



Zakład Przechowalnictwa i Przetwórstwa
Owoców i Warzyw

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 Maria Grzegorzewska
dr inż. Jarosław Markowski
dr inż. Monika Mieszczakowska-Frać
dr Kalina Sikorska-Zimny
dr Justyna Szwejda-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 2016

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’	6
5. Wpływ technologii przechowywania zawartość wybranych składników w brokułach	8
6. Wpływ technologii przechowywania na zawartość wybranych składników w sałacie kruchej	10
7. Wpływ technologii otrzymywania minimalnie przetworzonej marchwi i sposobu pakowania na zawartość wybranych składników	10
8. Wpływ technologii otrzymywania minimalnie przetworzonej fasoli i sposobu pakowania na zawartość wybranych składników	12
9. Wnioski.....	16

1. Wprowadzenie

W wielu publikacjach naukowych wskazuje się na korzystną rolę spożycia owoców, warzyw i ich przetworów w prewencji przewlekłych chorób. Naukowcy są zgodni, że zwiększona konsumpcja tych produktów jest korzystna dla zdrowia, pomimo że efekty nie zawsze dają się wyjaśnić na podstawie zawartości składników odżywczych. Obecnie, nowa rekomendowana piramida żywienia, którą w styczniu 2016 r. opublikował Instytut Żywności i Żywienia u swej podstawy posiada różne formy aktywności fizycznej, a nie jak dotąd konkretne produkty spożywcze. Pierwsze miejsce wśród zalecanych produktów spożywczych zajmują natomiast owoce i warzywa. W niektórych krajach zaleca się by ich udział w diecie stanowił nawet 30%. Są one źródłem składników prozdrowotnych takich jak witaminy, błonnik, czy związki fenolowe oraz cukrów i kwasów organicznych, które w istotny sposób wpływają na ich smak.

W niniejszym opracowaniu przywołane zostaną wybrane wyniki badań prowadzonych w 2016 roku w ramach zadania 3.5 „Rozwój innowacyjnych technologii przechowywania i wykorzystania owoców i warzyw”, Programu Wieloletniego 2015-2020 „Rozwój zrównoważonych metod produkcji ogrodnictwa w celu zapewnienia wysokiej jakości biologicznej i odżywczej produktów ogrodnictwa oraz zachowania bioróżnorodności środowiska i ochrony jego zasobów” 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 2016 roku badaniami objęto dwie odmiany brzoskwiń, tj. ‘Redhaven’ i ‘Harrow Beauty’. Owoce odmiany ‘Redhaven’ zebrano w trzech terminach zbioru, a ‘Harrow Beauty’ w jednym. Wykorzystując urządzenie DA meter (Sintéleia, Włochy), po zbiorze owoce podzielono na klasy „dojrzałościowe” na podstawie uzyskanych wartości indeksu (ΔA).

W każdym terminie zbioru otrzymano rozkład klas praktycznie zgodny z krzywą Gaussa, tzn. z dwoma-trzema klasami dominującymi i kilkoma klasami o nieznacznym udziale (Fot. 1).



Fot. 1. Brzoskwinie posortowane na klasy dojrzałościowe

Jak wskazują dane przedstawione w Tabeli 1. zawartość β -karotenu w owocach brzoskwiń zależał zarówno od odmiany, terminu zbioru i klasy dojrzałościowej wyznaczonej na podstawie niedestrukcyjnych pomiarów. Dla owoców odmiany 'Redhaven', niezależnie od terminu zbioru, owoce z wyższych klas (mniej dojrzałe) charakteryzowały się wyższą zawartością β -karotenu. Dla odmiany 'Harrow Beauty' nie stwierdzono takiej zależności. Ponadto owoce 'Harrow Beauty' zawierały istotnie mniej β -karotenu niż owoce 'Redhaven'.

Tabela 1. Zawartość β -karotenu w owocach brzoskwiń w zależności od odmiany i klasy dojrzałościowej (wyznaczonej na podstawie pomiarów niedestrukcyjnych).

Odmiana / termin zbioru / klasa dojrzałościowa	Zawartość β -karotenu	
	mg/kg ś.m.	mg/kg s.s.
Redhaven_Izb_0,100-0,299	1,05	9,50
Redhaven_Izb_0,500-0,699	1,87	18,20
Redhaven_Izb_0,900-1,099	2,36	23,35
Redhaven_IIzb_0,100-0,299	1,17	13,43
Redhaven_IIzb_0,500-0,699	2,04	21,04
Redhaven_IIzb_0,900-1,099	2,51	27,57
Redhaven_IIIzb_0,100-0,299	1,31	12,17
Redhaven_IIIzb_0,500-0,699	2,33	25,35
Redhaven_IIIzb_0,700-0,899	2,42	25,90
Harrow Beauty_Izb_0,100-0,299	0,90	6,64
Harrow Beauty_Izb_0,500-0,699	0,72	5,74
Harrow Beauty_Izb_0,900-1,099	0,71	6,17

Poszczególne klasy przechowywano w chłodni z normalną atmosferą, a w przypadku wystarczającej ilości owoców również w warunkach kontrolowanej atmosfery oraz w workach typu Xtend® (Fot. 2).



Fot. 2. Przechowywanie brzoskwiń w workach typu Xtend®

W Tabeli 2. przedstawiono przykładowe wyniki zawartości katechiny, procyjanidyny B1, kwasu neochlorogenowego, kwasu chlorogenowego, antocyjanów i sumę związków polifenolowych w owocach 'Redhaven' bezpośrednio po zbiorze i po przechowywaniu w +1 °C. Dotychczasowe wyniki prowadzonych badań nie wskazują na istnienie jednoznacznego związku pomiędzy zastosowaną technologią przechowywania, a zawartością składników prozdrowotnych w owocach ocenianych odmian. Może to wynikać z bardzo dużych zmienności w warunkach pogodowych panujących w okresie zbiorów owoców tego gatunku.

Tabela 2. Zawartość katechiny, procyjanidyny B1, kwasu neochlorogenowego, kwasu chlorogenowego, antocyjanów i suma związków polifenolowych w owocach brzoskwiń 'Redhaven' bezpośrednio po zbiorze i po przechowywaniu w +1 °C (trzy terminy zbioru).

[mg/kg]	I termin zbioru		II termin zbioru		III termin zbioru	
	Zbiór	Po przechowywaniu	Zbiór	Po przechowywaniu	Zbiór	Po przechowywaniu
Katechina	51,5	46,0	59,7	67,7	43,0	55,8
Procyjanidyna B1	40,7	36,8	48,8	64,4	36,4	66,6
Kwas neochlorogenowy	54,2	44,9	61,4	77,8	60,0	83,5
Kwas chlorogenowy	52,3	44,9	53,3	64,9	47,6	62,7
Antocyjany	16,1	10,4	10,1	13,5	13,0	18,5
Suma związków	214,7	183,0	233,3	288,4	200,1	287,0

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

W 2016 roku oceniano jakość jabłek odmiany 'Ligol' zebranych w 2015 roku, które przechowywane były 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). W doświadczeniu ocenie podlegały owoce traktowane 1-metylocyklopropenem (1-MCP), oznaczone NASF, KA1SF, KA2SF i DCASF oraz nietraktowane (kontrolne) oznaczone odpowiednio NA, KA1, KA2 i DCA. W technologii ILOS+ przechowywane były jedynie owoce kontrolne i zostały oznaczone ILOS Plus. Owoce przechowywano w dwóch temperaturach, tj. +1 °C oraz +3 °C. W doświadczeniu ogółem oceniono około 200 prób analitycznych (termin zbioru x technologie przechowywania x traktowanie pozbiornicze 1-MCP x temperatury przechowywania x terminy analiz).

W Tabeli 3. przedstawiono wyniki zawartości wybranych składników w owocach jabłek odmiany 'Ligol' bezpośrednio po zbiorze. Dla większości analizowanych składników nie zaobserwowano istotnych różnic. Dotychczasowe wyniki analiz przeprowadzonych po przechowywaniu nie pozwalają na wyciągnięcie wiążących wniosków dotyczących wpływu zastosowanych technologii przechowywania na zawartość składników prozdrowotnych w jabłkach odmiany 'Ligol'. Niezależnie od terminu zbioru, zastosowanie niskotlenowych

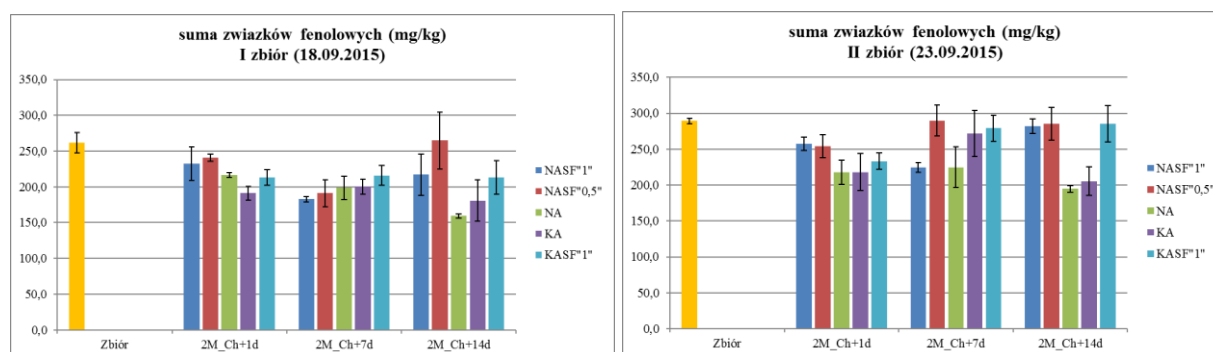
technologii oraz pozbiorcze traktowanie jabłek 1-metylocyklopropenem istotnie ogranicza spadek zawartości kwasów organicznych w owocach.

Tabela 3. Zawartość katechiny, epikatechiny, procyanidyn (dimery), ksyloglukozydu floretyny, florydzyiny, kwasu chlorogenowego, glikozydu kwercetyny, antocyjanów i suma związków polifenolowych w jabłkach odmiany ‘Ligol’ bezpośrednio po zbiorze (dwa terminy zbioru).

mg / kg	I zbiór	II zbiór
Katechina	5,8	6,7
Epikatechina	35,7	31,5
Procyjanidyny (dimery)	63,6	58,8
Ksyloglukozyd floretyny	6,5	6,4
Florydzyina	9,0	9,9
Kwas chlorogenowy	115,3	108,8
Glikozydy kwercetyny	50,6	47,3
Antocyjany	4,3	5,4
Suma związków	290,8	274,6

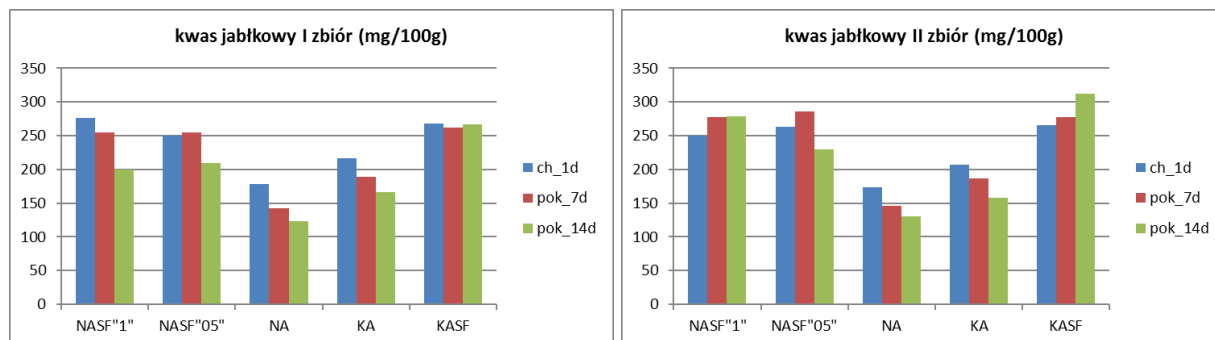
4. Wpływ stopnia dojrzałości i technologii przechowywania na zawartość wybranych składników w gruszkach odmiany ‘Konferencja’

W 2016 roku oceniono jakość gruszek odmiany ‘Konferencja’ (zebranych w 2015 roku w dwóch terminach) i przechowywanych w chłodni z normalną (NA) i kontrolowaną atmosferą (standardowa dla gruszek - KA i dynamicznie kontrolowana DCA HarvestWatch™ z fluorescencją chlorofilu jako wskaźnikiem osiągnięcia stresu beztlenowego przez przechowywane owoce). W doświadczeniu oceniano efektywność pozbiorcze traktowania gruszek 1-metylocyklopropenem (1-MCP), w dwóch dawkach – 625 ppb oraz 312,5 ppb, na ich dojrzewanie. Wyniki przeprowadzonych analiz wskazują, że gruszka odmiany „Konferencja” zawiera następujące związki fenolowe: (+)-katechina, (-)-epikatechina, dimery procyanidyn, kwas chlorogenowy, glikozydy kwercetyny i isoramnetyny, a suma tych związków wynosiła 262 g/kg i 289 g/kg, odpowiednio dla I i II zbioru. Po 2 miesiącach przechowywania w chłodni i 14 dniach w temperaturze 18 °C (SOT) istotnie więcej związków fenolowych posiadały gruszki potraktowane 1-MCP niż te przechowywane w NA i KA, zarówno z I i II zbioru (Wykres 1).

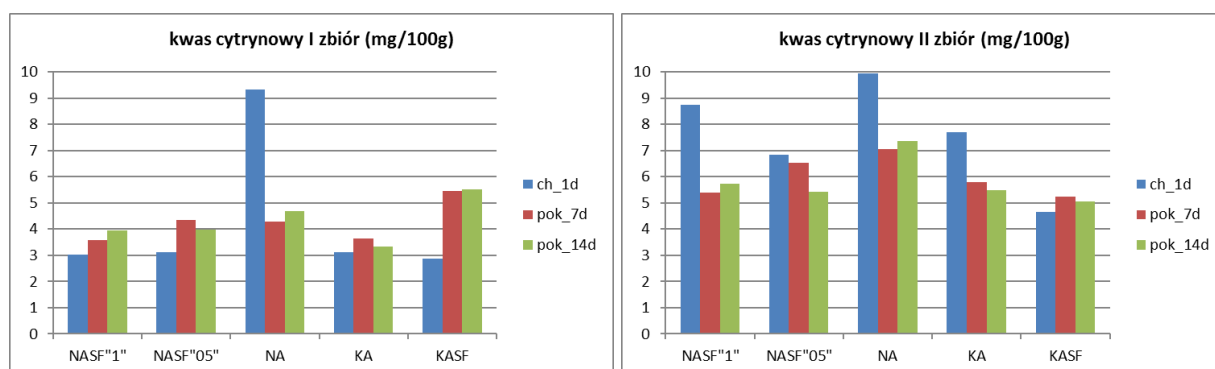


Wykres 1. Zawartość związków polifenolowych w gruszkach odmiany ‘Konferencja’ po 2 miesiącach przechowywania (dwa terminy zbioru).

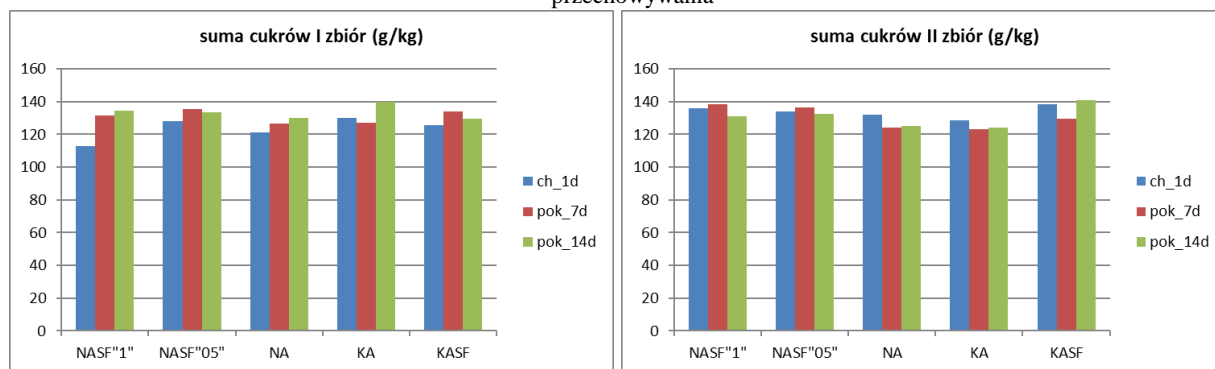
Po 5 miesiącach przechowywania owoce nietraktowane 1-MCP i przechowywane zarówno w NA jak i KA zawierały istotnie mniej kwasu jabłkowego (Wykres 2.). Owoce z drugiego terminu zbioru zawierały więcej kwasu cytrynowego (Wykres 3.) i nieco większe ilości cukrów (Wykres 4.) niż owoce z pierwszego terminu zbioru.



Wykres 2. Zawartość kwasu jabłkowego w gruszkach odmiany 'Konferencja' po 5 miesiącach przechowywania w zależności od terminu zbioru i warunków przechowywania.

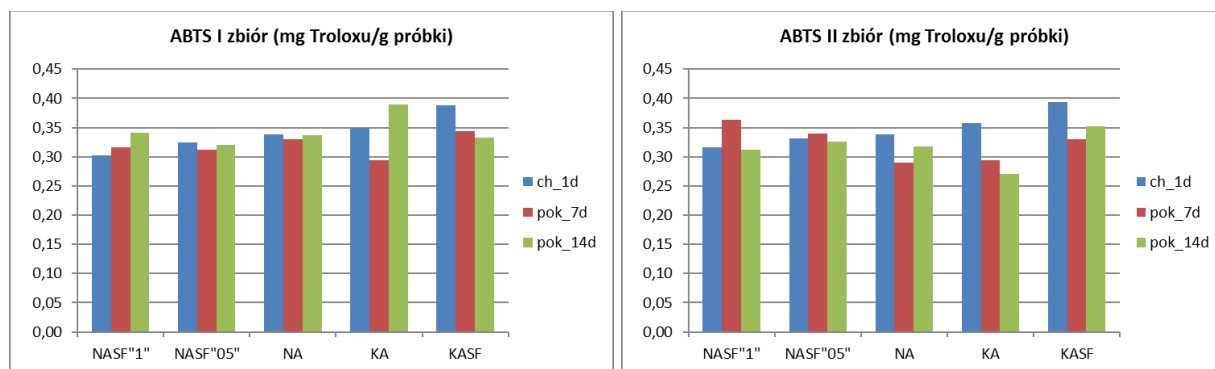


Wykres 3. Zawartość kwasu cytrynowego w gruszkach odmiany 'Konferencja' po 5 miesiącach przechowywania w zależności od terminu zbioru i warunków przechowywania.



Wykres 4. Zawartość cukrów w gruszkach odmiany 'Konferencja' po 5 miesiącach przechowywania w zależności od terminu zbioru i warunków przechowywania.

Nie stwierdzono istotnego wpływu technologii przechowywania na aktywność antyoksydacyjną gruszek po 5 miesiącach przechowywania (Wykres 5.).



Wykres 5. Właściwości antyoksydacyjne gruszek odmiany 'Konferencja' po 5 miesiącach przechowywania w zależności od terminu zbioru i warunków przechowywania.

5. Wpływ technologii przechowywania na zawartość wybranych składników w brokułach

W 2016 roku oceniono jakość brokułów odmian Parthenon F₁ i Chronos F₁ zebranych w 2015 r., które przechowywane były przez 100 dni w temperaturze 0-1°C. W atmosferach przechowalniczych ustalono następujące koncentracje dwutlenku węgla i tlenu: 1% CO₂ -1% O₂, 1% CO₂ – (1-0,5)% O₂, 2% CO₂ – (1-0,5)% O₂. W kombinacjach z koncentracją tlenu 1-0,5%, bezpośrednio po umieszczeniu brokułów w szczelnym kontenerze obniżono poziom tlenu do 1% i następnie przez kolejne 14 dni stopniowo dalej obniżano stężenie O₂ do poziomu 0,5%. Na tym poziomie utrzymywano stężenie tlenu przez pozostały okres przechowywania. Ponadto brokuły przechowywano w atmosferze normalnej o składzie 21% O₂ i ok. 0,2% CO₂.

Dane zamieszczone w Tabeli 4. wskazują, że atmosfery o niskim stężeniu tlenu 0,5% sprzyjały zachowaniu wysokiej zawartości witaminy C w różach obu odmian brokułów. Jak wskazują wyniki analiz nie zawsze zastosowanie niskotlenowych technologii daje pozytywne efekty w ograniczaniu strat związków prozdrowotnych w brokułach. Zależności te muszą zostać potwierdzone w kolejnych sezonach badań.

Tabela 4. Zawartość wybranych składników w brokułach bezpośrednio po zbiorze i po 100 dniach przechowywania

Składnik	Jednostka	Skład atmosfery przechowalniczej %O ₂ : %CO ₂	Odmiana 'Chronos'	Odmiana 'Parthenon'
witamina C	mg/100g	Zbior	45,73	41,30
		0,5:1	45,89	38,85
		0,5:2	39,60	43,64
		1,0:1,0	39,29	38,92
		21:0,2	43,83	40,21
cukry ogółem	%	Zbior	2,05	1,22
		0,5:1	3,70	4,18
		0,5:2	3,23	3,82
		1,0:1,0	3,70	3,96
		21:0,2	3,48	3,35
cukry redukujące	%	Zbior	0,28	0,26
		0,5:1	2,84	3,28
		0,5:2	2,68	2,90
		1,0:1,0	3,67	2,63
		21:0,2	2,79	2,66
kwas foliowy	mg/100g	Zbior	2,53	1,87
		0,5:1	0,04	0,10
		0,5:2	0,07	0,09
		1,0:1,0	0,08	0,09
		21:0,2	0,07	0,09
indolo3-karbinol	mg/kg	Zbior	0,87	1,03
		0,5:1	0,15	0,46
		0,5:2	0,88	1,45
		1,0:1,0	0,23	1,24
		21:0,2	0,61	0,37
sulforafan	mg/kg	Zbior	0,26	0,86
		0,5:1	6,59	12,75
		0,5:2	13,86	10,88
		1,0:1,0	7,55	13,70
		21:0,2	14,58	12,55

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

W 2016 roku przeprowadzono doświadczenie przechowalnicze, w którym oceniano trwałość i jakość sałaty kruchej (odmiany ‘Celist’ i ‘Gustinas’) w zależności od zastosowanej technologii przechowywania. Zbiór sałaty przeprowadzono 10 października. Następnego dnia oczyszczono główki z uszkodzonych zewnętrznych liści i założono doświadczenie przechowalnicze (w trzech powtórzeniach po 6 główek). Sałatę przechowywano w temperaturze 0-1°C przez okres 5 tygodni. Oceniano wpływ kontrolowanej atmosfery (KA) (3% CO₂ i 1% O₂) oraz dynamicznie kontrolowanej atmosfery (DCA) (dwie kombinacje o stężeniach CO₂: 2% i 1%) na trwałość przechowalniczą sałaty. W czasie przechowywania sałaty w dynamicznie kontrolowanej atmosferze stężenie tlenu zostało obniżone do poziomu 0,4% w obu kombinacjach. Kontrolę stanowiła sałata przechowywana w normalnej atmosferze, w skrzynkach wyłożonych folią PE.

W Tabeli 5. przedstawiono wyniki analiz zawartości wybranych składników (chlorofil, polifenole i witamina C) w sałacie kruchej ocenianych odmian bezpośrednio po zbiorze i po przechowywaniu.

Otrzymane wyniki wskazują na dużą zależność zawartości poszczególnych składników od odmiany. Zaobserwowano brak powtarzalnych efektów związanych z warunkami przechowywania na zawartość ocenianych składników. Dla przykładu dla odmiany ‘Celist’ po przechowywaniu w DCA 0,4% O₂ : 2% CO₂ zanotowano spadek zawartości polifenoli natomiast dla odmiany ‘Gustinas’ w tej samej technologii zauważono wzrost ich zawartości. Dla obu odmian zaobserwowano wzrost zawartości witaminy C i spadek zawartości chlorofilu.

Tabela 5. Zawartość wybranych składników w sałacie kruchej bezpośrednio po zbiorze i po przechowywaniu

		‘Gustinas’			‘Celist’		
		chlorofil [mg/100g]	polifenole [mg/100g]	witamina C [mg/100g]	chlorofil [mg/100g]	polifenole [mg/100g]	witamina C [mg/100g]
Zbiór		1,9	48,8	2,1	8,0	80,1	2,1
Po przechowywaniu	0,4% O ₂ :1% CO ₂	1,9	38,1	3,1	3,5	44,8	3,0
	0,4% O ₂ :2% CO ₂	1,5	72,6	3,6	2,5	18,6	3,4
	1% O ₂ :3% CO ₂	2,1	46,5	2,6	3,3	30,9	3,1
	21% O ₂ :0,2% CO ₂	2,6	43,7	3,4	2,9	38,0	3,2

7. Wpływ technologii otrzymywania minimalnie przetworzonej marchwi i sposobu pakowania na zawartość wybranych składników

W ramach realizacji zadania 3.5 Programu Wieloletniego w 2016 roku prowadzono doświadczenie dotyczące innowacyjnych technologii pozbiornych, tj. traktowania pozbiornego i przechowywania minimalnie przetworzonej marchwi zwyczajnej (*Daucus carota* L.) przy

zastosowaniu kwasów organicznych - kwasu askorbinowego i cytrynowego - jako czynników antyoksydacyjnych oraz perforowanego opakowania foliowego.

Celem doświadczenia było określenie jakości oraz trwałości minimalnie przetworzonej marchwi odmiany Trafford F1 (Rijk Zvan) uprzednio przechowywanej przez okres sześciu miesięcy w warunkach chłodniczych w temperaturze +1 °C.. Marchew Trafford F1 jest odmianą mieszańcową, której korzenie są polecane do przetwórstwa i do długiego przechowywania.

Korzenie marchwi na wstępie były myte w zimnej wodzie wodociągowej. Następnie korzenie były obierane ręcznie i krojone mechanicznie dla uzyskania kostki o wymiarach 1x1x1 cm. Tak przygotowany surowiec był następnie poddawany zabiegom technologicznym w celu podniesienia trwałości przechowalniczej i utrzymania jego jakości podczas krótkotrwałego składowania w warunkach chłodniczych.

Zastosowano następujące warianty obróbki technologicznej:

- 1) **moczenie marchwi w roztworze wodnym kwasu askorbinowego o stężeniu 0,50% przez okres 3 minut**; obsuszanie marchwi poprzez ocieknięcie; umieszczenie kostki z marchwi (ok. 200 g) w woreczkach z folii perforowanej PE (perforacja 0,02%)
- 2) **moczenie w roztworze wodnym 0,50% kwasu askorbinowego i 0,25% kwasu cytrynowego** przez okres 3 minut; obsuszanie marchwi poprzez ocieknięcie; umieszczenie kostki z marchwi (ok. 200 g) w woreczkach z folii perforowanej PE (perforacja 0,02%)
- 3) **moczenie w roztworze wodnym 0,25% kwasu askorbinowego i 0,50% kwasu cytrynowego** przez okres 3 minut; obsuszanie marchwi poprzez ocieknięcie; umieszczenie kostki z marchwi (ok. 200 g) w woreczkach z folii perforowanej PE (perforacja 0,02%)
- 4) **ogrzewanie kostki z marchwi w wodzie o temperaturze 65-70°C przez okres 3 minut**; obsuszanie marchwi poprzez ocieknięcie; umieszczenie kostki z marchwi (ok. 200 g) w woreczkach z folii perforowanej PE (perforacja 0,02%)
- 5) **kontrola** - marchew w postaci kostki po myciu w wodzie umieszczona na tackach polistyrenowych i lekko przykryta folią PE z zapewnieniem dostępu powietrza.



Fot. 3. Marchew świeża. Fot. 4-6. Próby z marchwią termizowaną lub traktowaną kwasem askorbinowym i cytrynowym.

Przygotowane technologicznie próby marchwi w opakowaniach były składowane w chłodni w temp. 0+1°C. Marchew składowana była przez 9 dni i następnie oznaczano w niej zawartości następujących składników: suchej masy, cukrów ogółem, witaminy C, beta-karotenu i azotanów. Moczenie marchwi w postaci kostki w wodzie o temperaturze 65-70°C - i dalsze przechowywanie przez 9 dni w temperaturze 0+1°C - wpłynęło na spadek zawartości suchej masy, cukrów ogółem i fenoli. Traktowanie marchwi roztworem mieszaniny kwasu askorbinowego (0,5%) i cytrynowego (0,25%) wpływa na utrzymanie korzystnej jakości – tj. wyższej zawartości suchej masy, cukrów ogółem i fenoli rozpuszczalnych w marchwi składowanej w perforowanych opakowaniach foliowych (Tabela 6.).

Tabela 6. Zawartość niektórych składników w marchwi świeżej i minimalnie przetworzonej po przechowywaniu w 0+1°C przez okres 9 dni.

Kombinacja	Sucha masa [%]	Beta – karoten [mg/kg]	Cukry ogółem [%]	Fenole [mg/kg]	Azotany [mg/kg]
Świeża /nie traktowana/	14,9	132,5	8,89	27,7	92,7
Po przechowaniu w 0+1°C					
Myta w wodzie /kontrola/	13,3	130,2	8,10	24,7	82,5
Kwas askorbinowy 0,50%	13,5	106,4	7,95	25,5	77,1
Kwas askorb. 0,50% + kwas cytrynowy 0,25%	13,9	112,1	8,27	26,7	69,6
Kwas askorb. 0,25% + kwas cytrynowy 0,50%	13,0	105,5	7,77	28,0	62,6
Termizacja /ogrzewanie w wodzie 65-70°C/	13,1	113,6	7,49	19,1	76,0

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

W ramach realizacji zadania 3.5 Programu Wieloletniego w 2016 roku przeprowadzono także doświadczenie dotyczące innowacyjnych technologii pozbiornych, tj. traktowania pozbiornego i przechowywania minimalnie przetworzonej fasoli szparagowej przy zastosowaniu kwasów organicznych - kwasu askorbinowego i cytrynowego - jako czynników antyoksydacyjnych oraz perforowanego opakowania foliowego.

Materiałem do badań była zielonostrąkowa fasola szparagowa odm. Venis F1. Fasola pochodziła z uprawy w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym SGGW w Żelaznej. Fasolę uprawiano z zastosowaniem standardowych zaleceń agrotechnicznych i ochronnych. Zbiór fasoli

prowadzano ręcznie. Odmiana Venis F1 jest odmianą średniowczesną (wegetacja 72 dni) o wzniesionym pokroju, bez zbędnych odgałęzień i bocznych pędów. Strąki ciemnozielone z lekkim połyskiem, o długości około 14-15cm i średnicy 8-10mm. Odporna na bakteriozę, antraknozę i wirus mozaiki zwykłej fasoli.



Fot. 7. Fasola szparagowa odm. **Venis 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%.

W doświadczeniu zastosowano następujące warianty obróbki technologicznej

1. **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 przechowywania fasoli szparagowej)
2. **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
3. **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
4. **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
5. **kontrola** – fasola po myciu w wodzie wodociągowej umieszczona w torebkach z folii XTend
6. **kontrola** – fasola po myciu w wodzie wodociągowej umieszczona na tackach styropianowych, przykrycie strąków folią z dostępem powietrza.



Fot. 8. Fasola na tackach styropianowych.



Fot. 9. Fasola w woreczkach z folii XTend

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. +2°C oraz +5°C, przez okres 6 dni, a następnie oznaczono w niej następujące składniki: sucha masa, cukry ogółem, kwas askorbinowy, polifenole rozpuszczalne.

Tabela 7. Zawartość wybranych składników w fasoli szparagowej świeżej i minimalnie przetworzonej po przechowywaniu w +2°C przez okres 6 dni.

Kombinacja	Sucha masa [%]	Kwas askorbinowy [mg/100g ś.m.]	Cukry ogółem [%]	Fenole [mg/kg ś.m.]
Fasola świeża /nie traktowana/	15,0	24,7	1,87	35,9
Po przechowaniu 6 dni w +2°C				
Moczona w wodzie /kontr. / /tacka/	13,5	25,2	2,17	33,9
Moczona, kwas cytrynowy /tacka/	12,5	18,5	1,99	39,6
Moczona, kwas cytr.+kwas askorb. /tacka/	11,8	23,9	2,25	38,8
Moczona w wodzie /kontr. / /torebki foliowe/	13,1	17,8	2,01	36,1
Moczona, kwas cytrynowy / torebki foliowe/	12,5	19,2	2,21	38,2
Moczona, kwas cytr.+kwas askorb. / torebki foliowe/	13,1	24,4	1,85	38,5

Dane przedstawione w Tabelach 7 i 8 wskazują, że krótkotrwałe moczenie (3 minuty) fasoli szparagowej w roztworze wodnym kwasów organicznych - kwasu askorbinowego i kwasu cytrynowego - oraz dalsze jej przechowywanie przez 6 dni w temperaturze +5°C i +2°C wpłynęło na spadek zawartości suchej masy w strąkach fasoli. Traktowanie świeżej fasoli szparagowej roztworem zawierającym kwas cytrynowy lub jego mieszaniną z kwasem askorbinowym, lub jej moczenie w wodzie wodociągowej wpłynęło na podwyższenie zawartości fenoli rozpuszczalnych w fasoli składowanej zarówno w perforowanych opakowaniach foliowych XTend, jak i na tackach. Przy wyższej temperaturze przechowywania (+5°C) notowano wyższą zawartość fenoli oraz niższą zawartość kwasu askorbinowego w strąkach fasoli. Najkorzystniejszym zabiegiem – z punktu widzenia zawartości kwasu askorbinowego (wit. C) w fasoli po jej krótkotrwałym składowaniu - jest moczenie strąków po ich zbiorze w roztworze zawierającym kwas cytrynowy i askorbinowy.

Tabela. 8. Zawartość wybranych składników w fasoli szparagowej świeżej i minimalnie przetworzonej po przechowywaniu w +5°C przez okres 6 dni.

Kombinacja	Sucha masa [%]	Kwas askorbinowy [mg/100g ś.m.]	Cukry ogółem [%]	Fenole [mg/kg ś.m.]
Fasola świeża /nie traktowana/	15,0	24,7	1,87	35,9
Po przechowaniu 6 dni w +5°C				
Moczona w wodzie /kontr. / /tacka/	12,8	19,0	2,35	55,9
Moczona, kwas cytrynowy /tacka/	12,1	19,5	1,67	45,5
Moczona, kwas cytr.+kwas askorb. /tacka/	12,7	21,3	1,69	41,4
Moczona w wodzie /kontr. / /torebki foliowe/	13,3	17,7	2,07	40,5
Moczona, kwas cytrynowy /torebki foliowe/	12,8	17,2	1,69	42,2
Moczona, kwas cytr.+kwas askorb. /torebki foliowe/	13,0	19,8	1,93	43,3

9. Wnioski

Zawartość składników prozdrowotnych w owocach i warzywach to przede wszystkim cecha gatunkowa i odmianowa. Może ona być modyfikowana zarówno poprzez warunki przedzbiorne (np. warunki pogodowe okresu wegetacyjnego) jak i pozbiorne (np. zastosowaną technologią przechowalniczą czy traktowaniem 1-metylocyklopropanem).

Zastosowanie innowacyjnych technologii przechowywania, w tym niskotlenowych i/lub dynamicznie kontrolowanej atmosfery oraz zastosowane w doświadczeniach traktowania owoców i warzyw korzystnie wpływają na utrzymanie ich cech jakościowych oraz zwiększenie trwałości przechowalniczej, ale nie zawsze sprzyjają ograniczeniu strat związków bioaktywnych. Jednym z powodów zwiększenia strat może być stosowanie warunków stresowych, które z jednej strony ograniczają dojrzewanie owoców i warzyw, a z drugiej mogą zużywać substancje o właściwościach przeciwutleniających.