



WPŁYW OZONOWANIA NA WŁAŚCIWOŚCI PROZDROWOTNE OWOCÓW TRUSKAWKI

Anna Onopiuk, Małgorzata Moczowska, Arkadiusz Szpicer, Andrzej Póttorak
Katedra Techniki i Projektowania Żywności
Wydział Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

WPROWADZENIE

RYNEK TRUSKAWEK W EUROPIE



- Polska jest trzecim- po Hiszpanii i Niemczech- producentem truskawek w Europie oraz dziesiątym na świecie
- w 2015 r udział produkcji polskich truskawek w zbiorach unijnych i światowych wyniósł odpowiednio 15% i 3%

Produkcja truskawek w Polsce (tys. ton)

2011	2012	2013	2014	2015	2016 ¹
166.2	150.2	192.6	202.5	204.9	185.0

¹ dane wg IERiGŻ, źródło: Wyniki produkcji roślinnej GUS

WPROWADZENIE

Szara pleśń – choroba pleśniowa m.in. truskawek, wywoływana przez stadium kolonijne w postaci gronowca szarego (*Botrytis cinerea*), grzyba z klasy workowców (*Botryotinia fuckeliana*). Najbardziej charakterystycznym objawem występowania patogenu szarej pleśni są ślady pyłącego nalotu i przebarwienia (plamy).

a)



x1

b)



x6

Fot. 1 Truskawki zaatakowane szarą pleśnią w 6 dniu przechowywania; badania własne:
a) obraz rzeczywisty b) obraz 6-krotnie powiększony za pomocą mikroskopu Nikon Eclipse E200.

Josuttis i wsp. 2012

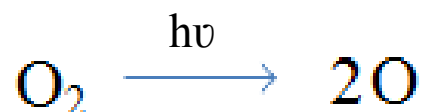
WPROWADZENIE

- Truskawki (*Fragaria X ananassa Duch.*) są cennym źródłem kwasu askorbinowego, związków fenolowych i spośród owoców mają jedną z najwyższych aktywności przeciwutleniających.
- Związki te inaktywują reaktywne formy tlenu i wolne rodniki, przez co ich spożywanie jest korzystne dla zdrowia człowieka.
- Obecność truskawek w diecie zwiększa ochronę przed nowotworami i chorobami sercowo-naczyniowymi.

Sezonowa podaż świeżych owoców truskawek powoduje, że muszą one być poddawane procesom utrwalania i przechowywania, między innymi poprzez zamrażanie oraz **ozonowanie**.

WPROWADZENIE

Ozon- tritlen (O_3) – alotropowa odmiana tlenu składająca się z trójatomowych cząsteczek, posiadające silne właściwości bakterio- i grzybobójcze.



Zaletą stosowania ozonu jest szybki rozpad tego związku do tlenu, przy czym nie ma innych produktów tej reakcji, a powstają tylko nieliczne produkty uboczne dezynfekcji. Wykorzystanie ozonowania w zakładach przemysłu spożywczego pozwala określić tę technologię jako bezpieczną i przyjazną dla środowiska naturalnego.

CEL I ZAKRES BADAŃ

Celem badań było określenie wpływu stężenia i czasu ozonowania na wybrane właściwości prozdrowotne, całkowitą zdolność antyoksydacyjną oraz straty przechowalnicze truskawek odmiany *Honeoye*.

Zakres badań obejmował:

- pomiary kwasowości ogólnej,
- zawartość cukrów,
- zawartość związków fenolowych,
- całkowitą zdolność antyoksydacyjną,
- straty masy owoców w trakcie przechowywania

temp. 4 ± 1 °C

6 dni przechowywania



Tecan Spark™ 10M, Switzerland

MATERIAŁ BADAWCZY

- materiał badawczy stanowiły owoce truskawki odmiany *Honeyoe*, pozyskane w lipcu 2015.
- bezpośrednio po zbiorze materiał roślinny w postaci całych owoców został posortowany pod względem wielkości i stopnia dojrzałości owoców i podzielony na siedemnaście grup o masie 1.0 kg każda.
- pierwsza grupa stanowiła próbę kontrolną (c_0t_0), a pozostałe zostały umieszczone w komorze chłodniczej do której doprowadzony był ozon w postaci gazowej.

stężenie O_3 :	czas ozonowania:
c_1 0.3 ppm	t_1 60 min
c_2 0.6 ppm	t_2 120 min
c_3 0.9 ppm	t_3 150 min
c_4 1.2 ppm	t_4 180 min

+ KONTROLA



SGGW

MATERIAŁ I METODY

- do wzbogacenia powietrza w gazowy ozon wykorzystano generator ozonu **Korona 02/10** (EkoOzon, Poland), generujący ozon z wydajnością **13g/h**
- poziom generowanego ozonu mierzono głowicą pomiarową GDX-70 (Alter S.A., Poland) o zakresie pomiarowym od 0 do 5 ppm.



WYNIKI BADAŃ



Stężenie	Czas ozonowania	Kwasowość ogólna (%)	
		D0	D6
KONTROLA		1.01 ± 0.02^{Bh}	0.81 ± 0.00^{Aij}
0.3 ppm	60 min	0.95 ± 0.01^{Beh}	0.77 ± 0.00^{Afg}
	120 min	0.92 ± 0.01^{Bde}	0.78 ± 0.00^{Agh}
	150 min	0.93 ± 0.01^{Bde}	0.70 ± 0.01^{Ac}
	180 min	0.88 ± 0.01^{Bc}	0.75 ± 0.00^{Adef}
0.6 ppm	60 min	1.09 ± 0.01^{Bi}	0.66 ± 0.01^{Aab}
	120 min	0.78 ± 0.01^{Ba}	0.68 ± 0.01^{Ab}
	150 min	0.99 ± 0.01^{Bg}	0.66 ± 0.00^{Aab}
	180 min	0.95 ± 0.01^{Bef}	0.71 ± 0.00^{Ade}
0.9 ppm	60 min	1.08 ± 0.01^{Bi}	0.77 ± 0.01^{Ahi}
	120 min	1.01 ± 0.01^{Bh}	0.78 ± 0.00^{Agh}
	150 min	0.92 ± 0.00^{Bd}	0.73 ± 0.01^{Ad}
	180 min	0.95 ± 0.01^{Be}	0.80 ± 0.00^{Ahi}
1.2 ppm	60 min	1.14 ± 0.01^{Bj}	0.76 ± 0.00^{Aefhi}
	120 min	0.85 ± 0.01^{Bd}	0.65 ± 0.01^{Aa}
	150 min	0.97 ± 0.00^{Bfg}	0.67 ± 0.00^{Ab}
	180 min	0.97 ± 0.01^{Bfg}	0.82 ± 0.00^{Aj}

*A-B- wartości średnie oznaczone różnymi literami w wierszach wykazują istotne statystycznie różnice przy poziomie istotności $p < 0.05$.

*a - j - wartości średnie oznaczone różnymi literami w kolumnach wykazują istotne statystycznie różnice przy poziomie istotności $p < 0.05$.



Stężenie	Czas ozonowania	Zawartość cukrów (°Bx)	
		D0	D6
KONTROLA		8.26 ± 0.04 ^{Aa}	10.17 ± 0.07 ^{Bhi}
	60 min	8.59 ± 0.07 ^{Abc}	9.14 ± 0.07 ^{Bab}
	120 min	8.64 ± 0.06 ^{Abcd}	9.06 ± 0.06 ^{Ba}
	150 min	8.44 ± 0.07 ^{Aab}	9.20 ± 0.07 ^{Bab}
	180 min	8.75 ± 0.08 ^{Acde}	9.33 ± 0.09 ^{Bbc}
0.3 ppm	60 min	8.86 ± 0.06 ^{Ade}	9.39 ± 0.07 ^{Bbcd}
	120 min	8.97 ± 0.07 ^{Aef}	9.56 ± 0.11 ^{Bcde}
	150 min	9.13 ± 0.09 ^{Afg}	9.59 ± 0.05 ^{Bde}
	180 min	9.12 ± 0.09 ^{Afg}	9.91 ± 0.08 ^{Bfg}
0.6 ppm	60 min	9.33 ± 0.06 ^{Agh}	9.98 ± 0.08 ^{Bgh}
	120 min	9.13 ± 0.15 ^{Ag}	10.01 ± 0.09 ^{Bgh}
	150 min	9.76 ± 0.12 ^{Ai}	10.12 ± 0.07 ^{Bi}
	180 min	9.85 ± 0.08 ^{Ahi}	10.15 ± 0.07 ^{Bghi}
0.9 ppm	60 min	8.99 ± 0.08 ^{Aef}	9.31 ± 0.04 ^{Babc}
	120 min	9.11 ± 0.11 ^{Aefg}	9.33 ± 0.08 ^{Bbc}
	150 min	9.17 ± 0.07 ^{Afgh}	9.51 ± 0.03 ^{Bcde}
	180 min	9.41 ± 0.07 ^{Ah}	9.71 ± 0.08 ^{Bef}
1.2 ppm	60 min	8.99 ± 0.08 ^{Aef}	9.31 ± 0.04 ^{Babc}
	120 min	9.11 ± 0.11 ^{Aefg}	9.33 ± 0.08 ^{Bbc}
	150 min	9.17 ± 0.07 ^{Afgh}	9.51 ± 0.03 ^{Bcde}
	180 min	9.41 ± 0.07 ^{Ah}	9.71 ± 0.08 ^{Bef}

*A-B- wartości średnie oznaczone różnymi literami w wierszach wykazują istotne statystycznie różnice przy poziomie istotności $p < 0.05$.

*a - j - wartości średnie oznaczone różnymi literami w kolumnach wykazują istotne statystycznie różnice przy poziomie istotności $p < 0.05$.



Stężenie	Czas ozonowania	Całkowita zawartość fenoli (mg GA/100g)	
		D0	D6
KONTROLA		165.15 ± 2.85^{Bb}	159.33 ± 0.51^{Aefg}
0.3 ppm	60 min	192.77 ± 1.18^{Bf}	176.27 ± 4.79^{Aj}
	120 min	178.54 ± 1.00^{Bd}	157.91 ± 1.14^{Ade}
	150 min	179.63 ± 2.41^{Bd}	167.75 ± 2.74^{Agh}
	180 min	184.17 ± 3.68^{Be}	171.09 ± 0.51^{Aghi}
0.6 ppm	60 min	169.15 ± 3.41^{Bb}	155.20 ± 3.49^{Acd}
	120 min	191.72 ± 3.06^{Bf}	171.17 ± 0.64^{Aghi}
	150 min	183.69 ± 1.03^{Bde}	164.56 ± 2.38^{Ag}
	180 min	179.00 ± 1.63^{Bd}	158.09 ± 3.23^{Aef}
0.9 ppm	60 min	175.99 ± 0.97^{Bc}	167.44 ± 3.37^{Agh}
	120 min	198.99 ± 0.54^{Bg}	173.16 ± 2.21^{Ahij}
	150 min	192.26 ± 0.80^{Bf}	172.24 ± 2.05^{Aghi}
	180 min	190.09 ± 2.31^{Bf}	158.03 ± 1.98^{Adef}
1.2 ppm	60 min	150.15 ± 4.94^a	145.49 ± 3.37^b
	120 min	147.22 ± 3.93^a	144.08 ± 3.49^b
	150 min	166.25 ± 0.88^{Bb}	147.68 ± 3.37^{Abc}
	180 min	146.89 ± 4.15^a	141.33 ± 2.37^a

*A-B- wartości średnie oznaczone różnymi literami w wierszach wykazują istotne statystycznie różnice przy poziomie istotności $p < 0.05$.

*a - j - wartości średnie oznaczone różnymi literami w kolumnach wykazują istotne statystycznie różnice przy poziomie istotności $p < 0.05$.

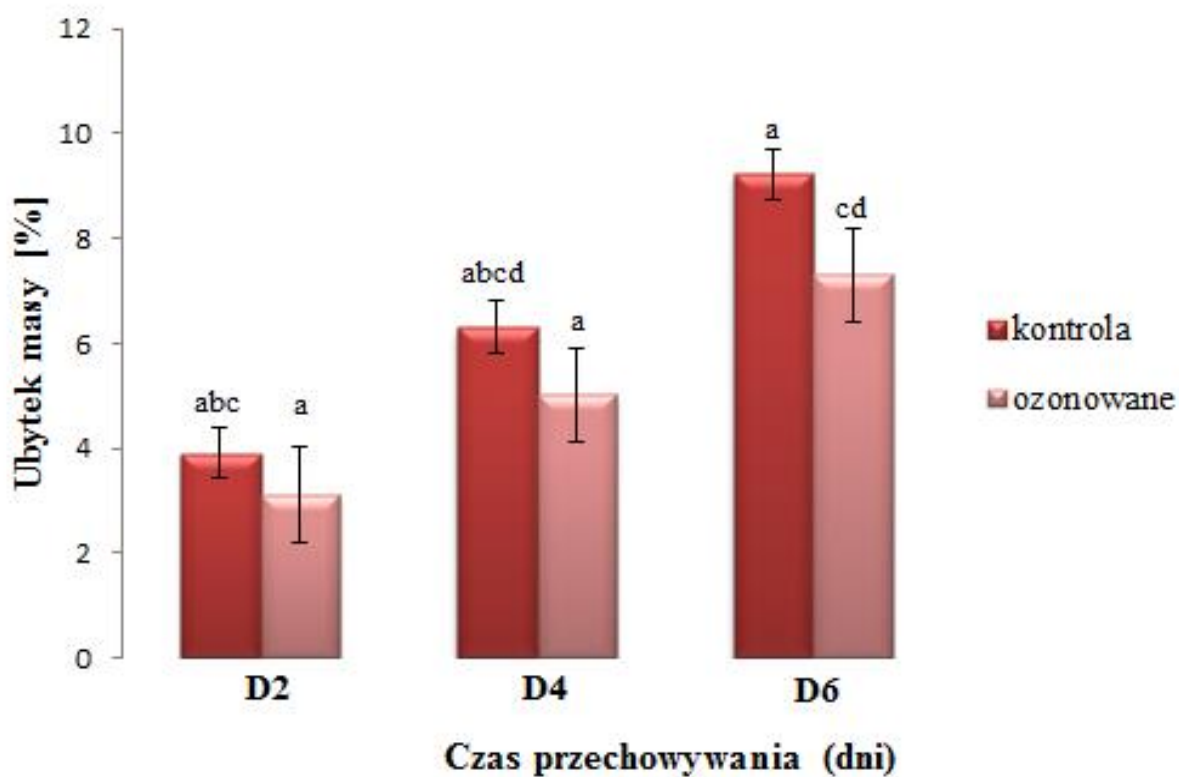


Stężenie	Czas ozonowania	Całkowita zdolność antyoksydacyjna (%DPPH)	
		D0	D6
KONTROLA		43.04 ± 0.69 ^{Ab}	50.65 ± 0.87 ^{Bb}
0.3 ppm	60 min	51.86 ± 0.68 ^{Adef}	70.39 ± 0.97 ^{Bfgh}
	120 min	48.30 ± 1.56 ^{Acde}	76.99 ± 1.04 ^{Bi}
	150 min	50.69 ± 0.51 ^{Adef}	71.52 ± 0.93 ^{Bgh}
	180 min	45.45 ± 0.84 ^{Abc}	67.67 ± 0.86 ^{Befgh}
0.6 ppm	60 min	54.55 ± 0.72 ^{Af}	63.11 ± 0.97 ^{Bde}
	120 min	63.29 ± 0.61 ^g	59.59 ± 1.34 ^{cd}
	150 min	65.82 ± 0.76 ^{Ag}	70.78 ± 0.93 ^{Bfgh}
	180 min	48.57 ± 1.01 ^{Acde}	56.49 ± 0.65 ^{Bc}
0.9 ppm	60 min	46.51 ± 1.56 ^{Acde}	64.51 ± 0.73 ^{Bdef}
	120 min	55.15 ± 1.35 ^{Af}	62.16 ± 1.38 ^{Bde}
	150 min	53.86 ± 1.13 ^{Aef}	69.50 ± 1.17 ^{Bfgh}
	180 min	45.08 ± 0.77 ^{Abcd}	67.63 ± 0.61 ^{Bfgh}
1.2 ppm	60 min	43.86 ± 1.24 ^{Abc}	64.22 ± 0.98 ^{Bdef}
	120 min	38.10 ± 0.77 ^{Aa}	45.36 ± 3.27 ^{Ba}
	150 min	42.36 ± 1.95 ^{Abc}	51.74 ± 0.96 ^{Bb}
	180 min	41.90 ± 0.91 ^{Abcd}	51.47 ± 0.84 ^{Bb}

*A-B- wartości średnie oznaczone różnymi literami w wierszach wykazują istotne statystycznie różnice przy poziomie istotności $p < 0.05$.

*a - j - wartości średnie oznaczone różnymi literami w kolumnach wykazują istotne statystycznie różnice przy poziomie istotności $p < 0.05$.

WYNIKI BADAŃ



Wykres 1. Ocena ubytku masy owoców w trakcie przechowywania grupy kontrolnej oraz poddanej ozonowaniu. *a – d – wartości średnie oznaczone różnymi literami wykazują znaczące różnice statystyczne przy poziomie istotności $p < 0.05$.

WNIOSKI



Zastosowanie w przemyśle spożywczym ozonu jako czynnika przedłużającego trwałość oraz bakteriobójczego może ograniczyć stosowanie do tego celu tradycyjnych, szkodliwych dla środowiska naturalnego związków chemicznych.



Prezentowane wyniki wskazują na występowanie zależności między stabilnością składników antyoksydacyjnych, a dawką ozonu i czasem ozonowania truskawek.



Najkorzystniejsze rezultaty osiągnięto przy ozonowaniu dawką 0.6 ppm przez 120 i 150 minut.



Ozonowanie pozwoliło zmniejszyć straty masy truskawek w trakcie przechowywania, nie wpływając przy tym negatywnie na ich właściwości prozdrowotne.

LITERATURA

- AOAC. (2000). *Official methods of analysis* (17th ed., pp. 27). Gaithersburg, DS: Association of Official Analytical Chemists.
- Aaby, K., Mazur, S., Nes, A., & Skrede, G. (2012). Phenolic compounds in strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) fruits: Composition in 27 cultivars and changes during ripening. *Food Chemistry*, 132, 86–97. doi:10.1016/j.foodchem.2011.10.037
- EPA. (1999). United States Environmental Protection Agency: Alternative disinfectants and oxidants guidance manual, 815 R 99014.
- Nuñez-Mancilla, Y., Pérez-Won, M., Uribe, E., Vega-Gálvez, A., & Di Scala, K. (2013). Osmotic dehydration under high hydrostatic pressure: Effects on antioxidant activity, total phenolics compounds, vitamin C and colour of strawberry (*Fragaria vesca*). *LWT- Food Science and Technology*, 52, 151-156. doi: 10.1016/j.lwt.2012.02.027
- Josuttis, M., Carlen, C., Crespo, P., Nestby, R., Toldam-Andersen, T. B., Dietrich, H., & Krüger, E. (2012). A comparison of bioactive compounds of strawberry fruit from Europe affected by genotype and latitude. *Journal of Berry Research*, 2, 73–95. doi: 10.3233/JBR-2012-029
- Wyniki produkcji roślinnej, Główny Urząd Statystyczny, Departament Rolnictwa, Warszawa 2015

Dziękuję za uwagę

