość w mg/100 cm ³ próby					
		Przed pasteryzacją	Po pasteryzacji	0°C		20°C	
				2 m-ce	4 m-ce	2 m-ce	4 m-ce
wody	pelargonidyna	8,04	5,50	4,60	4,00	2,25	1,62
	cyjanidyna	15,48	13,50	12,40	11,50	6,50	5,00
	kwercetyna	2,56	2,40	2,40	2,13	2,14	2,00
	kempferol	0,73	0,53	0,27	-	-	-
	katechina	2,67	2,50	2,40	2,33	2,30	2,00
	leukoantocyjany	0,27	0,93	0,67	0,60	0,53	0,40
bentonitu	pelargonidyna	8,12	5,62	4,50	3,75	3,62	2,65
	cyjanidyna	15,50	13,75	12,12	11,37	11,25	6,50
	kwercetyna	2,67	2,46	2,46	2,13	2,17	1,86
	kempferol	0,67	0,53	0,27	-	0,13	-
	katechina	2,50	2,32	2,32	2,17	2,17	2,17
	leukoantocyjany	1,20	0,93	0,73	0,60	0,60	0,40
chlorku żelazowego	pelargonidyna	8,12	5,25	4,75	4,12	2,50	1,75
	cyjanidyna	15,48	13,50	12,50	11,62	10,20	6,37
	kwercetyna	2,60	2,46	2,13	2,07	2,00	1,86
	kempferol	0,80	0,53	0,27	-	-	-
	katechina	2,50	2,17	2,00	2,00	2,00	1,83
	leukoantocyjany	0,20	0,87	0,66	0,60	0,46	0,33

Tabela 8/Z.

Średnie wyniki /6 powtórzeń/ ogólnej zawartości antocyjanów, oznaczanych metodą Sondheimera i Kertesza, współczynników antocyjanowych /WA/ i współczynników brązowienia /WB/ - doświadczenia wykonane w 1978 roku

Próba z dat-kiem	Oznaczenie	Przed pasteryzacją	Po pasteryzacji	Przechowywanie			
				0°C		20°C	
				2 m-ce	4 m-ce	2 m-ce	4 m-ce
wody	antocyjany ogółem /mg%/	23,22	19,04	16,42	15,06	10,76	6,14
	współczynnik antocyjanowy	3,821	3,360	2,379	1,719	1,904	1,488
	współcz. brązowienia	1,354	1,473	1,902	2,611	2,113	3,122
bentoni-ty	antocyjany ogółem /mg%/	23,94	18,81	16,29	14,55	14,32	9,01
	współcz. antocyjanowy	3,329	3,064	2,224	1,890	2,020	1,624
	współcz. brązowienia	1,416	1,493	1,590	1,999	1,718	2,427
chlorku żelazowego	antocyjany ogółem /mg%/	23,90	19,90	17,44	15,99	11,82	7,06
	współcz. antocyjanowy	3,998	3,476	2,490	1,912	2,213	1,833
	współcz. brązowienia	1,294	1,328	1,801	2,123	1,939	2,372

Tabela 9/Z:

Średnie wyniki /12 powtórzeń/ ogólnej zawartości antocyjanów oznaczanych metodą Sondheimera i Kertesza, współczynnik antocyjanowe /WA/ i współczynniki brązowienia /WB/ - doświadczenia wykonane w 1979 roku.

Próby z dodatkiem	Wyszczególnienie	Przed pasteryzacją	Po pasteryzacji	Przechowywanie				
				0°C		20°C		
				2 m-ce	4 m-ce	2 m-ce	4 m-ce	
wody	Antocyjany ogółem w mg%	IKIS	23,06	18,67	16,89	15,12	8,42	6,01
		IS	0,443	0,415	0,566	0,324	0,238	0,316
		W	1,92	2,22	3,35	2,14	2,83	5,25
	Współczynnik antocyjanowy	IKIS	4,174	3,959	3,211	2,557	3,110	2,257
		IS	0,137	0,071	0,055	0,028	0,098	0,012
		W	3,28	1,79	1,71	1,07	3,15	0,53
	Współczynnik brązowienia	IKIS	1,323	1,435	1,976	2,588	2,209	3,013
		IS	0,009	0,012	0,051	0,070	0,047	0,048
		W	0,68	0,84	2,58	2,70	2,13	1,59
bentonitu	Antocyjany ogółem w mg%	IKIS	23,31	19,10	17,12	14,90	15,30	8,96
		IS	0,441	0,360	0,442	0,300	0,325	0,128
		W	1,89	1,88	2,46	2,01	2,12	1,43
	Współczynnik antocyjanowy	IKIS	3,789	3,458	2,980	2,589	2,767	2,388
		IS	0,108	0,105	0,101	0,081	0,038	0,052
		W	2,85	3,04	3,39	3,13	1,37	2,18
	Współczynnik brązowienia	IKIS	1,437	1,487	1,547	1,630	1,991	2,062
		IS	0,020	0,035	0,037	0,016	0,028	0,084
		W	1,39	2,35	2,39	0,98	2,41	4,07
ohlorku żelazkowego	Antocyjany ogółem mg%	IKIS	27,73	23,18	17,06	15,63	12,35	7,92
		IS	0,502	0,256	0,219	0,312	0,342	0,180
		W	1,81	1,10	1,28	2,00	2,77	2,27
	Współczynnik antocyjanowy	IKIS	4,447	3,929	3,210	2,509	3,084	2,338
		IS	0,136	0,090	0,073	0,029	0,092	0,043
		W	3,06	2,29	2,27	1,16	2,98	1,84
	Współczynnik brązowienia	IKIS	1,291	1,430	1,805	2,183	1,952	2,493
		IS	0,019	0,011	0,010	0,022	0,042	0,048
		W	1,47	0,77	0,55	1,00	2,15	1,92

Tabela 10/Z.

Średnie wyniki pomiaru barwy /6 powtórzeń/ w układzie quasimonochromatycznym / λ_d, P_e, Y / i trójhromatycznym /NBS/ CIE oraz sensoryczna ocena barwy w skali pięciopunktowej - doświadczenia wykonane w 1978 roku.

Próba z dodatkiem	Parametr barwy	O z n a c z e n i e						
		Przed pasteryzacją	Po pasteryzacji	0°C		20°C		
				2 m-ce	4 m-ce	2 m-ce	4 m-ce	
wody	Parametry w układzie CIE	λ_d	592,13	590,70	588,97	586,99	587,16	585,06
		P_e	0,219	0,301	0,320	0,379	0,338	0,419
		Y_e	0,781	0,705	0,670	0,590	0,623	0,570
	NBS	0	6,311	10,120	14,450	16,344	20,198	
Sensoryczna ocena barwy	Natężenie/pkt/	4,4	4,2	4,0	3,7	3,9	3,1	
	Rodzaj /pkt/	4,2	4,0	3,9	3,7	3,8	3,3	
bentoni tu	Parametry w układzie CIE	λ_d	591,52	588,95	587,26	586,35	586,66	585,38
		P_e	0,182	0,190	0,150	0,145	0,204	0,265
		Y_e	0,720	0,770	0,873	0,805	0,770	0,620
	NBS	0	5,913	9,893	12,145	10,254	17,109	
Sensoryczna ocena barwy	Natężenie/pkt/	4,6	4,2	4,1	3,6	3,7	3,0	
	Rodzaj /pkt/	4,7	4,2	3,9	3,7	3,5	3,4	
chlorku żelazowe- GO	Parametry w układzie CIE	λ_d	595,59	595,99	595,01	592,04	594,52	589,96
		P_e	0,301	0,246	0,226	0,243	0,254	0,289
		Y_e	0,703	0,685	0,670	0,598	0,649	0,538
	NBS	0	4,979	10,910	11,819	11,820	16,222	
Sensoryczna ocena barwy	Natężenie/pkt/	5,0	5,0	4,6	4,2	4,5	3,9	
	Rodzaj /pkt/	4,9	4,9	4,6	4,0	4,3	3,9	

Tabela 11/Z.

Średnie wyniki pomiaru barwy /12 powtórzeń/ w układzie quasimonochromatycznym / λ_d, P_e, Y_d / i trójchromatycznym /NDS/, odchylenia standardowe średniej \sqrt{s} i współczynniki zmienności δ - odniedziej /W/ oraz sensoryzna ocena barwy - doświadczenia wykonane w 1979 roku.

Próba do- lat- kiem	Parametry barwy		Oznaczenie							
			Przed pa- steryza- cją	Po paste- ryzacji	0°C		20°C			
					2 m-co	4 m-co	2 m-co	4 m-co		
wody	Parametry w układzie CIE	λ_d	X	590,49	588,55	586,55	585,49	585,91	584,81	
			s	0,314	0,631	0,663	0,038	0,286	0,381	
		P_e	W	0,053	0,107	0,112	0,006	0,048	0,065	
			s	0,189	0,293	0,298	0,344	0,312	0,389	
		Y	a	0,014	0,015	0,010	0,006	0,006	0,002	
			W	7,41	5,12	2,25	1,74	1,92	0,51	
		NDS	a	0,843	0,718	0,706	0,634	0,629	0,567	
			W	0,018	0,025	0,026	0,007	0,033	0,007	
		Ocena sensoryczna	Natężenie/pkt/	X	2,12	2,48	2,68	1,10	2,25	1,22
			Rodzaj /pkt/	s	0	10,666	12,705	14,873	14,715	18,192
bentonitu	Parametry w układzie CIE	λ_d	a	-	0,444	0,399	0,429	0,309	0,718	
			W	-	4,16	2,14	2,88	2,10	2,95	
		P_e	X	4,5	4,2	4,0	2,8	2,9	2,0	
			s	4,4	4,0	2,8	2,7	2,4	2,2	
		Y	X	588,90	586,55	585,29	584,79	584,65	582,51	
			s	0,383	0,243	0,635	0,126	0,227	0,020	
		NBS	W	0,064	0,041	0,108	0,021	0,039	0,002	
			s	0,161	0,126	0,151	0,142	0,121	0,109	
		Ocena sensoryczna	Natężenie/pkt/	Y	6,82	2,38	2,30	4,20	8,26	0,92
			Rodzaj /pkt/	X	0,655	0,855	0,880	0,826	0,798	0,795
chlorku żelazowego	Parametry w układzie CIE	λ_d	a	0,008	0,010	0,015	0,007	0,016	0,005	
			W	1,22	1,17	1,70	0,85	2,00	0,63	
		P_e	X	0	8,055	10,127	14,684	12,063	15,918	
			s	-	0,310	0,574	0,555	0,452	0,245	
		Y	W	-	2,85	2,67	2,10	2,75	1,54	
			s	595,29	596,56	595,90	591,21	594,12	589,64	
		NBS	X	0,039	0,320	0,191	0,238	0,362	0,130	
			W	0,006	0,054	0,022	0,040	0,061	0,022	
		Ocena sensoryczna	Natężenie/pkt/	X	0,290	0,286	0,285	0,279	0,185	0,172
			Rodzaj /pkt/	s	0,012	0,013	0,012	0,014	0,007	0,006
chlorku żelazowego	Parametry w układzie CIE	λ_d	W	4,14	4,54	4,21	2,02	2,78	2,42	
			s	0,783	0,709	0,671	0,594	0,603	0,571	
		P_e	a	0,021	0,020	0,018	0,004	0,004	0,009	
			W	2,68	2,82	2,68	0,67	0,92	1,28	
		Y	X	0	4,572	6,030	8,674	8,221	14,143	
			s	-	0,169	0,151	0,239	0,290	0,571	
		Ocena sensoryczna	Natężenie/pkt/	W	-	2,70	2,50	2,75	2,23	4,04
			Rodzaj /pkt/	X	4,9	2,0	4,7	4,0	4,5	2,8
		Ocena sensoryczna	Natężenie/pkt/	s	4,8	5,0	4,6	4,0	4,5	3,7
			Rodzaj /pkt/	W	-	2,70	2,50	2,75	2,23	4,04

Tabela 12/Z.

Średnia zawartość /5 powtórzeń/ niektórych metali w próbach
soku truskawkowego

Próba	Z a w a r t o ś ć w mg/100 cm ³ próby											
	Na	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Al	Cu	Zn	Pb	Cd	Co
A	0,98	116,0	18,8	8,2	0,93	0,062	0,15	0,020	0,077	0,066	0,008	-
B	0,98	115,8	18,6	7,9	0,83	0,062	0,31	0,019	0,058	0,024	0,021	-
C	0,98	115,9	18,8	8,3	18,50	0,062	0,15	0,038	0,069	0,048	0,008	-

Objaśnienia: próba A - sok z dodatkiem wody

próba B - sok z dodatkiem bentonitu

próba C - sok z dodatkiem chlorku żelazowego.