

## **Raport z oceny zastosowania innowacyjnych rozwiązań w przechowywaniu owoców borówki wysokiej**

### **Autorzy:**

dr inż. Krzysztof P. Rutkowski  
dr inż. Zbigniew B. Józwiak  
dr hab. Monika Mieszczakowska-Frać, prof. IO  
dr Justyna Szwejdą-Grzybowska  
dr Niall Dickinson  
dr Wioletta Popińska  
dr Anna Skorupińska  
mgr inż. Jan A. Zdulski  
mgr inż. Anna Ciecierska  
inż. Karol Fabiszewski



Opracowanie przygotowane w ramach  
**Obszar 9. Zagospodarowanie pozbiornicze produktów ogrodnictwa**

### **Zadanie celowe 9.6.**

**Wydłużenie trwałości owoców borówki wysokiej podczas eksportu na dalekie rynki  
finansowanego w ramach dotacji celowej przez Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi**

**Skierniewice 2024**

## Spis treści

<b>1. Wstęp .....</b>	<b>3</b>
<b>2. Cel i zakres badań.....</b>	<b>4</b>
<b>4. Wyniki.....</b>	<b>7</b>
<b>5. Wnioski.....</b>	<b>17</b>

## 1. Wstęp

Według danych FAOSTAT (<https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize>) w 2023 roku, produkcja owoców borówki wysokiej w Polsce wynosiła 61 900 ton, co dało nam pierwsze miejsce w Europie i siódme na świecie po USA, Peru, Kanadzie, Chile, Meksyku i Maroku. Jak wskazują dane FAOSTAT, w ostatnich latach zanotowano szczególnie dynamiczny wzrost produkcji borówki wysokiej w Peru oraz Hiszpanii. W 2016 roku produkcja owoców tego gatunku w Peru była na poziomie 23 tysięcy ton, podczas gdy w 2023 roku już ponad 292 tysiące ton. Nieco mniejszą dynamikę wzrostu produkcji zanotowano w Hiszpanii, gdzie w 2016 roku wyprodukowano około 25 tysięcy ton, a w 2023 roku około 58 tysięcy ton. Również w Polsce notujemy systematyczny wzrost zarówno areалу uprawy jak wielkości plonów borówki wysokiej – odpowiednio od około 5 tysięcy hektarów i niecałych 15 tysięcy ton w 2016 roku do niemal 12,5 tysiąca hektarów i 62 tysięcy ton w 2023 roku. Dostępne dane dotyczące spożycia owoców borówki wysokiej w Polsce nie do końca są precyzyjne. Można znaleźć dane wskazujące, że spożycie to wynosi około 1,83 kg/osobę (<https://www.pap.pl/mediaroom/1598024%2Cpolacy-jedza-najwiecej-borowek-na-swiecie.html>; <https://jagodnik.pl/polacy-z-najwiekszym-wzrostem-konsumpcji-borowki-na-swiecie/>), co wskazywałoby, że na rynku wewnętrznym spożywalibyśmy całą produkcję owoców. Niestety inne dane wskazują, że w 2023 roku, 15,5 mln Polaków jadło borówki, co znacznie zmniejsza deklarowaną ilość spożywanych owoców tego gatunku (<https://polskiesuperowoce.pl/256328-borowka-z-histerycznym-rekordem-ilosci-konsumentow>). Anna Czesak (05.09.2023) podaje, że „Według badań zleconych przez Krajowy Związek Grup Producentów Owoców i Warzyw w lipcu 2023 r. borówki jadło 15,5 mln Polaków (48%), a w sierpniu, w szczycie sezonu 18,1 mln (56%).” (<https://agronomist.pl/artykuly/borowka-polski-superowoc>). Wynika z tego, że około 20-30 tysięcy ton borówki wysokiej należy rocznie eksportować na bliższe, bądź bardziej odległe rynki zbytu.

Rosnąca konkurencja, a co za tym idzie dostępność owoców borówki w handlu praktycznie przez cały rok powoduje, że producenci muszą poszukiwać alternatywy dla rynku wewnętrznego. Od kilku lat praktycznie nieopłacalne jest przechowywanie borówki wysokiej z przeznaczeniem na rynek wewnętrzny. Dlatego też, wychodząc naprzeciw oczekiwaniom producentów borówki wysokiej w Polsce podjęto badania, w których poddano ocenie wstępnej możliwość zastosowania wkładów BERRISYS DR L® emitujących dwutlenek siarki (SO<sub>2</sub>) w celu zwiększenia trwałości owoców podczas przechowywania oraz podczas transportu chłodniczego trwającego od kilkunastu dni do kilku tygodni. Eksport owoców borówki wysokiej to wyzwanie, z którym muszą zmierzyć się producenci w związku ze wspomnianą powyżej dynamicznie rosnącą produkcją owoców tego





- Powietrznie suchą masę (psm) oznaczono metodą wagową, wg PN-88 R-04013 (metoda nieakredytowana)
- Suchą masę (absolutną) (sm) w powietrznie suchym materiale oznaczono metodą wagową; PB-09, edycja 04 z dn. 26.02.2024 r. (metoda akredytowana)
- Zawartość ogólną antocyjanów oznaczano metodą różnicowego pH z zastosowaniem spektrofotometru UV/Vis CARY 300E (Varian) według Wrolstada (1976) . Ekstrakt próbki w ilości 0,5 ml dodawano do 10 ml buforu o pH = 1,0 oraz do 10 ml buforu o pH = 4,5. Następnie mieszano i pozostawiono na 1 godzinę bez dostępu światła. Pomiar absorbancji prowadzono przy długości fali 543 nm. Zawartość antocyjanów wyliczono z molowej absorpcyjności glukozyd-3-delfinidyny (29000) i masy molowej – 465,2 g/mol, a wyniki wyrażono w mg/kg owoców.

#### Przygotowanie ekstraktu:

50 g rozdrobnionych w stanie zamrożonym owoców mieszano z 100 ml mieszaniny alkoholu z kwasem (150 ml 1,5 N roztworu HCl w 1 litrze skażonego etanolu) i homogenizowano 2 minuty, używając homogenizatora IKA (Ultra Turrax® T 25 basic IKA-WERKE, Niemcy). Próbkę odwirować przy 3000 obrotów/min przez 10 minut.

- Zawartość związków fenolowych ogółem (TPC) oznaczano zmodyfikowaną metodą spektrofotometryczną (Tsao i Yang 2003) . Próbkę w ilości 0,4 ml wymieszano z 1,6 ml roztworu węgla sodu (7,5%) oraz 2 ml odczynnika Folin-Ciocalteu. Mieszaninę reakcyjną pozostawiono przez 30 minut w ciemnym miejscu w temperaturze pokojowej. Po tym czasie mierzono absorbancję przy długości fali 765 nm w odniesieniu do ślepej próbki. Ogólna zawartość związków fenolowych została wyrażona jako mg kwasu galusowego w 1 kg owocu borówki.
- W celu pomiaru tempa produkcji etylenu i dwutlenku węgla owoce umieszczano w hermetycznych pojemnikach i po 2 godzinach pobierano próbkę gazu (pomiar etylenu przy użyciu chromatografu gazowego z detektorem FID) oraz mierzono stężenie dwutlenku węgla w pojemniku przy użyciu analizatora Dansensor CheckMate3.
- Twardość (jędność, elastyczność) owoców borówki wykonano przy użyciu maszyny wytrzymałościowej ZwickRoell Z010, wyposażonej w ruchomą głowicę o maksymalnej sile 50 N i trzpień płaski o średnicy 12,7 mm. Prędkość z jaką głowica poruszała się podczas

pojedynczego pomiaru jędrności wynosiła 50 mm/min. Twardość oceniano poprzez pomiar siły potrzebnej do deformacji owocu o 10%. Wyniki pomiaru wyrażono w niutonach [N].

- Zawartość ekstraktu oznaczano przy użyciu refraktometru cyfrowego Atago PR-101 (ATAGO. Japonia). Pomiar wykonano w soku uzyskanym po zhomogenizowaniu owoców (w czterech powtórzeniach dla każdej kombinacji). Wynik wyrażono w procentach [%].
- Kwasowość miareczkową oznaczono wykorzystując titrator DL 21 Graphix (Mettler Toledo. Szwajcaria) – pomiar wykonano w soku uzyskanym po zhomogenizowaniu owoców (w czterech powtórzeniach dla każdej kombinacji). Metoda polega na miareczkowaniu 0,1 N roztworem wodorotlenku sodu (NaOH) określonej objętości soku, do osiągnięcia wartości pH 8.1. Wynik przedstawiono w procentach w przeliczeniu na kwas cytrynowy [%]

Po przechowywaniu, w poszczególnych terminach analiz oceniono występowanie chorób przechowalniczych.

#### 4. Wyniki

Wyniki analiz zawartości makro i mikrośladników w owocach borówki wysokiej zamieszczono w Tabeli 1a i b.

**Tabela 1a.** Zawartość makro-śladników (P, K, Mg, Ca) oraz  $N_{og}$  i suchej masy w owocach borówki wysokiej odmiany 'Calypso'. Wyniki podano w mg/kg i %.

Fosfor	Potas	Magnez	Wapń	$N_{og}$	sm	psm
[mg/kg]				%		
99,4	779,0	45,2	64,7	0,55	14,6	15,7

**Tabela 1b.** Zawartość mikro-śladników (B, Cu, Fe, Mn, Zn, Na) w owocach borówki wysokiej odmiany 'Calypso'. Wyniki podano w mg/kg.

Bor	Miedź	Żelazo	Mangan	Cynk	Sód
[mg/kg]					
0,87	0,50	2,06	3,30	0,72	1,54

Wyniki przeprowadzonych badań wskazują na pozytywny wpływ zastosowanych technologii na zawartość śladników prozdrowotnych w borówkach (Tabela 2). Dotyczy to zarówno zawartości związków fenolowych ogółem jak i zawartości antocyjanów.

**Tabela 2.** Zawartość związków fenolowych i antocyjanów w owocach borówki wysokiej w zależności od zastosowanej technologii przechowywania.

Technologia przechowywania	Traktowanie	TPC [mg/100g]		Zawartość antocyjanów [mg/100g]	
		Po chłodni	SOT 6dni @10C	Po chłodni	SOT 6dni @10C
Normala atmosfera	Kontrola	203,50	215,37	108,12	103,65
	1-MCP 625 ppb	231,34	228,03	127,01	114,29
	1-MCP 937,5 ppb	264,81	220,63	147,91	110,12
Xtend 4 kg	Kontrola	187,69	175,79	88,05	80,99
	1-MCP 625 ppb	209,50	194,47	117,82	96,66
	1-MCP 937,5 ppb	199,88	205,85	101,63	100,06
	ETEN	267,66	193,29	93,24	89,35
	Wkład SO <sub>2</sub>	263,31	201,70	99,90	96,16
Xtend 4 kg	Kontrola	196,33	185,29	90,12	90,25
	1-MCP 625 ppb	206,29	219,35	104,70	110,45
	1-MCP 937,5 ppb	261,59	195,87	95,82	93,49
	ETEN	261,84	202,20	99,30	105,10

Wyniki uzyskane w ramach prowadzonego doświadczenia wskazują na duży potencjał emiterów SO<sub>2</sub> dla utrzymania wysokiej jakości owoców borówki. Zastosowanie emiterów istotnie ograniczyło występowanie chorób grzybowych, przyczyniając się do znacznego wydłużenia okresu przechowywania borówki.



Owoce borówki po 6 tygodniach przechowywania (po lewej bez emitera SO<sub>2</sub>, po prawej z emiterem SO<sub>2</sub>)

Niestety, poza bardzo korzystnym wpływem emiterów SO<sub>2</sub> na ograniczenie rozwoju chorób grzybowych, obecność pozostałości siarki na powierzchni owoców może być pewnym problemem w handlu owocami (negatywne postrzeżenie przez konsumentów). Dlatego też, konieczne są dalsze badania mające na celu optymalizację zastosowania emiterów SO<sub>2</sub> i określenie warunków zredukowania ewentualnych pozostałości. W przeprowadzonym doświadczeniu stwierdzono, że wraz z wydłużaniem okresu przechowywania owoców pod emiterem SO<sub>2</sub> (w workach MAP) wzrasta poziom pozostałości siarki na borówkach. Usunięcia emitera



i przeniesienie owoców do warunków obrotu towarowego (+10°C) znacznie redukuje pozostałości siarki. Zaobserwowano redukcję na poziomie do 25% po 6 dniach symulowanego obrotu towarowego. Jednakże, konieczne są dalsze badania, których wyniki pozwolą na opracowanie zaleceń stosowania emiterów dla poszczególnych odmian i warunków obrotu. W doświadczeniu sprawdzono, że możliwe jest zredukowanie obecności siarki poprzez wypłukanie owoców pod bieżącą wodą.

**Tabela 3.** Zawartość siarki i SO<sub>4</sub> w owocach borówki po przechowywaniu z zastosowaniem emitera SO<sub>2</sub> (Berrisys)

Przechowywanie [dni]	Kombinacja	S	SO <sub>4</sub>
		mg/kg	
21	Kontrola	76,1	229,1
	Berrisys	90,3	269,1
49	Kontrola	67,5	202,4
	Berrisys	110,3	330,8
56	Kontrola	62,6	187,7
	Berrisys (6 dni SOT @10°C)	105,2	315,6
	Berrisys wentylowany(6 dni SOT @10°C)	94,8	284,4
70	Kontrola	80,5	241,5
	Berrisys (6 dni SOT @10°C)	135,5	406,5
	Berrisys wentylowany(6 dni SOT @10°C)	124,1	372,3

W związku z tym, że w środowisku naukowym nie ma jednoznacznego stanowiska, czy owoce borówki wysokiej należy zaliczyć do klimakterycznych, czy nieklimakterycznych zastosowanie 1-MCP do pozbiornego traktowania może budzić pewne wątpliwości. Głównym problemem do właściwego zakwalifikowania ich do odpowiedniej grupy jest bardzo niska produkcja etylenu, a tym samym trudności w zaobserwowaniu klimakteryki dojrzewania. Jednakże, w związku z tym że owoce te podczas przechowywania dojrzewają (wybarwiają się), należy założyć, że zastosowanie 1-MCP może regulować procesy dojrzewania owoców borówki wysokiej.

W Tabelach 4 a-c zamieszczono wyniki pomiaru tempa produkcji etylenu przez owoce borówki wysokiej odmiany 'Calypso'. Niezależnie od kombinacji doświadczalnej istotnie wzrasta tempo produkcji etylenu po przeniesieniu owoców z chłodni do temperatury +10°C. Zastosowanie pozbiornie 1-MCP zwiększa produkcję etylenu, co może wskazywać na odpowiedź stresową owoców na traktowanie.

**Tabela 4a.** Tempo produkcji etylenu [ $\mu\text{l/kg h}$ ] przez owoce borówki w zależności od zastosowanej technologii przechowywania i pozbiórczego traktowania. Przechowywanie w opakowaniach plastikowych (bez worków).

Termin analiz		W opakowaniach plastikowych (luzem)		
		Kontrola	1-MCP 625ppb	1-MCP 937,5ppb
zbiór				
21 dni	po chłodni	0,09	0,08	0,07
po zbiorze	SOT 6	0,50	0,50	0,42
28 dni	po chłodni	0,14	0,13	0,14
po zbiorze	SOT 6	0,42	0,77	0,37
35 dni	po chłodni	0,10	0,21	0,28
po zbiorze	SOT 6	0,32	0,78	0,28
42 dni	po chłodni	0,10	0,16	0,17
po zbiorze	SOT 6	0,29	0,58	0,68
49 dni	po chłodni	0,08	0,15	0,10
po zbiorze	SOT 6	0,45	0,62	0,53
56 dni	po chłodni	0,17	0,36	0,37
po zbiorze	SOT 6	0,40	0,59	0,68
63 dni	po chłodni	0,43	0,64	0,28
po zbiorze	SOT 6	0,34	0,58	1,03
70 dni	po chłodni	0,26	0,61	0,85
po zbiorze	SOT 6	0,75	0,46	0,93

**Tabela 4b.** Tempo produkcji etylenu [ $\mu\text{l/kg h}$ ] przez owoce borówki w zależności od zastosowanej technologii przechowywania i pozbiórczego traktowania. Przechowywanie worki Xtend 4,0 kg.

Termin analiz		Xtend 4kg				
		Kontrola	1-MCP 625ppb	1-MCP 937,5ppb	ETEN	SO <sub>2</sub> pad
zbiór						
21 dni	po chłodni	0,02	0,03	0,04	0,03	0,02
po zbiorze	SOT 6	0,14	0,26	0,48	0,29	0,38
28 dni	po chłodni	0,02	0,02	0,05	0,01	0,10
po zbiorze	SOT 6	0,29	0,20	0,36	0,12	0,21
42 dni	po chłodni	0,08	0,09	0,10	0,09	0,11
po zbiorze	SOT 6	0,20	0,48	0,34	0,31	0,27
56 dni	po chłodni	0,06	0,11	0,18	0,07	0,32
po zbiorze	SOT 6	0,44	0,49	0,46	0,29	0,25
70 dni	po chłodni	0,04	0,31	0,16	0,05	0,37
po zbiorze	SOT 6	0,62	0,30	0,78	0,58	0,29

**Tabela 4c.** Tempo produkcji etylenu [ $\mu\text{l/kg h}$ ] przez owoce borówki w zależności od zastosowanej technologii przechowywania i pozbiórczego traktowania. Przechowywanie worki Xtend 1,5 kg.

Termin analiz		Xtend 1,5kg			
		Kontrola	1-MCP 625ppb	1-MCP 937,5ppb	ETEN
zbiór					
21 dni	po chłodni	0,01	0,02	0,02	0,03
po zbiorze	SOT 6	0,18	0,31	0,53	0,30
28 dni	po chłodni	0,02	0,06	0,04	0,04
po zbiorze	SOT 6	0,12	0,40	0,48	0,27
42 dni	po chłodni	0,03	0,10	0,08	0,14
po zbiorze	SOT 6	0,25	0,33	0,56	0,19
56 dni	po chłodni	0,23	0,30	0,24	0,07

po zbiorze	SOT 6	0,32	0,42	0,35	0,18
70 dni	po chłodni	0,41	0,36	0,29	0,22
po zbiorze	SOT 6	0,67	0,57	0,61	0,46

Jak wskazują wyniki pomiarów tempa produkcji dwutlenku węgla przez owoce borówki wysokiej zaraz po wyjęciu z chłodni oraz po dodatkowych 6 dniach w temperaturze +10°C (Tabele 5 a-c) nie zanotowano istotnego wpływu zastosowanych technologii na tempo oddychania owoców.

**Tabela 5a.** Tempo produkcji dwutlenku węgla [ $\mu\text{l/g h}$ ] przez owoce borówki w zależności od zastosowanej technologii przechowywania i pozbiórczego traktowania. Przechowywanie w opakowaniach plastikowych (bez worków).

Termin analiz		W opakowaniach plastikowych (luzem)		
		Kontrola	1-MCP 625ppb	1-MCP 937,5ppb
zbiór				
21 dni	po chłodni	29,98	21,79	27,13
po zbiorze	SOT 6	37,20	27,14	31,51
28 dni	po chłodni	27,10	28,03	33,47
po zbiorze	SOT 6	27,82	28,30	28,37
35 dni	po chłodni	28,15	32,35	33,85
po zbiorze	SOT 6	33,33	34,99	32,82
42 dni	po chłodni	32,89	27,33	32,73
po zbiorze	SOT 6	32,80	32,60	36,45
49 dni	po chłodni	27,61	31,19	27,46
po zbiorze	SOT 6	36,10	34,16	29,97
56 dni	po chłodni	41,48	33,69	42,29
po zbiorze	SOT 6	45,58	42,17	48,47
63 dni	po chłodni	47,49	57,75	45,90
po zbiorze	SOT 6	40,31	55,26	46,37
70 dni	po chłodni	49,91	46,48	55,77
po zbiorze	SOT 6	47,88	40,58	48,00

**Tabela 5b.** Tempo produkcji dwutlenku węgla [ $\mu\text{l/g h}$ ] przez owoce borówki w zależności od zastosowanej technologii przechowywania i pozbiórczego traktowania. Przechowywanie worki Xtend 4,0 kg.

Termin analiz		Xtend 4kg				
		Kontrola	1-MCP 625ppb	1-MCP 937,5ppb	ETEN	SO <sub>2</sub> pad
zbiór						
21 dni	po chłodni	32,60	32,20	32,16	28,55	32,04
po zbiorze	SOT 6	29,92	33,56	29,93	27,71	31,54
28 dni	po chłodni	33,79	28,18	33,62	29,79	33,65
po zbiorze	SOT 6	28,34	22,81	28,41	28,41	22,60
42 dni	po chłodni	23,81	26,48	25,72	25,69	31,06
po zbiorze	SOT 6	27,30	27,65	24,02	34,95	27,61
56 dni	po chłodni	40,31	36,06	38,08	32,66	40,17
po zbiorze	SOT 6	38,32	34,36	36,23	34,14	38,07
70 dni	po chłodni	40,28	44,19	42,22	43,16	40,47
po zbiorze	SOT 6	31,63	29,09	32,70	30,85	26,95

**Tabela 5c.** Tempo produkcji dwutlenku węgla [ $\mu\text{l/g h}$ ] przez owoce borówki w zależności od zastosowanej technologii przechowywania i pozbiorczego traktowania. Przechowywanie worki Xtend 1,5 kg.

Termin analiz		Xtend 1,5kg			
		Kontrola	1-MCP 625ppb	1-MCP 937,5ppb	ETEN
zbiór					
21 dni po zbiorze	po chłodni	27,00	26,52	30,03	30,64
	SOT 6	29,68	27,80	31,66	33,62
28 dni po zbiorze	po chłodni	27,87	28,03	25,11	28,21
	SOT 6	22,87	24,30	22,50	28,32
42 dni po zbiorze	po chłodni	29,89	32,88	27,49	34,81
	SOT 6	32,85	31,03	32,99	34,62
56 dni po zbiorze	po chłodni	40,04	34,51	35,95	41,39
	SOT 6	38,68	40,13	34,68	41,75
70 dni po zbiorze	po chłodni	46,56	46,41	48,21	51,96
	SOT 6	34,36	30,60	33,54	32,58

Nie zanotowano powtarzalnych zależności pomiędzy zastosowanymi technologiami a zawartością ekstraktu w owocach borówki wysokiej odmiany ‘Calypso’ (Tabele 6 a-c).

**Tabela 6a.** Zawartość ekstraktu [%] w owocach borówki w zależności od zastosowanej technologii przechowywania i pozbiorczego traktowania. Przechowywanie w opakowaniach plastikowych (bez worków).

Termin analiz		W opakowaniach plastikowych (luzem)		
		Kontrola	1-MCP 625ppb	1-MCP 937,5ppb
zbiór		12,9		
21 dni po zbiorze	po chłodni	14,5	12,3	13,5
	SOT 6	12,7	12,5	12,7
28 dni po zbiorze	po chłodni	10,4	12,1	13,2
	SOT 6	12,0	12,5	12,7
35 dni po zbiorze	po chłodni	12,4	12,0	13,6
	SOT 6	11,7	12,9	13,5
42 dni po zbiorze	po chłodni	12,1	11,8	12,5
	SOT 6	11,1	12,0	12,8
49 dni po zbiorze	po chłodni	11,9	11,0	11,8
	SOT 6	12,8	12,4	12,1
56 dni po zbiorze	po chłodni	11,6	12,1	12,7
	SOT 6	11,7	12,8	14,1
63 dni po zbiorze	po chłodni	12,4	12,5	14,5
	SOT 6	11,5	13,9	13,8
70 dni po zbiorze	po chłodni	10,8	13,1	13,2
	SOT 6	10,3	12,6	12,5

**Tabela 6b.** Zawartość ekstraktu [%] w owocach borówki w zależności od zastosowanej technologii przechowywania i pozbiórczego traktowania. Przechowywanie worki Xtend 4,0 kg.

Termin analiz		Xtend 4kg				
		Kontrola	1-MCP 625ppb	1-MCP 937,5ppb	ETEN	SO <sub>2</sub> pad
zbiór	12,9					
21 dni po zbiorze	po chłodni	12,9	13,6	12,1	11,9	12,8
	SOT 6	12,1	12,2	10,9	12,5	13,5
28 dni po zbiorze	po chłodni	10,9	13,4	13,4	12,8	12,7
	SOT 6	12,4	14,9	12,2	13,0	12,2
42 dni po zbiorze	po chłodni	12,2	11,4	12,6	11,7	11,7
	SOT 6	12,6	11,3	12,2	10,9	10,6
56 dni po zbiorze	po chłodni	11,3	11,1	11,0	10,9	13,0
	SOT 6	11,9	12,2	11,6	11,6	12,7
70 dni po zbiorze	po chłodni	10,9	12,5	11,5	11,4	11,9
	SOT 6	10,4	12,6	11,2	10,5	11,0

**Tabela 6c.** Zawartość ekstraktu [%] w owocach borówki w zależności od zastosowanej technologii przechowywania i pozbiórczego traktowania. Przechowywanie worki Xtend 1,5 kg.

Termin analiz		Xtend 1,5kg			
		Kontrola	1-MCP 625ppb	1-MCP 937,5ppb	ETEN
zbiór	12,9				
21 dni po zbiorze	po chłodni	13,5	13,0	12,8	12,1
	SOT 6	13,2	11,2	12,7	12,6
28 dni po zbiorze	po chłodni	12,2	10,5	13,4	12,5
	SOT 6	12,6	10,0	13,3	11,2
42 dni po zbiorze	po chłodni	10,0	12,7	12,1	11,7
	SOT 6	12,7	12,7	12,2	10,9
56 dni po zbiorze	po chłodni	12,3	13,2	13,4	12,8
	SOT 6	11,7	12,0	11,7	12,2
70 dni po zbiorze	po chłodni	11,3	12,2	12,2	13,0
	SOT 6	12,1	12,2	10,8	13,6

Wyniki analizy kwasowości owoców borówki odmiany ‘Calypso’ bezpośrednio po chłodni i po symulowanym obrocie (6 dni w temperaturze +10°C) przedstawiono w Tabelach 7 a-c. W wielu przypadkach odnotowano pozytywny wpływ 1-MCP na utrzymanie kwasowości. W związku z tym, że zależności te nie były powtarzalne ich potwierdzenie wymaga dalszych szczegółowych badań.

**Tabela 7a.** Kwasowość [% w przeliczeniu na kwas cytrynowy] owoców borówki w zależności od zastosowanej technologii przechowywania i pozbiorczego traktowania. Przechowywanie w opakowaniach plastikowych (bez worków).

Termin analiz		W opakowaniach plastikowych (luzem)		
		Kontrola	1-MCP 625ppb	1-MCP 937,5ppb
zbiór		0,76		
21 dni	po chłodni	0,74	0,83	0,79
po zbiorze	SOT 6	0,89	0,95	0,77
28 dni	po chłodni	0,74	0,89	0,87
po zbiorze	SOT 6	0,78	0,81	0,92
35 dni	po chłodni	0,79	0,77	0,80
po zbiorze	SOT 6	0,75	0,87	0,81
42 dni	po chłodni	0,78	0,80	0,90
po zbiorze	SOT 6	0,78	0,85	0,78
49 dni	po chłodni	0,90	0,71	0,84
po zbiorze	SOT 6	0,84	0,77	0,79
56 dni	po chłodni	0,79	0,69	0,85
po zbiorze	SOT 6	0,68	0,93	1,02
63 dni	po chłodni	0,76	0,83	0,86
po zbiorze	SOT 6	0,91	0,85	0,87
70 dni	po chłodni	0,80	0,90	0,85
po zbiorze	SOT 6	0,73	0,77	1,05

**Tabela 7b.** Kwasowość [% w przeliczeniu na kwas cytrynowy] owoców borówki w zależności od zastosowanej technologii przechowywania i pozbiorczego traktowania. Przechowywanie worki Xtend 4,0 kg.

Termin analiz		Xtend 4kg				
		Kontrola	1-MCP 625ppb	1-MCP 937,5ppb	ETEN	SO <sub>2</sub> pad
zbiór	0,76					
21 dni	po chłodni	0,84	1,01	0,77	0,71	0,90
po zbiorze	SOT 6	0,79	0,83	0,82	0,90	0,92
28 dni	po chłodni	0,71	0,90	0,82	0,85	0,78
po zbiorze	SOT 6	0,79	0,88	0,99	0,97	0,89
42 dni	po chłodni	0,88	0,78	0,97	0,92	0,72
po zbiorze	SOT 6	0,79	0,81	0,90	0,81	0,82
56 dni	po chłodni	0,83	0,84	0,89	0,79	0,78
po zbiorze	SOT 6	0,78	0,82	0,75	0,79	0,80
70 dni	po chłodni	0,73	0,83	0,73	0,90	0,90
po zbiorze	SOT 6	0,95	0,92	1,01	0,80	0,81

**Tabela 7c.** Kwasowość [% w przeliczeniu na kwas cytrynowy] owoców borówki w zależności od zastosowanej technologii przechowywania i pozbiorczego traktowania. Przechowywanie worki Xtend 1,5 kg.

Termin analiz		Xtend 1,5kg			
		Kontrola	1-MCP 625ppb	1-MCP 937,5ppb	ETEN
zbiór	0,76				
21 dni	po chłodni	0,80	0,92	0,84	0,87
po zbiorze	SOT 6	0,88	0,83	0,81	0,91
28 dni	po chłodni	0,71	0,81	0,96	0,79
po zbiorze	SOT 6	0,89	0,81	1,00	0,92
42 dni	po chłodni	0,84	0,91	0,81	0,81
po zbiorze	SOT 6	0,84	0,90	0,83	0,78
56 dni	po chłodni	0,77	0,90	0,78	0,81

po zbiorze	SOT 6	0,86	0,82	0,74	0,85
70 dni	po chłodni	0,96	0,92	0,92	0,78
po zbiorze	SOT 6	0,94	0,83	0,83	0,77

W przeprowadzonym doświadczeniu pozbiórcze zastosowanie 1-MCP na owoce borówki w wielu przypadkach przyczyniło się do utrzymania jędrności owoców podczas przechowywania i transportu (Tabele 8 a-c).

**Tabela 8a.** Jędrność owoców borówki w zależności od zastosowanej technologii przechowywania i pozbiórczego traktowania. Przechowywanie w opakowaniach plastikowych (bez worków).

Termin analiz		W opakowaniach plastikowych (luzem)		
		Kontrola	1-MCP 625ppb	1-MCP 937,5ppb
zbiór		2,2		
21 dni	po chłodni	2,4	2,7	2,6
po zbiorze	SOT 6	2,0	2,1	2,2
28 dni	po chłodni	2,1	2,3	2,4
po zbiorze	SOT 6	2,0	2,1	2,2
35 dni	po chłodni	2,3	2,2	2,4
po zbiorze	SOT 6	2,2	2,3	2,4
42 dni	po chłodni	2,3	2,1	2,1
po zbiorze	SOT 6	2,1	2,2	2,2
49 dni	po chłodni	2,8	2,1	2,2
po zbiorze	SOT 6	2,3	2,5	2,4
56 dni	po chłodni	2,3	1,7	2,3
po zbiorze	SOT 6	2,3	2,8	2,5
63 dni	po chłodni	2,3	2,1	2,2
po zbiorze	SOT 6	2,6	2,6	2,4
70 dni	po chłodni	2,1	2,0	2,0
po zbiorze	SOT 6	2,3	2,5	2,7

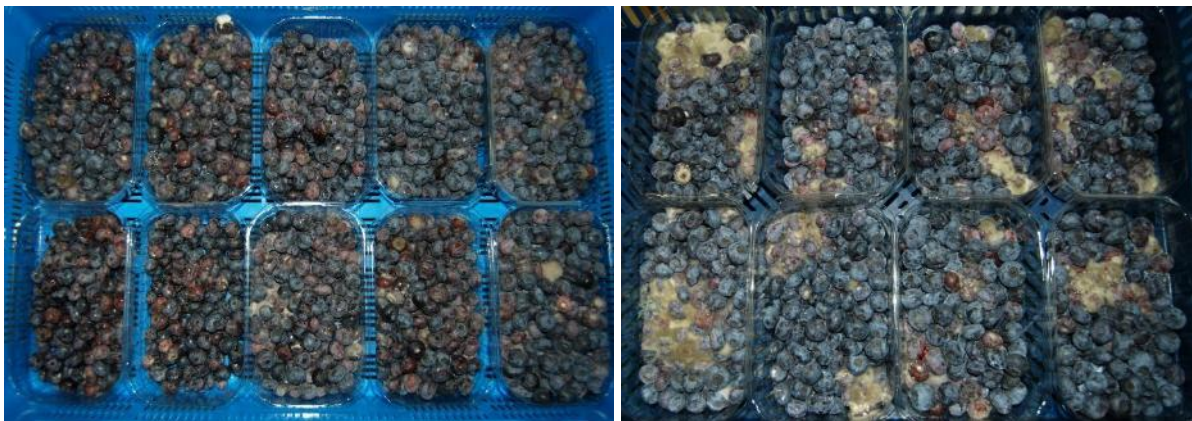
**Tabela 8b.** Jędrność owoców borówki w zależności od zastosowanej technologii przechowywania i pozbiórczego traktowania. Przechowywanie worki Xtend 4,0 kg.

Termin analiz		Xtend 4kg				
		Kontrola	1-MCP 625ppb	1-MCP 937,5ppb	ETEN	SO <sub>2</sub> pad
zbiór		2,2				
21 dni	po chłodni	2,5	2,7	2,5	2,5	2,3
po zbiorze	SOT 6	2,1	2,3	2,0	2,3	2,2
28 dni	po chłodni	2,5	2,5	2,7	2,8	2,9
po zbiorze	SOT 6	2,2	2,3	2,2	2,5	2,3
42 dni	po chłodni	2,8	2,4	2,6	2,5	2,2
po zbiorze	SOT 6	2,4	2,3	2,6	2,2	2,3
56 dni	po chłodni	2,7	2,2	2,2	2,5	2,9
po zbiorze	SOT 6	2,2	2,5	2,3	2,2	2,7
70 dni	po chłodni	1,9	1,9	1,8	1,8	2,4
po zbiorze	SOT 6	2,1	2,6	2,1	2,0	2,3

**Tabela 8c.** Jędrność owoców borówki w zależności od zastosowanej technologii przechowywania i pozbiorczego traktowania. Przechowywanie worki Xtend 1,5 kg.

Termin analiz		Xtend 1,5kg			
		Kontrola	1-MCP 625ppb	1-MCP 937,5ppb	ETEN
zbiór	2,2				
21 dni po zbiorze	po chłodni	2,6	2,6	2,5	2,4
	SOT 6	2,3	2,1	2,3	2,1
28 dni po zbiorze	po chłodni	2,3	2,6	2,6	2,4
	SOT 6	2,1	2,0	2,4	2,1
42 dni po zbiorze	po chłodni	2,3	2,6	2,5	2,1
	SOT 6	2,6	2,2	2,6	2,2
56 dni po zbiorze	po chłodni	2,6	2,5	2,2	2,3
	SOT 6	2,5	2,4	2,4	2,1
70 dni po zbiorze	po chłodni	2,3	2,5	1,7	1,8
	SOT 6	2,7	1,7	1,9	1,9

Głównym problemem podczas wydłużania okresu przechowywania owoców borówki wysokiej jest rozwój chorób grzybowych. Jak wspomniano powyżej, zastosowanie emiterów SO<sub>2</sub> istotnie ogranicza rozwój chorób grzybowych. Zastosowanie worków MAP korzystnie wpłynęło na zwiększenie trwałości owoców podczas przechowywania i transportu. Po około trzech tygodniach przechowywania wewnątrz opakowań wytworzyła się modyfikowana atmosfera o składzie ok 16% tlenu i 5% dwutlenku węgla. Na koniec okresu przechowywania w opakowaniach MAP zanotowano średnio około 12% tlenu i 9% dwutlenku węgla.



Głównym problemem podczas przechowywania borówki jest rozwój chorób grzybowych





Innowacyjne technologie przechowywania pozwalają na zwiększenie trwałości owoców

## 5. Wnioski

- Zastosowanie innowacyjnych technologii (emitery  $\text{SO}_2$ , opakowania MAP, pozbiorcze traktowanie owoców borówki wysokiej 1-MCP) istotnie wpływa na utrzymanie wysokiej jakości owoców
- Zwiększenie trwałości owoców notowane było zarówno podczas przechowywania jak i podczas symulowanego obrotu towarowego (6 dni w  $10^\circ\text{C}$ )
- Jednakże, w związku z tym, że zaobserwowane prawidłowości nie zawsze były powtarzalne w poszczególnych terminach analiz, zarówno w przypadku zastosowania emiterów  $\text{SO}_2$  jak i pozbiorczego traktowania owoców 1-MCP konieczna jest optymalizacja parametrów traktowania (dawka, czas traktowania) oraz sprawdzenie efektywności działania dla najważniejszych gospodarczo odmian borówki wysokiej.
- Optymalizacja nowoczesnych technologii musi wychodzić naprzeciw oczekiwaniom producentów, zwłaszcza jeżeli w towarze handlowym nie może być uszkodzonych (zgniłych) owoców. W takim przypadku, konieczne jest opracowanie zaleceń określających bezpieczny okres przechowywania i zalecany zakres temperatur (przechowywania i obrotu towarowego).