

ZAWARTOŚĆ SKŁADNIKÓW PROZDROWOTNYCH W OWOCACH I WARZYWACH W ZALEŻNOŚCI OD TECHNOLOGII PRZECHOWYWANIA

Autorzy:

dr Krzysztof P. Rutkowski
prof. dr hab. Ryszard Kosson
dr hab. Dorota Konopacka, prof. IO
dr hab. inż. Jarosław Markowski
dr Maria Grzegorzewska
dr inż. Zbigniew Józwiak
dr inż. Monika Mieszczakowska - Frąć
dr Kalina Sikorska – Zimny
dr Justyna Szwejdą – Grzybowska
dr Anna Wrzodak
mgr Ewa Badełek
mgr Karolina Celejewska
mgr inż. Aneta Matulska
mgr Jan Piecko

Opracowanie przygotowane w ramach **zadania 3.5**
„Rozwój innowacyjnych technologii przechowywania i wykorzystania owoców i warzyw”

Programu Wieloletniego 2015-2020:
„Działania na rzecz poprawy konkurencyjności i innowacyjności sektora ogrodniczego
z uwzględnieniem jakości i bezpieczeństwa żywności oraz ochrony środowiska naturalnego”
finansowanego przez Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi

Skierniewice 2017

Spis treści:

1. Wprowadzenie	3
2. Wpływ stopnia dojrzałości i technologii przechowywania na zawartość wybranych składników w brzoskwiniach.....	3
3. Wpływ stopnia dojrzałości i technologii przechowywania na zawartość wybranych składników w jabłkach odmiany ‘Ligol’	5
4. Wpływ stopnia dojrzałości i technologii przechowywania na zawartość wybranych składników w gruszkach odmiany ‘Konferencja’	7
5. Wpływ technologii przechowywania zawartość wybranych składników w brokułach	14
6. Wpływ technologii przechowywania na zawartość wybranych składników w sałacie kruchej	15
7. Wpływ technologii otrzymywania minimalnie przetworzonej marchwi i sposobu pakowania na zawartość wybranych składników	16
8. Wpływ technologii otrzymywania minimalnie przetworzonej fasoli i sposobu pakowania na zawartość wybranych składników	18
9. Wpływ technologii otrzymywania minimalnie przetworzonej papryki i sposobu pakowania na jej jakość i trwałość	20
10. Wnioski.....	22

1. Wprowadzenie

Owoce i warzywa są częścią diety ludzi od niepamiętnych czasów, na co wskazuje przystosowanie naszego organizmu do trawienia różnego rodzaju składników pochodzenia roślinnego. Produkty te dostarczają niezbędnych dla naszego życia substancji, w tym będących źródłem energii (np. węglowodanów i białka), składników mineralnych, witamin, antyoksydantów, błonnika pokarmowego, a także wody. Mając na uwadze fakt, że produkcja ogrodnicza ma w ogromnej mierze charakter sezonowy konieczne jest przechowywanie lub przetwarzanie owoców i warzyw by wydłużyć okres ich podaży. W praktyce ogrodniczej innowacyjne technologie przechowywania i przetwarzania pozwalają nie tylko na zapewnienie dostępności owoców i warzyw w handlu praktycznie przez cały rok, ale także na zachowanie ich walorów jakościowych, w tym smakowych i prozdrowotnych. Nabiera to szczególnego znaczenia w kontekście umieszczenia w 2016 roku u podstawy piramidy żywieniowej owoców i warzyw. Nowe piramidy opracowano między innymi w Instytucie Żywności i Żywienia w Warszawie oraz w Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej (USDA) i zgodnie z zaleceniami ekspertów ds. żywności i żywienia owoce i warzywa w codziennej diecie powinny stanowić 50% spożywanych produktów spożywczych.

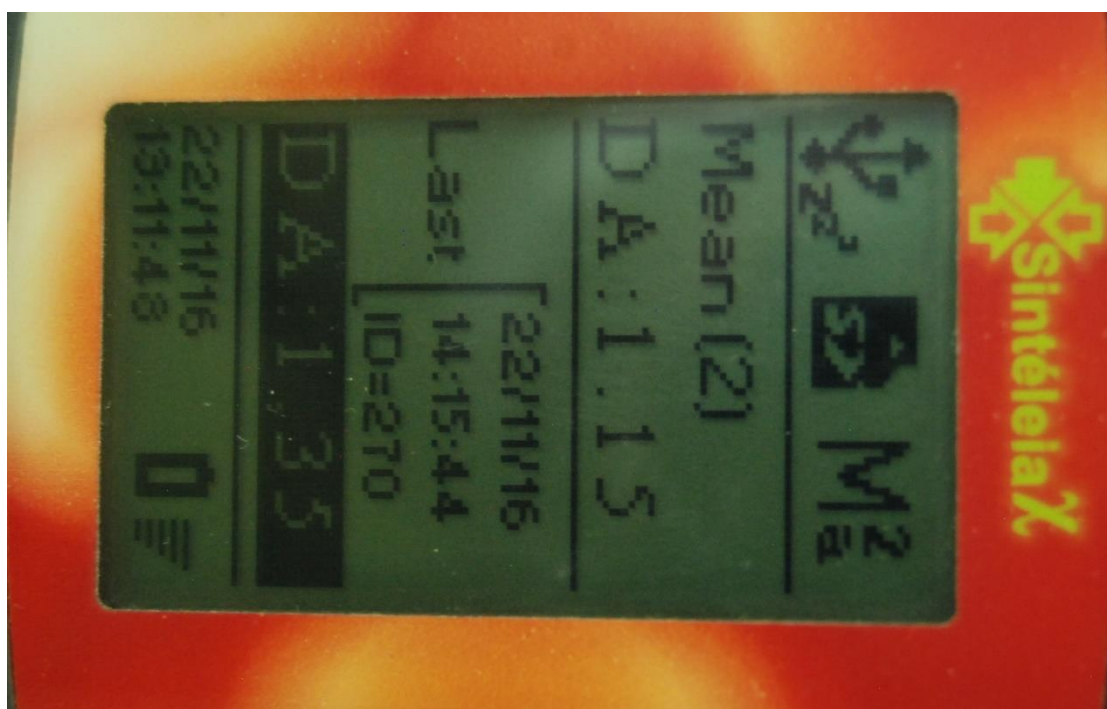
W niniejszym opracowaniu przywołane zostaną wybrane wyniki badań prowadzonych w 2017 roku w ramach zadania 3.5 „Rozwój innowacyjnych technologii przechowywania i wykorzystania owoców i warzyw”, Programu Wieloletniego 2015-2020 „Działania na rzecz poprawy konkurencyjności i innowacyjności sektora ogrodniczego z uwzględnieniem jakości i bezpieczeństwa żywności oraz ochrony środowiska naturalnego” finansowanego przez Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi, dotyczące przede wszystkim wpływu terminu zbioru i zastosowanych technologii przechowywania na zawartość wybranych składników owoców i warzyw objętych projektem.

2. Wpływ stopnia dojrzałości i technologii przechowywania na zawartość wybranych składników w brzoskwiniach

W sezonie 2017 w doświadczeniach przechowalniczych oceniano dwie odmiany brzoskwiń, tj ‘Redhaven’ i ‘Harrow Beauty’. Po zbiorze, dostarczone do chłodni doświadczanej Instytutu Ogrodnictwa owoce (fot 1) podzielono na klasy „dojrzałościowe” wykorzystując urządzenie do niedestrukcyjnych pomiarów w świetle widzialnym i bliskiej podczerwieni (VIS/NIR) - DA meter (Sintéleia, Włochy) – fot 2.



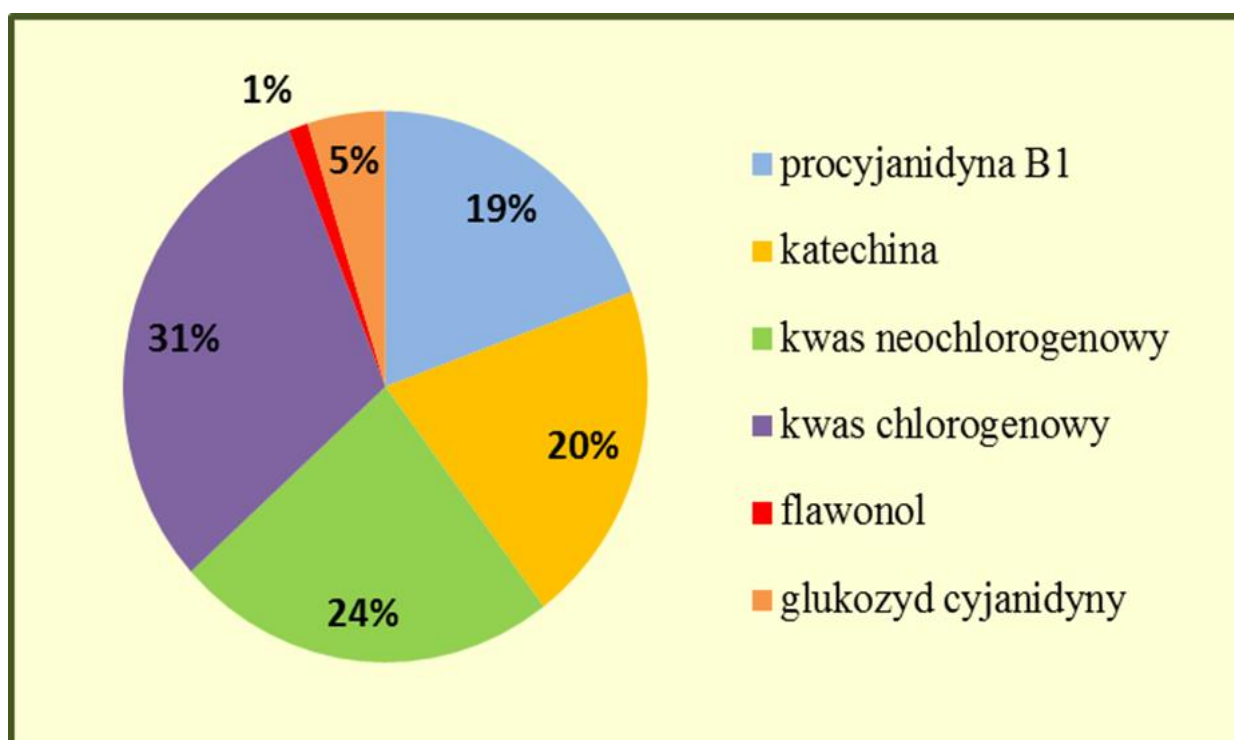
Fot 1. Owoce do doświadczeń dostarczano w kartonowych opakowaniach



Fot 2. Urządzenie DA meter (Sintéleia, Włochy) do niedestrukcyjnych pomiarów dojrzałości i jakości owoców

Bezpośrednio po zbiorze oraz po przechowywaniu przeprowadzano analizę jakości brzoskwiń oraz zawartości wybranych składników prozdrowotnych. W tym celu pobierano próby owoców ze wszystkich klas dojrzałościowych wyznaczonych po zbiorze przy użyciu urządzenia DA Meter. Podczas dojrzewania owoców obserwowano spadek jędrności, zmianę barwy zasadniczej skórki oraz spadek kwasowości.

Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że zawartość β -karotenu w owocach zależy zarówno od odmiany jak i stopnia dojrzałości. W przypadku związków polifenolowych nie stwierdzono jednoznacznego związku pomiędzy zastosowaną technologią przechowywania, a zawartością składników prozdrowotnych w owocach ocenianych odmian. Wykazano natomiast, że dominującymi związkami fenolowymi w owocach brzoskwiń są: katechina, procyjanidyna B1, kwas neochlorogenowy i kwas chlorogenowy (Wykres 1).



Wykres 1. Średni udział procentowy związków fenolowych w owocach brzoskwini

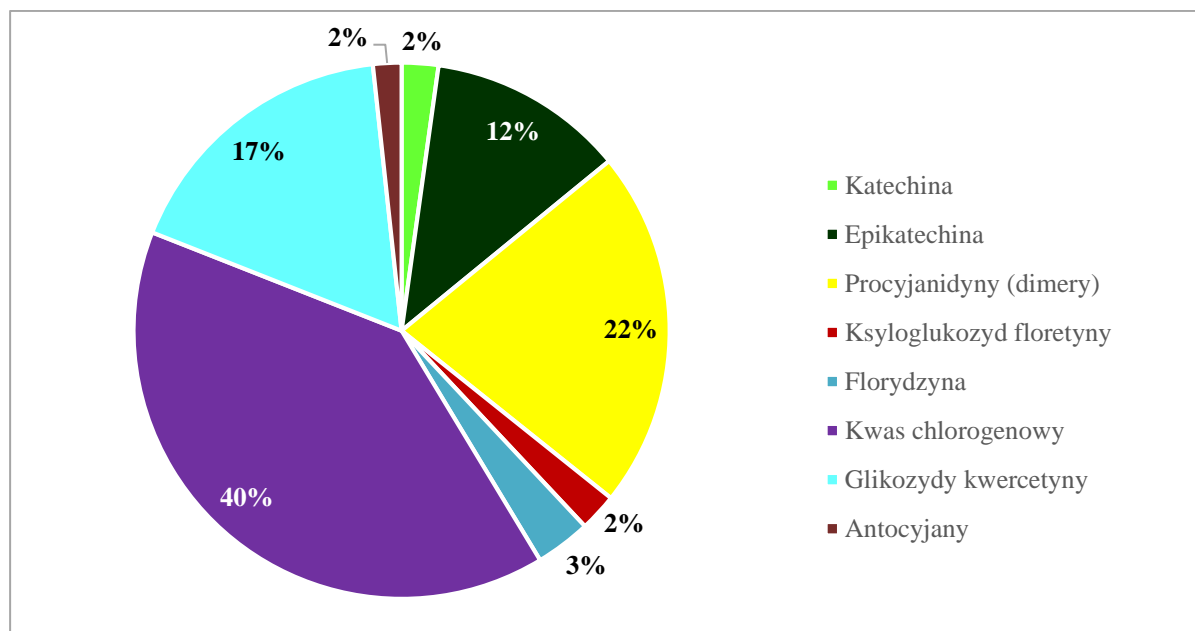
3. Wpływ stopnia dojrzałości i technologii przechowywania na zawartość wybranych składników w jabłkach odmiany ‘Ligol’

W 2017 roku oceniono jakość jabłek odmiany ‘Ligol’ (zebranych w 2016 roku) w dwóch terminach i przechowywanych w chłodni z normalną (NA) i kontrolowaną atmosferą (o składzie 2% O₂ + 2% CO₂ – KA1, o składzie 0,8% O₂ + 0,8% CO₂ – KA2, dynamicznie kontrolowana DCA HarvestWatch™ z fluorescencją chlorofilu jako wskaźnikiem osiągnięcia stresu beztlenowego przez przechowywane owoce – DCA oraz w technologii ILOS+ z początkowym stresem

beztlenowym – ILOS Plus). Analizy przeprowadzono w czterech terminach. Pierwszy termin analiz po przechowywaniu przeprowadzono w styczniu/lutym 2017 roku (I termin wyjęcia). Kolejne terminy analiz przypadły na przełomie marca i kwietnia 2017 roku (II termin) oraz w maju/czerwcu 2017 roku (III termin wyjęcia). W I i II terminie wyjęcia owoce oceniano po 1 i 7 dniach przechowywania w temperaturze pokojowej – symulowany obrót towarowy (SOT), a w III terminie również po 14 dniach SOT. Ze względów technicznych w I i II terminie analiz nie oceniano owoców z DCA, DCA SF oraz ILOS Plus i ILOS Plus SF. W III terminie analiz oceniono owoce ze wszystkich kombinacji doświadczalnych. W 2017 roku oceniono również owoce w IV terminie analiz, tj po około 2 miesiącach dodatkowego przechowywania jabłek w normalnej atmosferze (po wyjęciu z warunków kontrolowanej atmosfery). Działania te miały na celu ocenę trwałości owoców w transporcie chłodniczym na dalekie rynki.

Wyniki dotychczas przeprowadzonych analiz wskazują, na brak powtarzalnych zależności pomiędzy zastosowaną technologią przechowywania, a zawartości wybranych składników prozdrowotnych w owocach jabłek odmiany ‘Ligol’. Wykazano natomiast, że dominującymi związkami fenolowymi w jabłkach tej odmiany są kwas chlorogenowy, procyjanidyny, glikozydy kwercetyny oraz epikatechina (Wykres 2).

Niezależnie od terminu zbioru, zastosowanie niskotlenowych technologii oraz pozbiorecze traktowanie jabłek preparatem SmartFresh (1-MCP) istotnie ogranicza spadek zawartości kwasów organicznych w owocach. Dla przykładu w IV terminie analiz kwasowość jabłek przechowywanych w technologii DCA wraz z pozbioreczym traktowaniem 1-MCP pozwoliła na utrzymanie kwasowości na poziomie 0,3%, podczas gdy w tym samym czasie owoce przechowywane w NA charakteryzowały się kwasowością na poziomie 0,1%.



Wykres 2. Średni udział procentowy związków fenolowych w jabłkach

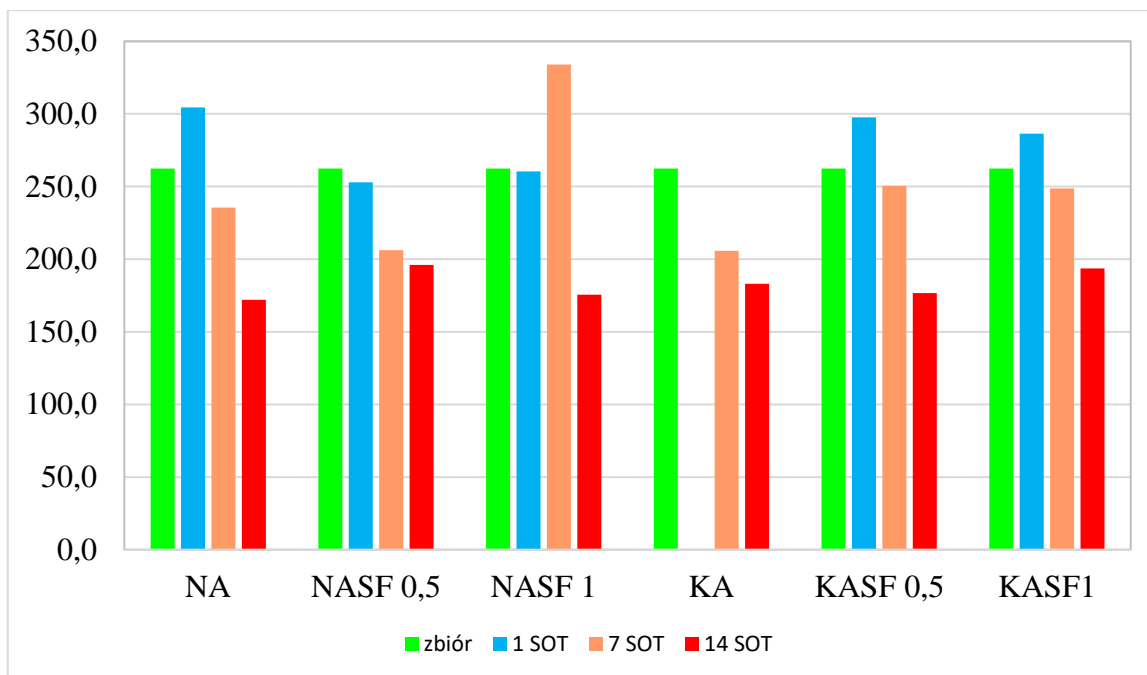
4. Wpływ stopnia dojrzałości i technologii przechowywania na zawartość wybranych składników w gruszkach odmiany ‘Konferencja’

W 2017 roku oceniono gruszki odmiany ‘Konferencja’ zebrane w 2016 roku i przechowywane chłodni z normalną (NA) i kontrolowaną atmosferą (standardowa dla gruszek – KA, tj 1,5 % O₂ + 0,8 % CO₂ i dynamicznie kontrolowana DCA HarvestWatchTM z fluorescencją chlorofilu jako wskaźnikiem osiągnięcia stresu beztlenowego przez przechowywane owoce). W sezonie 2016/2017 oceniono efektywność opóźnionego pozbiorniczego traktowania gruszek preparatem SmartFresh (1-metylocyklopropan; 1-MCP) na dojrzewanie owoców. W doświadczeniu zastosowano dwa stężenia preparatu – standardową dawkę (625 ppb) oraz „połówkową” (312,5 ppb). Kombinacje doświadczenia nazwano odpowiednio NASF 1 i KASF 1 oraz NASF 0,5 i KASF 0,5. Nie traktowano pozbiorniczo preparatem SmartFresh owoców przechowywanych w technologii DCA. Pierwszą ocenę gruszek przeprowadzono w 2016 r. na przełomie listopada i grudnia. Kolejne oceny przeprowadzono w lutym 2017 r. (II termin wyjęcia) oraz na przełomie kwietnia i maja 2017 r. (III termin wyjęcia). Owoce z technologii DCA oceniano jedynie w trzecim terminie analiz.

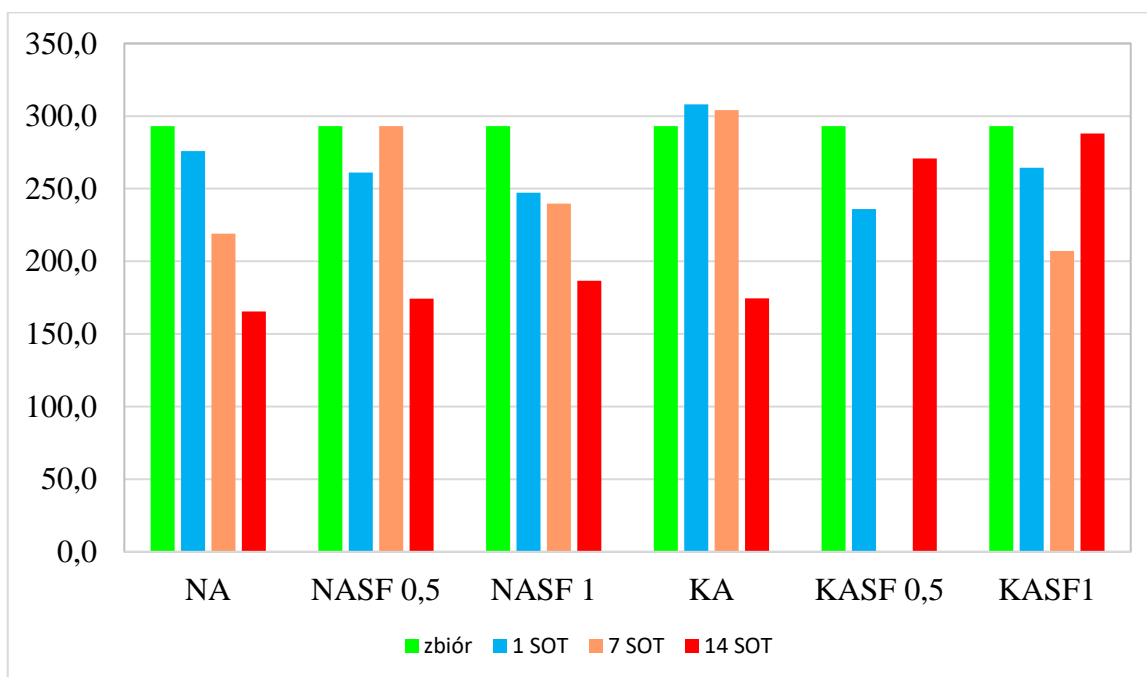
Wyniki uzyskane w sezonie przechowalniczym 2016/2017 jednoznacznie wskazują, że opóźnienie traktowania gruszek preparatem SmartFresh, pomimo pozytywnego efektu na ograniczenie tempa produkcji etylenu przez traktowane owoce, nie utrzymywało jędrności owoców, zwłaszcza podczas symulowanego obrotu towarowego.

Wyniki analiz przeprowadzonych po przechowywaniu wskazują, że pozbiornicze traktowanie gruszek 1-MCP sprzyjało utrzymaniu zawartości kwasów w owocach, zwłaszcza w tych przechowywanych w warunkach kontrolowanej atmosfery (wykresy 3-6). Jednocześnie jak wynika z danych przywołanych na wspomnianych wykresach dominującym kwasem organicznym w gruszkach odmiany ‘Konferencja’ jest kwas jabłkowy – około 30 krotnie wyższy poziom niż kwasu cytrynowego.

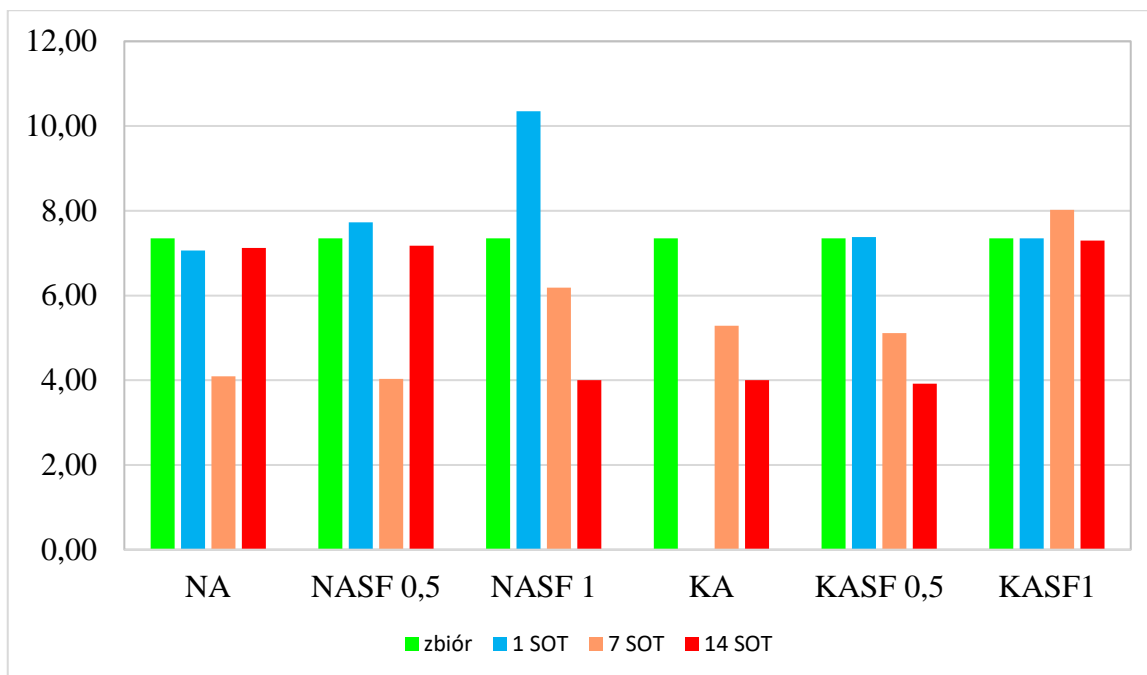
Na Wykresach 7-14 przedstawiono wyniki analizy obrazujące wpływ zastosowanych technologii przechowywania gruszek na zawartość poszczególnych cukrów (oznaczonych metodą HPLC).



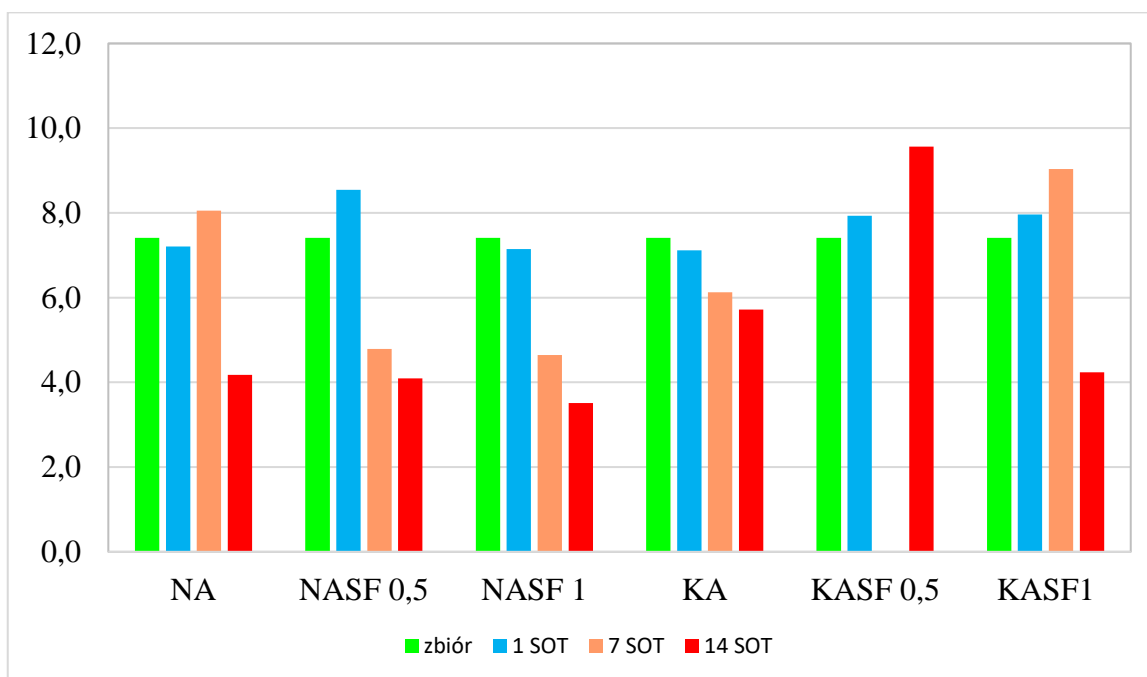
Wykres 3. Wpływ warunków przechowywania gruszek odmiany ‘Konferencja’ na zmiany zawartości kwasu jabłkowego [mg/kg]. I termin zbioru, po dwóch miesiącach przechowywania



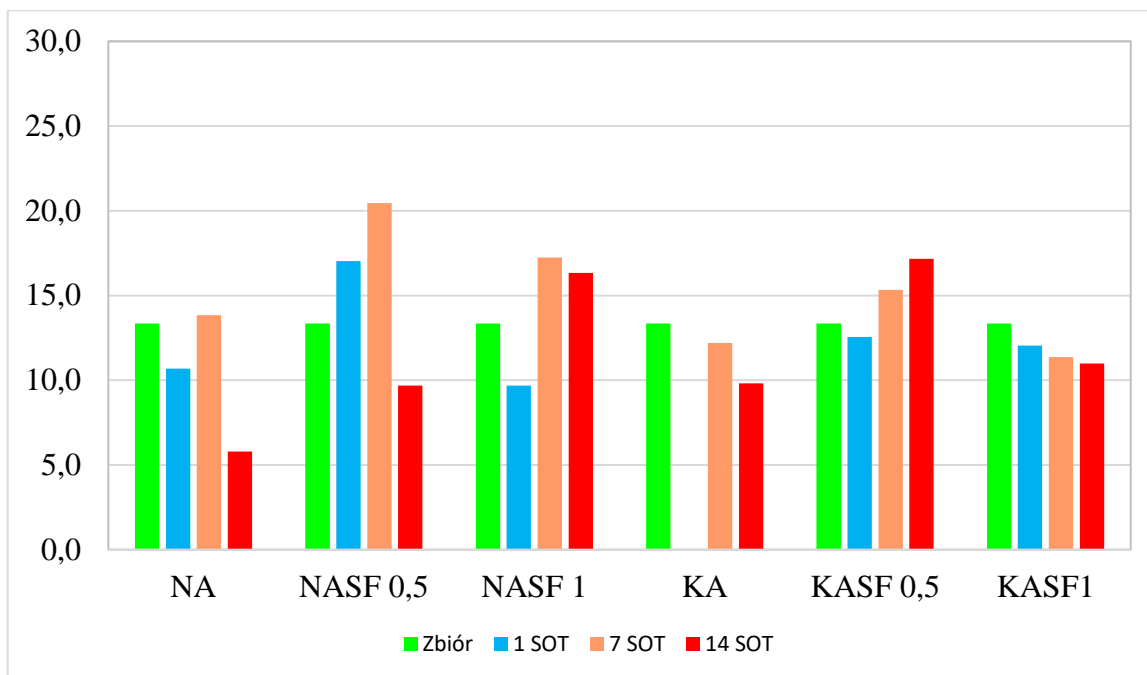
Wykres 4. Wpływ warunków przechowywania gruszek odmiany ‘Konferencja’ na zmiany zawartości kwasu jabłkowego [mg/kg]. II termin zbioru, po dwóch miesiącach przechowywania



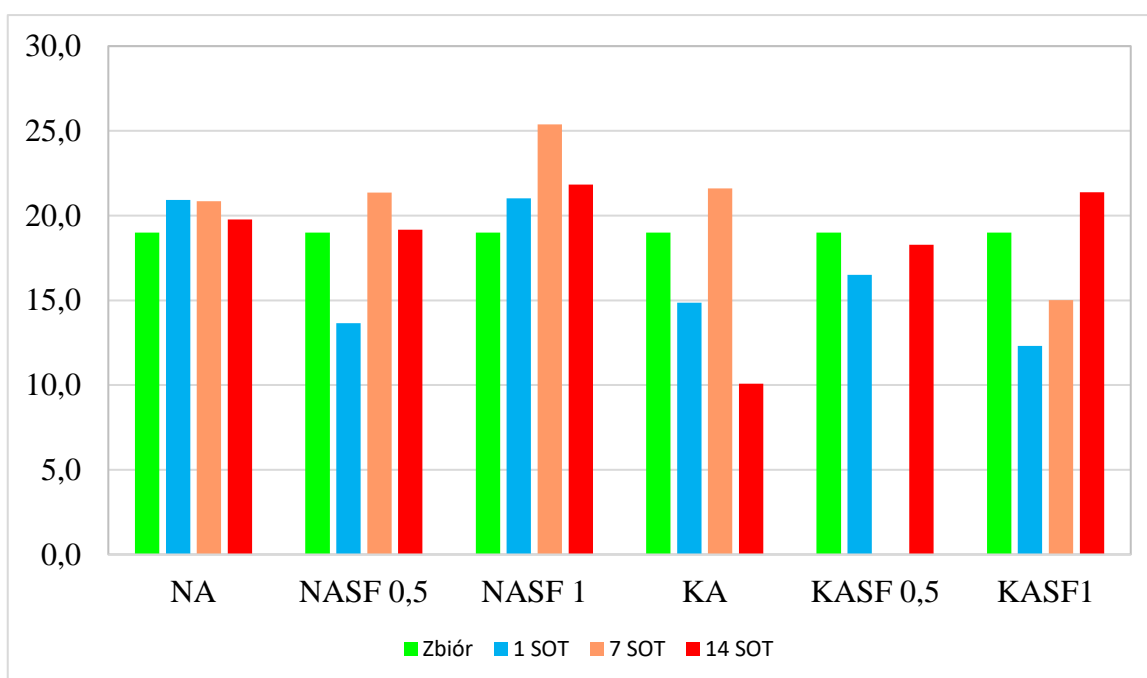
Wykres 5. Wpływ warunków przechowywania gruszek odmiany ‘Konferencja’ na zmiany zawartości kwasu cytrynowego [mg/kg]. I termin zbioru, po dwóch miesiącach przechowywania



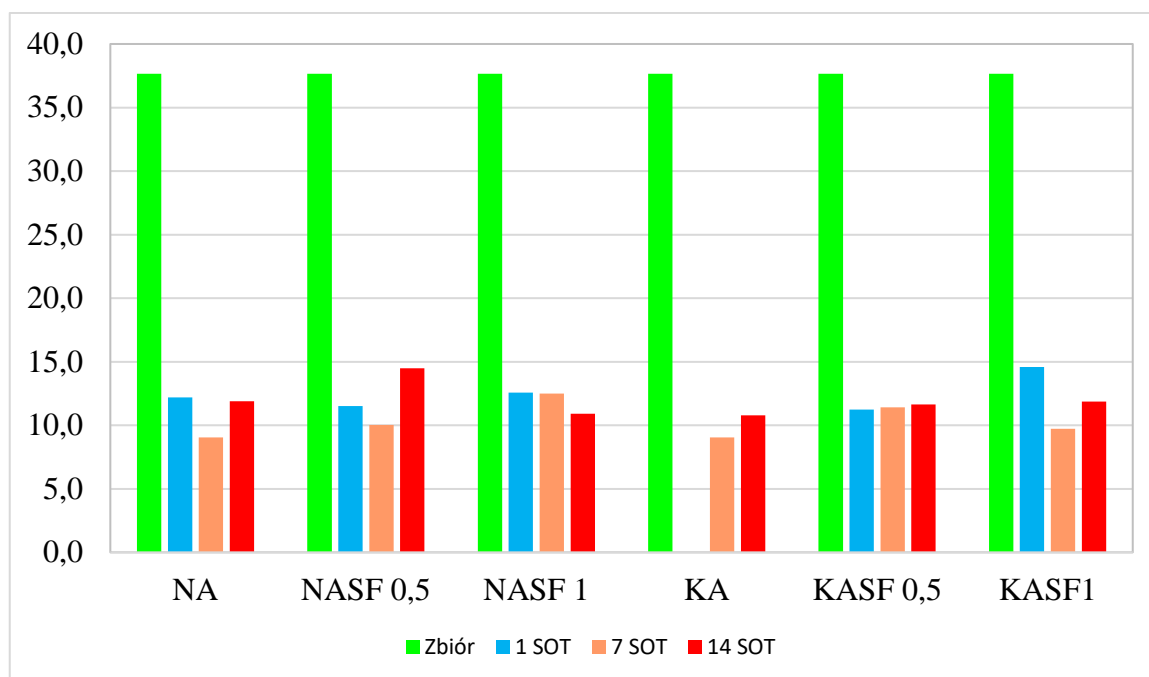
Wykres 6. Wpływ warunków przechowywania gruszek odmiany ‘Konferencja’ na zmiany zawartości kwasu cytrynowego [mg/kg]. II termin zbioru, po dwóch miesiącach przechowywania



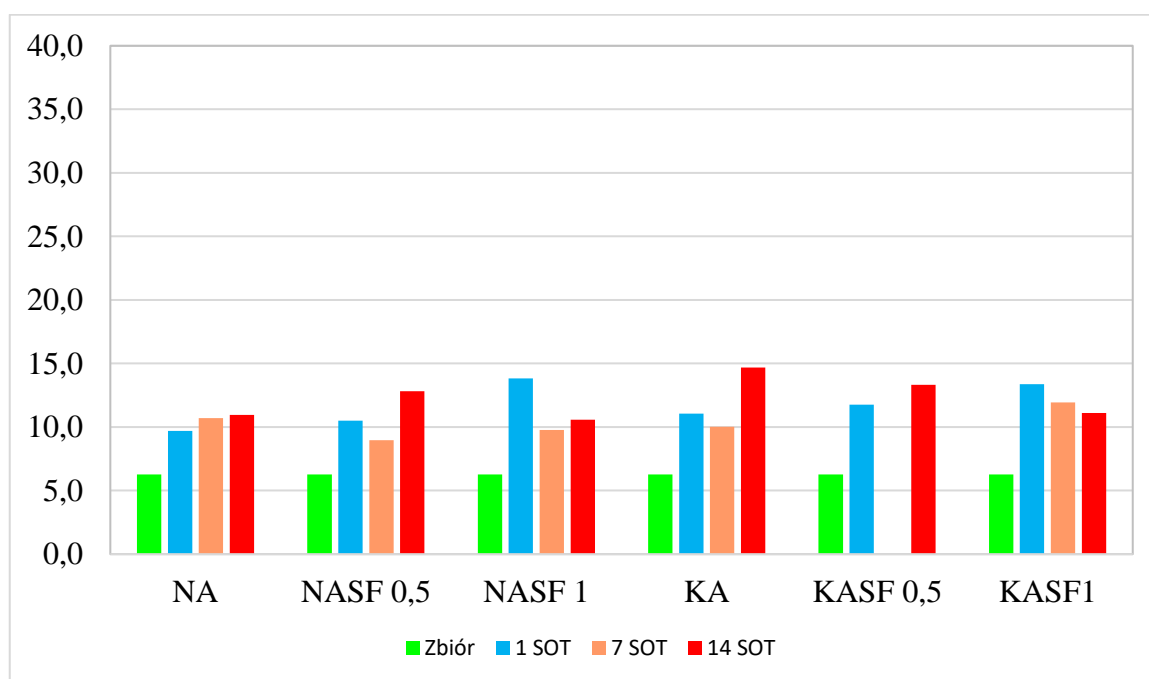
Wykres 7. Wpływ warunków przechowywania gruszek odmiany ‘Konferencja’ na zmiany zawartości sacharozy [g/kg]. I termin zbioru, po dwóch miesiącach przechowywania



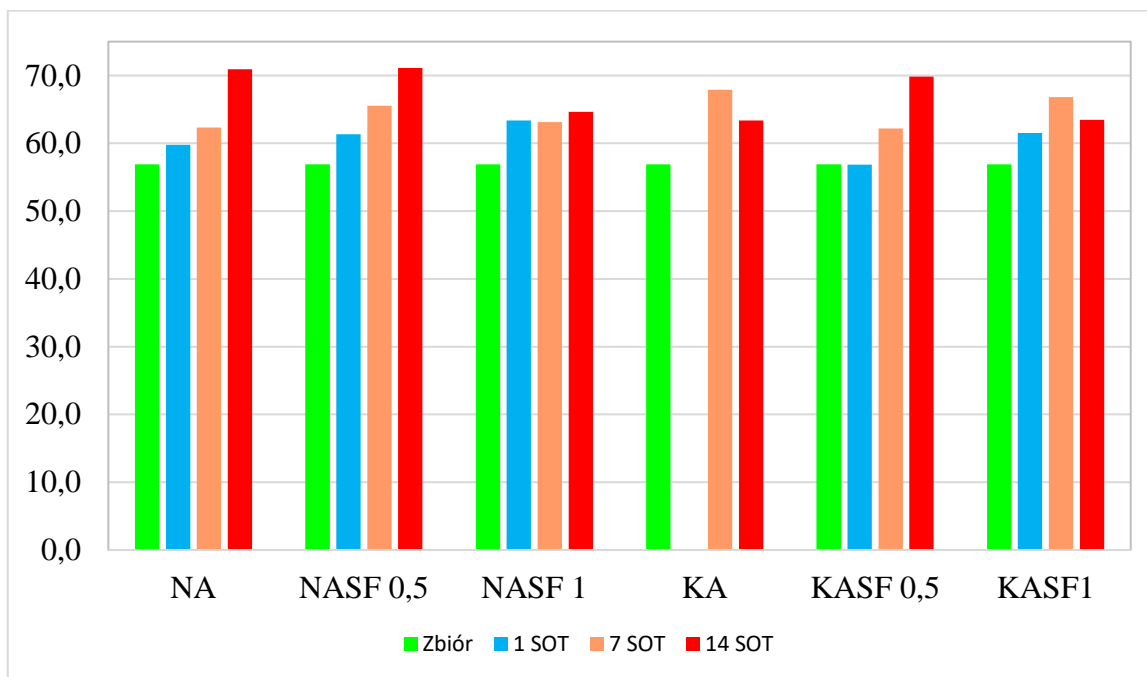
Wykres 8. Wpływ warunków przechowywania gruszek odmiany ‘Konferencja’ na zmiany zawartości sacharozy [g/kg]. II termin zbioru, po dwóch miesiącach przechowywania



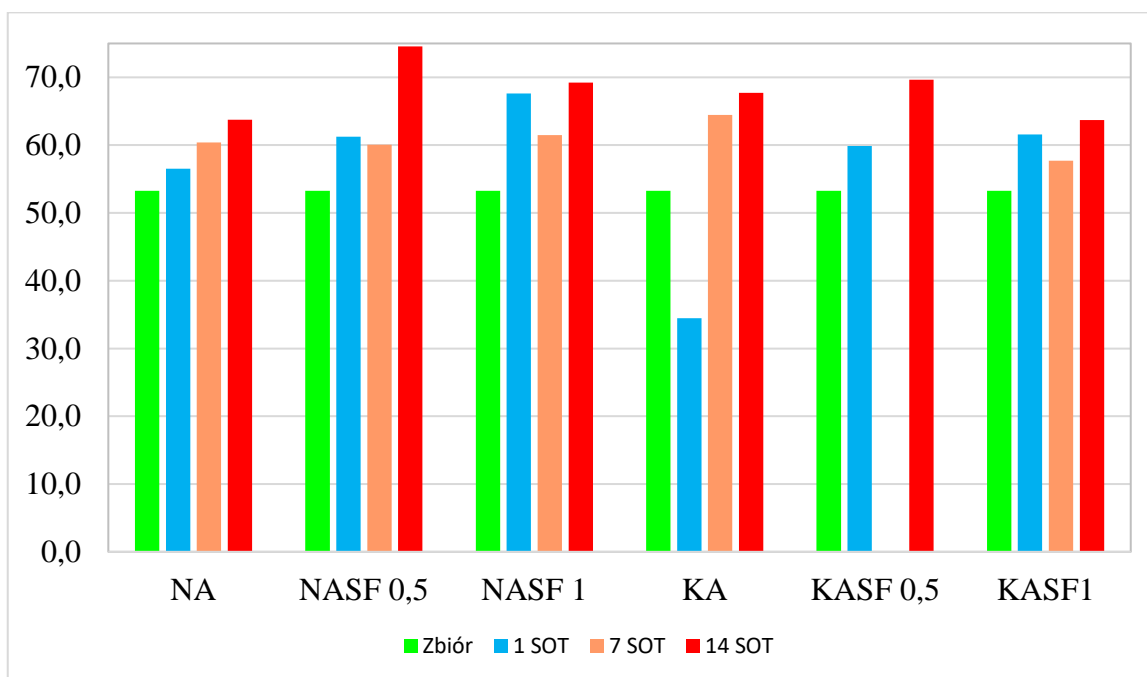
Wykres 9. Wpływ warunków przechowywania gruszek odmiany ‘Konferencja’ na zmiany zawartości glukozy [g/kg]. I termin zbioru, po dwóch miesiącach przechowywania



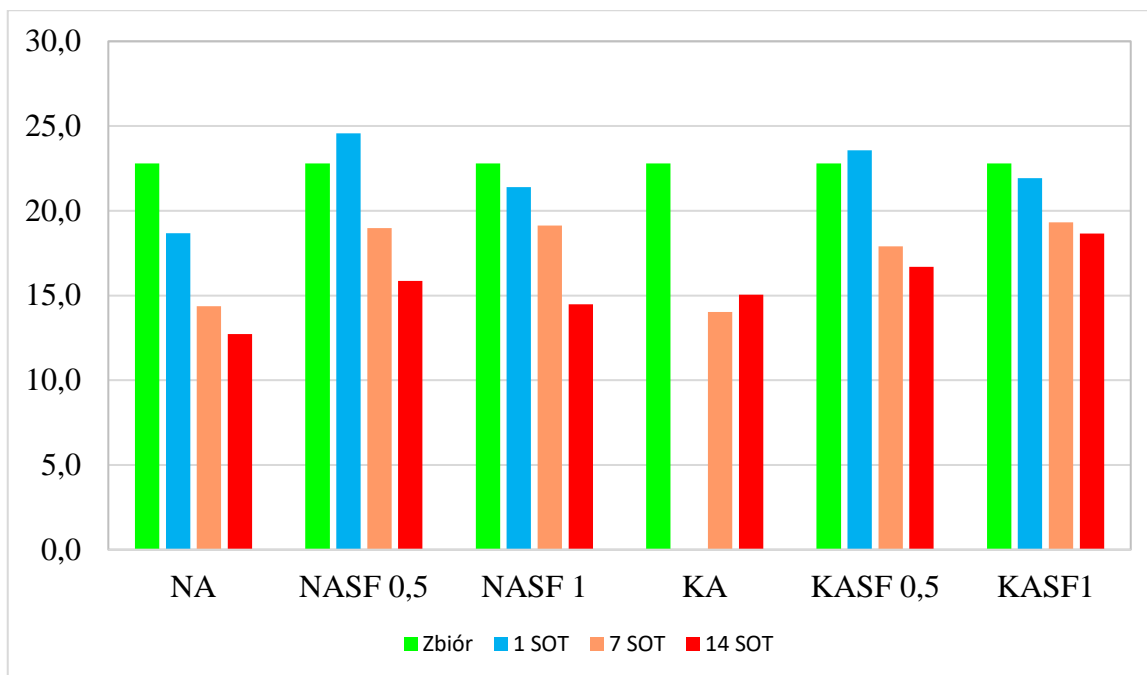
Wykres 10. Wpływ warunków przechowywania gruszek odmiany ‘Konferencja’ na zmiany zawartości glukozy [g/kg]. II termin zbioru, po dwóch miesiącach przechowywania



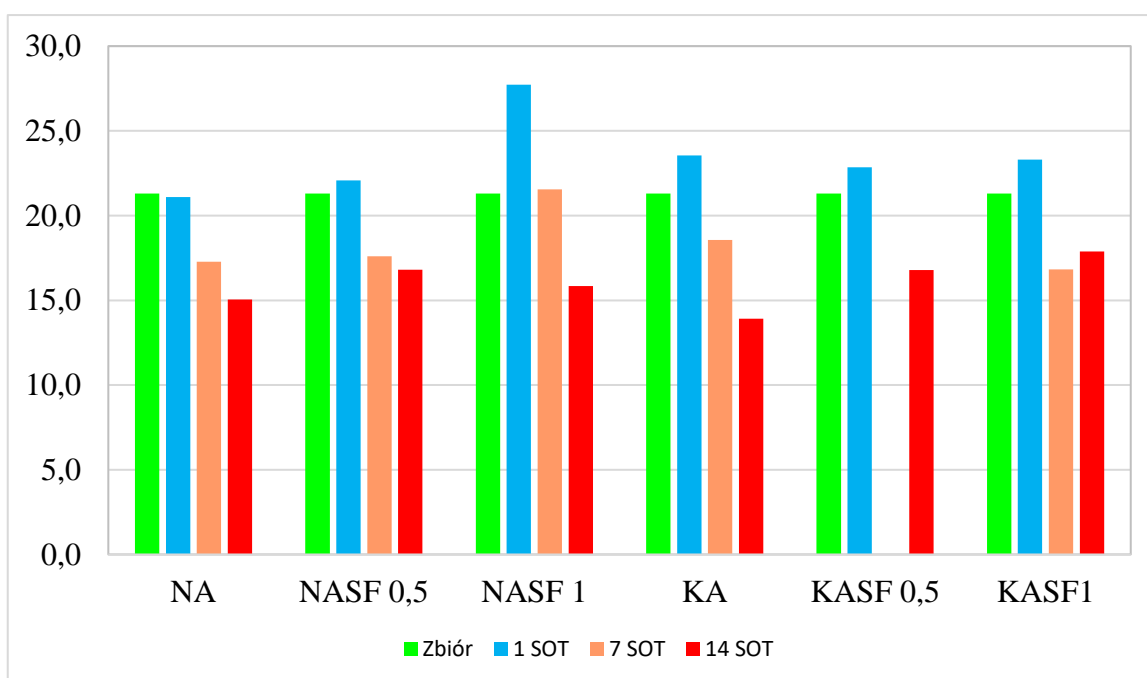
Wykres 11. Wpływ warunków przechowywania gruszek odmiany ‘Konferencja’ na zmiany zawartości fruktozy [g/kg]. I termin zbioru, po dwóch miesiącach przechowywania



Wykres 12. Wpływ warunków przechowywania gruszek odmiany ‘Konferencja’ na zmiany zawartości fruktozy [g/kg]. II termin zbioru, po dwóch miesiącach przechowywania



Wykres 13. Wpływ warunków przechowywania gruszek odmiany ‘Konferencja’ na zmiany zawartości sorbitolu [g/kg]. I termin zbioru, po dwóch miesiącach przechowywania



Wykres 14. Wpływ warunków przechowywania gruszek odmiany ‘Konferencja’ na zmiany zawartości sorbitolu [g/kg]. II termin zbioru, po dwóch miesiącach przechowywania

5. Wpływ technologii przechowywania na zawartość wybranych składników w brokułach

W 2017 r. zakończono doświadczenia przechowalnicze brokułów odmiany Parthenon F₁, które zebrano 6. XI. 2016 r., i przechowywano w Pracowni Przechowalnictwa i Fizjologii Pozbiorczej Owoców i Warzyw IO. Po przywiezieniu brokułów docięto liście przy głąbie i skrócono głąb do 18-20 cm. Skrzynki, w których składowano kombinację kontrolną wyłożono folią polietylenową, natomiast w kombinacjach przechowywanych w kontrolowanej i dynamicznie kontrolowanej atmosferze pozostawiono skrzynki bez folii.

Brokuły przechowywano w temperaturze 0-1°C przez 100 dni. Zastosowano następujące sposoby przechowania:

- kontrolowana atmosfera (KA) ze stężeniami tlenu i dwutlenku węgla; 1% O₂ – 1% CO₂, (1% - 0,5%) O₂ – 1% CO₂, (1% - 0,5%) O₂ – 2% CO₂, (1% - 0,5%) O₂ – 0,5% CO₂
- dynamicznie kontrolowana atmosfera (DCA) ze stężeniami dwutlenku węgla: 0,5%, 1%, 2%
- normalna atmosfera (NA) - przechowywanie obiektu kontrolnego

Podobnie jak w poprzednim sezonie, w kombinacjach z kontrolowaną atmosferą ze zmienną koncentracją tlenu, na początku okresu przechowalniczego utrzymywano stężenie O₂ na poziomie 1,0% a później przez 2 tygodnie stopniowo obniżano do poziomu 0,5%. Na tym poziomie utrzymywano koncentrację tlenu do końca okresu przechowalniczego, czyli do 17 lutego 2017 r.

Po zakończeniu okresu przechowywania, poza oceną jakości róz wykonano analizy na zawartość cukrów ogółem, cukrów redukujących, witaminy C, kwasu foliowego, sulforafanu i indolo – 3 - karbinolu Wyniki przeprowadzonych analiz zamieszczono w Tabeli 1.

Tabela 1. Wpływ KA i DKA na skład chemiczny brokułów ‘Parthenon F₁’ przechowywanych przez 100 dni w temperaturze 0-1°C

Obiekt	Cukry ogółem %	Cukry reduk. %	Witam. C mg/100g	Kwas foliowy mcg/100g	Sulforafan mg/100g	Indolo-3-karbinol mcg/100 g
Po zbiorze	1,23	0,38	16,63	132,53	0,05	9,50
kontrola	2,40	0,99	9,23	7,68	2,16	11,81
0,5-1,0% O ₂ – 0,5% CO ₂	1,41	0,57	12,34	9,10	0,11	0,0
0,5-1,0% O ₂ – 1,0% CO ₂	1,30	0,51	15,80	6,57	0,86	5,66
0,5-1,0% O ₂ – 2,0% CO ₂	2,41	1,06	12,33	7,26	0,14	0,0
1,0% O ₂ – 1,0% CO ₂	2,01	0,83	14,55	6,73	1,01	5,43
DCA – 0,5% CO ₂	2,15	0,92	25,91	8,55	0,15	0,0
DCA – 1,0% CO ₂	1,38	0,75	17,48	6,59	0,31	0,0
DCA – 2,0% CO ₂	1,59	0,70	9,60	9,44	0,74	0,0

6. Wpływ technologii przechowywania na zawartość wybranych składników w salacie kruchej

W 2017 roku sałatę odm. Ikabenas i Federico przechowywano przez 28 dni w temperaturze 0-1°C. Zastosowano kontrolowane atmosfery o składzie: 3,0% O₂ - 1,0% CO₂; (1,0-0,6%) O₂ - 1,0% CO₂; (1,0-0,6%) O₂ - 2,0% CO₂, oraz DCA ze stężeniami CO₂ – 1,0 i 2,0 %. W kombinacjach ze stężeniem tlenu 1,0-0,6%, bezpośrednio po wstawieniu sałaty do kontenerów obniżono poziom tlenu do 1,0 % i następnie stopniowo przez 7 dni obniżano do 0,6% i na tym poziomie utrzymywano tlen do końca okresu przechowywania.

Bezpośrednio po zbiorze oraz po przechowywaniu oznaczono zawartość chlorofilu, polifenoli ogółem oraz witaminy C. Jak wskazują wyniki przeprowadzonych analiz (Tabela 2) po przechowywaniu najwyższą zawartość chlorofilu charakteryzowały się warzywa składowane w folii dla odm. Federico (3,30 mg/100 g FW) oraz kontrola dla odm. Ikebana (4,95 mg/100g FW). Najwięcej polifenoli po przechowywaniu oznaczono w odm. Ikebana składowanej w 2%CO₂ DCA (52,93 mg/100g FW) oraz w 1% CO₂ 1-0,6% O₂ dla odm. Federico (12,66 mg/100g FW). Najwyższą zawartość witaminy C stwierdzono w przypadku odm. Federico w kontroli a dla odm. Ikebana w warzywach składowanych w 2% CO₂ DCA.

Zawartości wszystkich substancji malała w czasie przechowywania za wyjątkiem chlorofilu oznaczonego w odm. Ikebana składowanej w 1%CO₂ DCA i kontroli.

Tabela 2. Zawartości wybranych składników w salacie odmiany Federico i Ikebana.

		Federico			Ikebana		
		chlorofil [mg/100g]	polifenole [mg/100g]	witamina C [mg/100g]	chlorofil [mg/100g]	polifenole [mg/100g]	witamina C [mg/100g]
bezpośrednio po zbiorze		3,30	33,13	6,73	3,65	91,59	6,68
po przechowywaniu:	1%CO ₂ 1-0,6%O ₂	3,16	12,66	4,90	2,16	10,70	4,81
	1%CO ₂ DCA	1,88	10,38	4,98	4,22	13,46	5,09
	2%CO ₂ 1-0,6%O ₂	2,32	10,37	4,58	3,46	11,77	5,63
	2%CO ₂ DCA	2,26	10,68	4,42	3,92	52,93	6,41
	3%CO ₂ 1%O ₂	2,53	12,08	5,49	3,00	13,27	5,46
	folia	3,30	11,05	4,61	2,19	11,00	5,79
	kontrola	3,04	8,95	6,11	4,95	16,21	5,91

7. Wpływ technologii otrzymywania minimalnie przetworzonej cykorii sałatowej, radicchio i sposobu pakowania na zawartość wybranych składników

W 2017 roku w ramach optymalizacji założeń technologicznych do otrzymywania minimalnie przetworzonych warzyw i ich przechowywania w opakowaniach typu MAP i innych oceniono wpływ zastosowania kwasów organicznych jako czynnika antyoksydacyjnego oraz opakowań foliowych z mikroperforacją na trwałość przechowalniczą i jakość minimalnie przetworzonej cykorii sałatowej, radicchio (*Cichorium intybus* L. var. *foliosum* Hegi).

Materiałem do badań była cykoria sałatowa odm. Leonardo firmy nasiennej Bejo Zaden. Cykoria sałatowa była krojona (główka na połówki, a liście połówek na paski szerokości ok. 2 cm). Uzyskany surowiec był następnie poddawany zabiegom mającym na celu podniesienie trwałości przechowalniczej i utrzymaniu jakości warzywa podczas krótkotrwałego jej składowania w warunkach chłodniczych.

Stosowano następujące kombinacje traktowania cykorii sałatowej:

- a) **krojone liście cykorii sałatowej bez płukania w wodzie** i bez moczenia w roztworach o charakterze antyoksydacyjnym,
- b) **moczenie krojonej cykorii sałatowej w wodzie przez okres 3 minuty**, a następnie obsuszanie i umieszczenie pokrojonej cykorii sałatowej (ok. 150 g) do woreczków z folii perforowanej PE firmy P.H.U.P KABART i P.H.U.P EFEKT lub na tackach luzem z przykryciem folią PE z dostępem powietrza z otoczenia,
- c) **moczenie krojonej cykorii sałatowej w roztworze wodnym kwasu cytrynowego o stężeniu 1,0 % przez okres 3 minuty**; obsuszanie i umieszczenie pokrojonej cykorii sałatowej w woreczkach z folii perforowanej PE firmy P.H.U.P KABART i P.H.U.P EFEKT lub na tackach luzem z przykryciem folią PE z dostępem powietrza z otoczenia,
- d) **moczenie krojonej cykorii sałatowej w roztworze wodnym kwasu cytrynowego o stężeniu 1,0 % i kwasu askorbinowego o stężeniu 0,5% przez okres 3 minuty**; obsuszanie i umieszczenie pokrojonej cykorii sałatowej w woreczkach z folii perforowanej PE firmy P.H.U.P KABART i P.H.U.P EFEKT lub na tackach luzem z przykryciem folią PE z dostępem powietrza z otoczenia.

Przygotowane technologicznie próby cykorii sałatowej w opakowaniach foliowych i na tackach były składowane w chłodni w temp. 0°C. Cykoria sałatowa była składowana przez okres 7 dni.

W cykorii sałatowej świeżej oraz bezpośrednio po przechowywaniu poza oceną jakości i analizą sensoryczną oznaczono zawartości wybranych składników - suchej masy, cukrów ogółem, kwasu askorbinowego i polifenoli ogółem. W Tabelach 3-5 zamieszczono wyniki oceny wpływu traktowania czynnikami antyoksydacyjnymi i krótkotrwałego przechowywania na jakość i wartość odżywczą cykorii sałatowej. W krojonej cykorii sałatowej po przechowywaniu w temp. 0°C bez opakowań przez okres 7 dni i uprzednim traktowaniu roztworem kwasu cytrynowego oraz kwasu askorbinowego stwierdzono wzrost zawartości suchej masy, cukrów ogółem, kwasu askorbinowego oraz polifenoli ogółem. Natomiast w przechowywanej w opakowaniach z folii perforowanej 'Efekt' i 'Kabart' zanotowano nieznaczny spadek suchej masy i cukrów ogółem, natomiast wzrost zawartości kwasu askorbinowego i polifenoli ogółem, po uprzednim traktowaniu czynnikami antyoksydacyjnymi.

Tabela 3. Zawartość wybranych składników w krojonej cykorii sałatowej po przechowywaniu przez 7 dni w 0°C na tackach bez opakowań, z lekkim przykryciem folią.

Obiekt	Sucha masa (%)	Kwas askorbinowy (mg/100g)	Cukry ogółem (%)	Polifenole ogółem (mg/kg)
Nie traktowana	Cykoria świeża			
	6.6	28.0	2.2	142.8
Cykoria po przechowywaniu w temp. 0°C				
Nie traktowana	7.1	27.5	3.1	178.0
Myta w wodzie wodociągowej	7.1	31.2	2.8	170.7
Myta w 1% kw. cytryn. /3 min/	6.9	35.9	2.2	153.9
Myta w 1% kw. cytryn. + 0,5% kw. askorb. /3 min/	6.8	46.3	2.4	192.5

Tabela 4. Zawartość niektórych składników w krojonej cykorii sałatowej po przechowywaniu przez 7 dni w 0°C w opakowaniach z folii perforowanej (Efekt).

Obiekt	Sucha masa (%)	Kwas askorbinowy (mg/100g)	Cukry ogółem (%)	Polifenole ogółem (mg/kg)
Nie traktowana	Cykoria świeża			
	6.6	28.0	2.2	142.8
Cykoria po przechowywaniu w temp. 0°C				
Nie traktowana	7.1	30.1	2.4	175.6
Myta w wodzie wodociągowej	6.9	29.6	2.2	170.8
Myta w 1% kw. cytryn. /3 min/	6.2	32.8	1.9	180.6
Myta w 1% kw. cytryn. + 0,5% kw. askorb. /3 min/	6.1	59.3	1.9	151.8

Tabela 5. Zawartość niektórych składników w krojonej cykorii sałatowej po przechowywaniu przez 7 dni w 0°C w opakowaniach z folii perforowanej (Kabart).

Obiekt	Sucha masa (%)	Kwas askorbinowy (mg/100g)	Cukry ogółem (%)	Polifenole ogółem (mg/kg)
Nie traktowana	Cykoria świeża			
	6.6	28.0	2.2	142.8
Cykoria po przechowywaniu w temp. 0°C				
Nie traktowana	6.9	32.2	2.4	188.9
Myta w wodzie wodociągowej	5.8	38.8	2.1	162.0
Myta w 1% kw. cytryn. /3 min/	5.8	37.4	1.4	153.1
Myta w 1% kw. cytryn. + 0,5% kw. askorb. /3 min/	5.8	66.6	1.5	144.0

8. Wpływ technologii otrzymywania minimalnie przetworzonej fasoli szparagowej i sposobu pakowania na zawartość wybranych składników

W 2017 roku w ramach optymalizacji założeń technologicznych do otrzymywania minimalnie przetworzonych warzyw i ich przechowywania w opakowaniach typu MAP i innych oceniono wpływ zastosowania kwasów organicznych jako czynnika antyoksydacyjnego oraz opakowań foliowych XTend® z mikroperforacją na trwałość przechowalniczą i jakość minimalnie przetworzonej fasoli szparagowej.

Materiałem do badań była zielonostrąkowa fasola szparagowa odm. Ferrari F₁. Strąki fasoli po zbiorze były obcinane na obu końcach, a następnie myte w zimnej wodzie wodociągowej. Po powierzchniowym obsuszeniu strąków surowiec był następnie poddawany zabiegom technologicznym moczenia w roztworach kwasów organicznych w celu podniesienia trwałości przechowalniczej i utrzymania jego jakości podczas krótkotrwałego składowania w warunkach chłodniczych. Stosowano w tym celu krótkotrwałe moczenie strąków w roztworze kwasu cytrynowego o stężeniu 1,0 % lub roztworze zawierającym kwas cytrynowy 1,0 % i kwas askorbinowy 0,5%.

Stosowano następujące kombinacje traktowania fasoli szparagowej:

- a) moczenie fasoli w roztworze wodnym **kwasu cytrynowego o stężeniu 1,0 % przez okres 3 minut**; umieszczenie strąków (ok. 250 g) w **torebkach z folii XTend** (folia przeznaczona do krótkotrwałego przechowywania warzyw)
- b) moczenie fasoli w roztworze wodnym **kwasu cytrynowego o stężeniu 1,0 % przez okres 3 minut**; umieszczenie strąków (ok. 250 g) **na tackach styropianowych**, przykrycie strąków folią z dostępem powietrza
- c) moczenie fasoli w roztworze wodnym **kwasu cytrynowego o stężeniu 1,0 % i kwasu askorbinowego 0,5% przez okres 3 minut**; umieszczenie strąków (ok. 250 g) w **torebkach z folii XTend®**
- d) moczenie fasoli w roztworze wodnym **kwasu cytrynowego o stężeniu 1,0 % i kwasu askorbinowego 0,5% przez okres 3 minut**; umieszczenie strąków (ok. 250 g) **na tackach styropianowych**, przykrycie strąków folią z dostępem powietrza
- e) fasola **myta w wodzie wodociągowej** umieszczona w **torebkach z folii XTend**
- f) fasola **myta w wodzie wodociągowej** umieszczona **na tackach styropianowych**, przykrycie strąków folią z dostępem powietrza
- g) kontrola- fasola niemyta w wodzie umieszczona w **torebkach z folii XTend**
- h) kontrola- fasola niemyta w wodzie umieszczona **na tackach styropianowych**.

Przygotowane technologicznie próby fasoli szparagowej na tackach styropianowych przykrytych folią /z dostępem powietrza/ oraz w torebkach z folii mikroperforowanej XTend były składowane w chłodni w temp. +5⁰C oraz +6⁰C. Fasola składowana była przez okres 7 dni i następnie oceniono jej jakość oraz poddano ocenie sensorycznej. Ponadto w fasoli oznaczono zawartości suchej masy, cukrów ogółem, kwasu askorbinowego (witamina C) oraz polifenoli ogółem.

Wyniki przeprowadzonych analiz zamieszczono w Tabelach 6-7.

Tabela 6. Zawartość niektórych składników w fasoli szparagowej po przechowywaniu przez 7 dni w 5°C na tackach bez opakowań, z lekkim przykryciem folią.

Obiekt	Sucha masa (%)	Kwas askorbinowy (mg/100g)	Cukry ogółem (%)	Polifenole ogółem (mg/kg)
Nie traktowana	Fasola szparagowa świeża			
	10.6	13.1	2.3	213.6
Fasola szparagowa po przechowywaniu w temp. 5°C				
Nie traktowana	10.6	12.5	2.7	255.8
Myta w wodzie wodociągowej	11.3	14.1	2.7	270.9
Myta w 1% kw. cytryn. /3 min/	12.3	14.3	2.6	287.7
Myta w 1% kw. cytryn. + 0,5% kw. askorb. /3 min/	12.1	15.8	2.8	277.3

Tabela 7. Zawartość niektórych składników w fasoli szparagowej po przechowywaniu przez 7 dni w 5°C w opakowaniach z folii perforowanej (Efekt).

Obiekt	Sucha masa (%)	Kwas askorbinowy (mg/100g)	Cukry ogółem (%)	Polifenole ogółem (mg/kg)
Nie traktowana	Fasola szparagowa			
	10.6	13.1	2.3	213.6
Fasola szparagowa po przechowywaniu w temp. 5°C				
Nie traktowana	11.0	14.0	2.6	278.7
Myta w wodzie wodociągowej	12.8	14.5	2.7	290.2
Myta w 1% kw. cytryn. /3 min/	13.3	15.1	2.5	291.5
Myta w 1% kw. cytryn. + 0,5% kw. askorb. /3 min/	12.1	15.3	2.7	305.9

Traktowanie świeżej fasoli szparagowej roztworem zawierającym kwas cytrynowy lub jego mieszaniną z kwasem askorbinowym, lub jej moczenie w wodzie wodociągowej wpłynęło na podwyższenie zawartości suchej masy, cukrów ogółem, kwasu askorbinowego i polifenoli ogółem w fasoli szparagowej składowanej w temp. 5°C przez okres 7 dni, zarówno na tackach bez opakowań, jak i w opakowaniach z folii perforowanej.

9. Wpływ technologii otrzymywania minimalnie przetworzonej papryki i sposobu pakowania na zawartość wybranych składników

W 2017 roku w ramach optymalizacji założeń technologicznych do otrzymywania minimalnie przetworzonych warzyw i ich przechowywania w opakowaniach typu MAP i innych oceniono wpływ zastosowania kwasów organicznych jako czynnika antyoksydacyjnego oraz opakowań foliowych XTend® z mikroperforacją na trwałość przechowalniczą i jakość minimalnie przetworzonej papryki.

Materiałem do badań była papryka krojona odm. **Yekla F1**. Bezpośrednio po zbiorze owoce papryki były myte, pozbawione gniazda nasiennego i krojone na mniejsze części. Surowiec był następnie poddawany zabiegom w celu podniesienia trwałości przechowalniczej i utrzymania jakości papryki podczas krótkotrwałego jej składowania w warunkach chłodniczych:

Stosowano następujące kombinacje traktowania fasoli szparagowej:

- a) **moczenie papryki w roztworze wodnym kwasu cytrynowego o stężeniu 1,0 % przez okres 3 minut**; obsuszanie papryki poprzez ocieknięcie; umieszczenie kawałków papryki (ok. 200 g) do woreczków z folii perforowanej PE (perforacja 0,02%)
- b) **moczenie papryki w roztworze wodnym kwasu cytrynowego o stężeniu 1,0 % przez okres 3 minut**; obsuszanie papryki poprzez ocieknięcie; umieszczenie kawałków papryki (ok. 200 g) w litych pudełkach plastikowych
- c) **moczenie papryki w roztworze wodnym kwasu askorbinowego o stężeniu 1,0 % przez okres 3 minut**; obsuszanie papryki poprzez ocieknięcie; umieszczenie kawałków papryki (ok. 200 g) do woreczków z folii perforowanej PE (perforacja 0,02%)
- d) **moczenie papryki w roztworze wodnym kwasu askorbinowego o stężeniu 1,0 % przez okres 3 minut**; obsuszanie papryki poprzez ocieknięcie; umieszczenie kawałków papryki (ok. 200 g) w litych pudełkach plastikowych
- e) **moczenie w roztworze wodnym kwasu cytrynowego o stężeniu 1,0 % i kwasu askorbinowego, o stężeniu 0,5% każdego z tych związków, przez okres 3 minuty**; obsuszanie papryki poprzez ocieknięcie; umieszczenie kawałków papryki (ok. 200 g) do woreczków z folii perforowanej PE (perforacja 0,2%)
- f) **moczenie w roztworze wodnym kwasu cytrynowego o stężeniu 1,0 % i kwasu askorbinowego, o stężeniu 0,5% każdego z tych związków, przez okres 3 minuty**; obsuszanie papryki poprzez ocieknięcie; umieszczenie kawałków papryki (ok. 200 g) do litych pudełek plastikowych
- g) **krojona papryka myta w wodzie** (200g) była pakowana do woreczków z folii perforowanej PE (perforacja 0,02%)
- h) **krojona papryka myta w wodzie** była umieszczona w litych pudełkach plastikowych (bez uprzedniego moczenia)
- i) **kontrola** - krojona papryka (200g) była pakowana do woreczków z folii perforowanej PE (perforacja 0,02%). Każda z wymienionych kombinacji technologicznych składała się z 10-ciu opakowań po 200 g papryki
- j) **kontrola** - krojona papryka była umieszczona w litych pudełkach plastikowych

Przygotowane technologicznie próby papryki w opakowaniach były przechowywane w chłodni w temp. 5-6°C przez 4 dni. Następnie przeprowadzono ocenę jakości i wykonano analizę

sensoryczną wg metody QDA. Ponadto oznaczono zawartość suchej masy, kwasu askorbinowego, cukrów ogółem i polifenoli ogółem (wyniki w Tabelach 8-9).

Po przechowywaniu krojonych owoców papryki w temp. 5°C, zarówno w pudełkach, jak i w opakowaniach z folii perforowanej przez okres 4 dni obserwowano wzrost zawartości suchej masy, cukrów ogółem, kwasu askorbinowego, natomiast spadek polifenoli ogółem, po uprzednim traktowaniu roztworem kwasu cytrynowego, kwasu askorbinowego oraz mieszaniną kwasu cytrynowego i askorbinowego.

Tabela. 8. Zawartość niektórych składników w krojonych owocach papryki Yecla F₁ po przechowywaniu przez w temp. 5°C przez 4 dni w pudełkach.

Obiekt	Sucha masa (%)	Kwas askorbinowy (mg/100g)	Cukry ogółem (%)	Polifenole ogółem (mg/kg)
Nie traktowana	Papryka świeża			
	9.8	170.6	6.6	997.2
Papryka po przechowywaniu w temp. 5°C				
Nie traktowana	9.8	198.6	6.2	822.6
Myta w wodzie wodociągowej	9.6	190.7	6.2	74.5
Myta w 1% kw. cytryn. /3 min/	9.6	170.1	6.1	758.3
Myta w 1% kw. askorb. /3 min/	9.8	215.9	6.4	856.8
Myta w 1% kw. cytryn. + 0,5% kw. askorb. /3 min/	10.2	202.1	6.7	857.5

Tabela 9. Zawartość niektórych składników w krojonych owocach papryki Yecla F₁ po przechowywaniu przez w temp. 5°C przez 4 dni w opakowaniach z folii perforowanej (Efekt).

Obiekt	Sucha masa (%)	Kwas askorbinowy (mg/100g)	Cukry ogółem (%)	Polifenole ogółem (mg/kg)
Nie traktowana	Papryka świeża			
	9.8	170.6	6.6	997.2
Papryka po przechowywaniu w temp. 5°C				
Nie traktowana	10.1	204.3	6.4	801.0
Myta w wodzie wodociągowej	9.7	194.5	6.3	744.6
Myta w 1% kw. cytryn. /3 min/	10.1	184.5	6.4	826.1
Myta w 1% kw. askorb. /3 min/	10.1	229.8	6.5	862.8
Myta w 1% kw. cytryn. + 0,5% kw. askorb. /3 min/	10.6	211.3	6.9	871.4

10. Wnioski

Zawartość składników prozdrowotnych w owocach i warzywach to przede wszystkim cecha gatunkowa i odmianowa. Zastosowanie innowacyjnych technologii przechowywania czy przetwarzania może istotnie wpływać na zachowanie wspomnianych składników. Dotychczasowe wyniki badań wskazują na potencjalną możliwość wykorzystania kwasu askorbinowego jako czynnika opóźniającego niekorzystne zmiany jakościowe minimalnie przetworzonych warzyw. Dodatkowym atutem takiego traktowania jest infiltracja tkanki kwasem askorbinowym, co korzystnie wpływa na wartość odżywczą produktu.

Zastosowanie innowacyjnych technologii przechowywania, w tym niskotlenowych i/lub dynamicznie kontrolowanej atmosfery oraz zastosowane w doświadczeniach traktowania owoców inhibitorem dojrzewania (1-MCP) korzystnie wpływają na utrzymanie ich cech jakościowych (głównie jędrności i kwasowości) oraz zwiększenie trwałości przechowalniczej. Natomiast brak powtarzalnych zależności wpływu innowacyjnych technologii przechowywania na zawartość składników prozdrowotnych może wynikać z jednej strony z dużej zmienności biologicznej owoców, z drugiej zaś z odpowiedzi owoców na stres fizjologiczny (niska temperatura, inhibitor dojrzewania, atmosfera niskotlenowa).