



ZAŁOŻENIA TECHNOLOGICZNE PRZECHOWYWANIA PAPRYKI

Autorzy:

dr Maria Grzegorzewska

dr hab. Agnieszka Marasek-Ciołakowska prof. IO

dr Anna Wrzodak

dr Justyna Szwejda-Grzybowska

Opracowanie przygotowane w ramach **Zadania 5.1**

Opracowanie strategii zwalczania agrofagów na terenie kraju oraz wsparcie działań na rzecz pozyskania nowych rynków zbytu dla krajowych produktów pochodzenia roślinnego finansowanego przez Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi

Skierniewice 2023

Spis treści:

1. Wprowadzenie.....	3
2. Cel badań.....	3
3. Materiały i metody.....	3
4. Wyniki.....	4
5. Wnioski.....	10

1. Wprowadzenie

Polska jest największym producentem papryki w Europie Środkowo-Wschodniej. W zagłębiu paprykowym, w okolicach Radomia, produkuje się ponad 100 ton papryki rocznie, co stanowi około 85% rodzimej produkcji tego warzywa. Papryka jest bogata w witaminę C i inne antyoksydanty, taki jak witamina A i E. Jest również bogatym źródłem makro i mikrośladków, między innymi magnezu i potasu. Szacuje się, że około 80% produkcji trafia na świeży rynek, czyli do sieci handlowych i rynki hurtowe. W sklepach, polska papryka jest obecna do połowy listopada.

Papryka należy do grupy warzyw średnio-trwałych, co znaczy, że można ją przechowywać tylko do kilku tygodni. Owoce papryki mogą być zbierane gdy są jeszcze zielone ale już całkowicie wyrośnięte. Zbiór przeprowadza się ręcznie, owoce powinny być wycinane ostrym nożem lub sekatorem, z całą szypułką. Wszelkie zadrapania i mechaniczne uszkodzenia, tak owocu jak i szypułki, są przyczyną infekcji i miejscem rozpoczęcia procesów gnicia w czasie przechowywania. Po zbiorze, papryka powinna być jak najszybciej schłodzona do temperatury przynajmniej 10 – 12°C.

Optymalne warunki przechowywania papryki, to temperatura 7 – 8°C i wilgotność względna powietrza 90 – 95%. Papryka należy do warzyw ciepłolubnych. Owoce są wrażliwe na niską temperaturę, która powoduje powstawanie uszkodzeń chłodowych w postaci punktowych zagłębień lub wodnistych plam. Uszkodzenia stają się szczególnie widoczne po przeniesieniu owoców do temperatury pokojowej (15 – 20°C). Podatność na uszkodzenia chłodowe jest uzależniona od stopnia dojrzałości owoców. Im owoce zbierane są we wcześniejszej fazie dojrzałości, tym wrażliwość ich jest wyższa.

Owoce w pełni dojrzałe (czerwone) są bardziej tolerancyjne na niskie temperatury i można je składować w zakresie temperatur 5,5 – 7°C. Bardzo ważne w czasie przechowywania papryki jest utrzymanie optymalnej wilgotności względnej powietrza. Przy wilgotności poniżej 90 % następuje intensywne parowanie owoców i szybkie wędnięcie. Owoce stają się miękkie, pomarszczone, a gdy ubytki masy przekraczają 7 %, papryka nie nadaje się do sprzedaży.

2. Cel badań

Ocena wpływu pozbiórczego traktowania gorącą wodą (PTGW) na jakość i trwałość papryki. W badaniach oceniano zarówno wygląd zewnętrzny jak skład chemiczny i wartość sensoryczną owoców.

3. Materiały i metody

Badania przeprowadzono w latach 2022 - 2023 na odmianie czerwono-owocowej Muriel F₁, która pochodziła z gospodarstwa ogrodniczego w Grabowej Woli koło Potworowa. W 2022 r. paprykę zebrano w połowie września (14.09) natomiast w następnym roku w końcu września (29.09). Po zbiorze, paprykę przewożono do Pracowni Przechowalnictwa i Fizjologii Pozbiórczej Owoców i Warzyw (obecnie Laboratorium Fizjologii Pozbiórczej Produktów Ogrodniczych IO-PIB). Następnego dnia, paprykę myto w wodzie wodociągowej o temperaturze wyższej o 5°C od temperatury miąższu owoców. Po osuszeniu, owoce dzielono na 6 grup, do następujących obiektów doświadczalnych:

1. Kontrola, nietraktowana, przechowywanie w temperaturze 8°C
2. Traktowanie gorącą wodą (55°C – 12 s), przechowywanie w 8°C
3. Traktowanie gorącą wodą (50°C – 3 min.), przechowywanie w temperaturze 8°C

4. Kontrola, nietraktowana, przechowywanie w temperaturze 4°C
5. Traktowanie gorącą wodą (55°C – 12 s), przechowywanie w 4°C
6. Traktowanie gorącą wodą (50°C – 3 min.), przechowywanie w temperaturze 4°C

W obu sezonach traktowanie przeprowadzono w okrągłym naczyniu o wymiarach: średnica - 58 cm i wysokość - 50 cm. Naczynie wyposażone w elektryczne grzałki i termostat, wypełniano wodą do wysokości 38 cm, którą podgrzewano do odpowiedniej temperatury. Owoce umieszczano w ażurowym koszu i zanurzano na określony czas w gorącej wodzie. Po potraktowaniu owoce ponownie osuszano i układano w skrzynkach, wyłożonych wytłoczkami PP na 18 szt. owoców. Doświadczenia przechowalnicze zakładano w 4 powtórzeniach po 18 szt. owoców. Skrzynki z owocami wstawiano do komór chłodniczych o ustalonych temperaturach. W warunkach chłodniczych paprykę przechowywano przez okres 3 tygodni. Następnie owoce przenoszono do pomieszczenia z temperaturą 20°C (symulowany obrót towarowy - SOT), do dalszego składowania.

W czasie chłodniczego przechowywania, w odstępach co 7 dni, prowadzono ocenę wizualną jakości owoców oraz wykonywano pomiary ubytków masy. W czasie SOT obserwacje i pomiary wykonano: w pierwszym sezonie po 7 i 12 dniach składowania, natomiast w drugim po 4, 7 i 12 dniach.

Po chłodniczym przechowywaniu papryki, wykonano analizy chemiczne na zawartość następujących składników: karoteny, kwas L-askorbinowy i cukry. Wykonano również analizę sensoryczną, wykorzystując metodę ilościową. Dodatkowo, w pierwszym roku badań, bezpośrednio po potraktowaniu papryki gorącą wodą oraz po 48 godzinach po potraktowaniu, wykonano badania cytologiczne. Mikromorfologię powierzchni owocu papryki analizowano w skaningowym mikroskopie elektronowym JEOL JSM 6390LV, w Centrum Badań Medycznych im. Mossakowskiego Polskiej Akademii Nauk w Warszawie.

4. Wyniki

Wartość handlowa owoców papryki utrzymywała się na bardzo dobrym poziomie przez cały okres chłodniczego przechowywania, czyli przez 21 dni. Jednak zarówno w pierwszym jak i drugim sezonie najniższe noty odnotowano dla papryki traktowanej GW (50°C – 3 min) i przechowywanej w 8°C (odpowiednio 8,3 i 8,6). W warunkach SOT, wartość handlowa obniżała się i różnicowała w zależności od pozbiorniczego traktowania. W pierwszym roku wyraźnie wyższą wartość handlową utrzymywała papryka traktowana GW niż nietraktowana, zarówno po chłodniczym przechowaniu w 8°C jak i 4°C. W drugim roku, papryka traktowana GW o temperaturze 55°C w warunkach SOT po chłodniczym przechowaniu w 8°C utrzymywała podobną wartość handlową jak papryka kontrolna, natomiast traktowana GW – 50°C odznaczyła się większym spadkiem wartości handlowej. W przypadku papryki przechowywanej w 4°C zaznaczył się pozytywny wpływ traktowania GW (zarówno 55°C jak i 50°C) na jej wartość handlową w czasie SOT.

Tabela 1. Wartość handlowa papryki ‘Muriel’ przechowywanej przez 21 dni w warunkach chłodniczych i 12 dni w SOT. Wartości średnie z 2022 r.

Traktowanie pozbiornicze	Długość chłodniczego przechowania (dni)			Długość SOT (dni)	
	7	14	21	7	12
temperatura chłodniczego przechowywania 8°C					
kontrola - nie traktowane	9,0	9,0	8,7	6,7	6,1
TGW (55°C - 12 s.)	9,0	9,0	9,0	8,6	8,2
TGW (50°C - 3 min.)	8,9	8,7	8,3	7,4	6,3
średnia	9,0	8,9	8,7	7,6	6,9
temperatura chłodniczego przechowywania 4°C					
kontrola - nie traktowane	9,0	9,0	8,7	6,0	4,8
TGW (55°C - 12 s.)	9,0	9,0	8,9	7,2	5,6
TGW (50°C - 3 min.)	9,0	8,9	8,9	7,4	6,1
średnia	9,0	9,0	8,8	6,9	5,5

Skala oceny wizualnej wartości handlowej: 9- doskonała (owoc jak świeżo zebrany z rośliny); 7 - dobra (małe oznaki starzenia i wędnięcie owocu); 5 - zadowalająca (widoczne oznaki starzenia, wędnięcia i marszczenia, dolna granica przydatności do sprzedaży); 3 - słaba, zaawansowane starzenie owocu lub gnicie, (dolna granica przydatności do spożycia), 1 - zła (nie nadające się do spożycia)

Tabela 2. Wartość handlowa papryki ‘Muriel’ przechowywanej przez 21 dni w warunkach chłodniczych i 12 dni w SOT. Wartości średnie z 2023 r.

Traktowanie pozbiornicze	Długość chłodniczego przechowania (dni)			Długość SOT (dni)		
	7	14	21	4	7	12
temperatura chłodniczego przechowywania 8°C						
kontrola - nie traktowane	9	8,9	8,9	8,4	6,6	4,9
TGW (55°C - 12 s.)	9	8,9	8,8	8,1	6,6	5,2
TGW (50°C - 3 min.)	9	8,9	8,6	7,6	5,5	3,8
średnia	9	8,9	8,8	8,0	6,2	4,6
temperatura chłodniczego przechowywania 4°C						
kontrola - nie traktowane	9	9	8,9	5,5	3,5	2,5
TGW (55°C - 12 s.)	9	9	8,9	7,8	4,7	3,4
TGW (50°C - 3 min.)	9	9	8,9	7,5	4,1	3,0
średnia	9	9	8,9	6,9	4,1	3,0

Skala oceny – patrz pod tabelą nr 1

Powodem obniżania wartości handlowej papryki było gnicie i starzenie owoców. W 2022 r. pierwsze niewielkie objawy gnicia pojawiły się już po 2 tygodniach przechowywania na papryce traktowanej GW i przechowywanej w 8°C. W kolejnym roku pierwsze objawy gnicia wystąpiły dopiero po 3 tygodniach przechowywania. W obu sezonach gnicie wyraźnie wzrastało w warunkach SOT, a zmiany destrukcyjne dotyczyły owoców i szypułki. Wyniki dotyczące gnicia szypułki wykazane są tylko w 2023 r. i wskazują na większe nasilenie gnicia szypułki niż owocu.

Tabela 3. Gnicie owoców papryki ‘Muriel’ przechowywanej przez 21 dni w warunkach chłodniczych i 12 dni w SOT. Wartości średnie z 2022 r.

Traktowanie pozbiorcze	Długość chłodniczego przechowania (dni)			Długość SOT (dni)	
	7	14	21	7	12
temperatura chłodniczego przechowywania 8°C					
kontrola - nie traktowane	1,0	1,0	1,3	2,3	2,7
TGW (55°C - 12 s.)	1,0	1,0	1,0	1,2	1,3
TGW (50°C - 3 min.)	1,0	1,3	1,6	1,9	2,3
średnia	1,0	1,1	1,3	1,8	2,1
temperatura chłodniczego przechowywania 4°C					
kontrola - nie traktowane	1,0	1,0	1,2	2,6	3,1
TGW (55°C - 12 s.)	1,0	1,0	1,0	1,9	2,8
TGW (50°C - 3 min.)	1,0	1,0	1,0	1,9	2,7
średnia	1,0	1,0	1,1	2,1	2,9

Skala oceny gnicia: 1 - brak, 3 – 1-3 małe punkty gnilne 5 - widoczne na powierzchni do 15%, 7 - widoczne na powierzchni do 50%, 9 - widoczne na powierzchni powyżej 75%.

Tabela 4. Gnicie owoców papryki ‘Muriel’ przechowywanej przez 21 dni w warunkach chłodniczych i 12 dni w SOT. Wartości średnie z 2023 r.

Traktowanie pozbiorcze	Chłodnicze przechowanie /21dni/		Długość SOT (dni)					
			4		7		12	
	owoc	szypuł.	owoc	szypuł.	owoc	szypuł.	owoc	szypuł.
temperatura chłodniczego przechowywania 8°C								
kontrola – nie traktowane	1,1	1,1	1,3	3,6	1,7	5,4	2,1	7,0
TGW (55°C - 12 s.)	1,1	1,1	1,5	2,5	1,9	4,6	2,5	6,1
TGW (50°C - 3 min.)	1,2	1,9	1,8	5,3	2,2	6,9	3,5	7,8
średnia	1,1	1,4	1,5	3,8	1,9	5,6	2,7	7,0
temperatura chłodniczego przechowywania 4°C								
kontrola – nie traktowane	1,1	1	2,8	5,1	3,8	7,2	5,3	8,2
TGW (55°C - 12 s.)	1,1	1	1,6	3,6	2,5	6,8	3,7	7,7
TGW (50°C - 3 min.)	1,1	1,1	1,8	4,7	2,7	7,3	4,0	8,3
średnia	1,1	1,0	2,1	4,5	3,0	7,1	4,3	8,1

Skala oceny – patrz pod tabelą nr 3

Zmiany zawartości kwasu L-askorbinowego i cukrów, w czasie chłodniczego przechowywania były nieznaczne. W przypadku karotenów zaznaczył się wyraźny ich wzrost w papryce traktowanej gorącą wodą i przechowywanej zarówno w 8°C jak i 4°C. Najwięcej tego składnika przyrosło w owocach traktowanych gorącą wodą o temperaturze 55°C przez 12 s. i przechowywanych w 8°C.

Tabela 5. Wpływ TGW na zawartość wybranych składników prozdrowotnych w papryce, po 21 dniach chłodniczego przechowania. Wartości średnie z 2022 r.

Traktowanie	Karotenoidy [mg 100g ⁻¹ ś.m.]	Kwas L-askorbinowy [mg 100g ⁻¹ ś.m.]	Cukry [g. kg ⁻¹]
bezpośrednio po zbiorze	3,75	154	49
przechowywanie w 8°C			
kontrola – nie traktowane	4,97	149,1	50,6
TGW (55°C - 12 s.)	5,69	152,3	48,2
TGW (50°C - 3min.)	4,76	153,8	49,0
średnia	5,14	151,7	49,3
przechowywanie w 4°C			
kontrola – nie traktowane	3,70	161,1	52,1
TGW (55°C - 12 s.)	4,00	144,9	53,3
TGW (50°C - 3min.)	4,07	146,9	51,0
średnia	3,92	151,0	52,1

Tabela 6. Wpływ TGW na zawartość wybranych składników prozdrowotnych w papryce, po 21 dniach chłodniczego przechowania. Wartości średnie z 2023 r.

Traktowanie	Karotenoidy [mg 100g ⁻¹ ś.m.]	Kwas L-askorbinowy [mg 100g ⁻¹ ś.m.]	Cukry [g. kg ⁻¹]
bezpośrednio po zbiorze	3,21	141,6	53,3
przechowywanie w 8°C			
kontrola – nie traktowane	3,50	143,1	53,9
TGW (55°C - 12 s.)	7,56	147,8	55,2
TGW (50°C - 3 min.)	5,64	145,4	52,3
średnia	5,57	145,4	52,8
przechowywanie w 4°C			
kontrola – nie traktowane	2,79	138,6	54,3
TGW (55°C - 12 s.)	6,51	143,5	55,7
TGW (50°C - 3 min.)	5,53	146,6	56,5
średnia	4,94	142,9	55,5

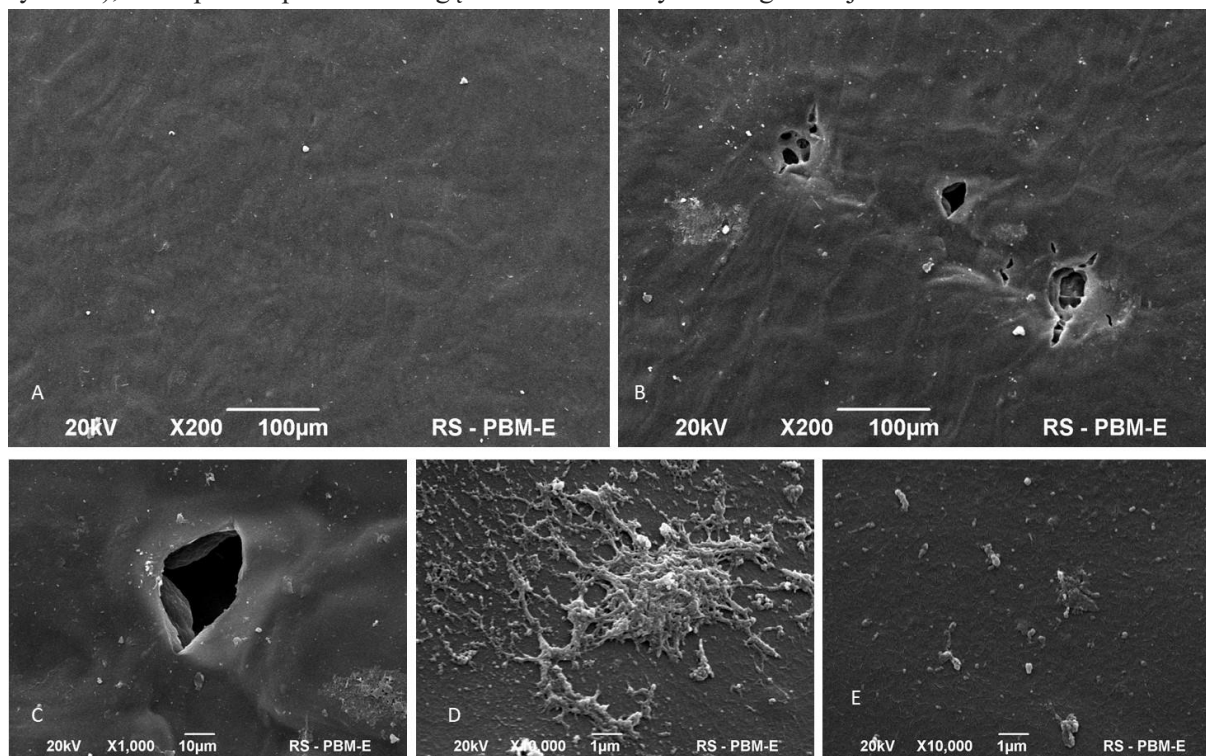
Po chłodniczym przechowaniu w temperaturze 8°C, lepsze oceny sensoryczne w obu sezonach uzyskała papryka traktowana gorącą wodą niż papryka kontrolna. W przypadku papryki przechowywanej w 4°C, w drugim sezonie również wyżej pod względem sensorycznym oceniono paprykę traktowaną GW, natomiast w pierwszym sezonie noty dla papryki traktowanej i nie traktowanej były wyrównane.

Tabela 7. Wpływ TGW na ogólną ocenę sensoryczną papryki po 21 dniach chłodniczego przechowywania.

Traktowanie	Sezon przechowalniczy	
	2022	2023
chłodnicze przechowywanie w 8°C		
kontrola – nie traktowane	7,7	6,6
TGW (55°C - 12 s.)	8,3	7,1
TGW (50°C - 3 min.)	8,1	7,5
chłodnicze przechowywanie w 4°C		
kontrola – nie traktowane	8,2	6,9
TGW (55°C - 12 s.)	8,1	7,6
TGW (50°C - 3min.)	8,2	7,4

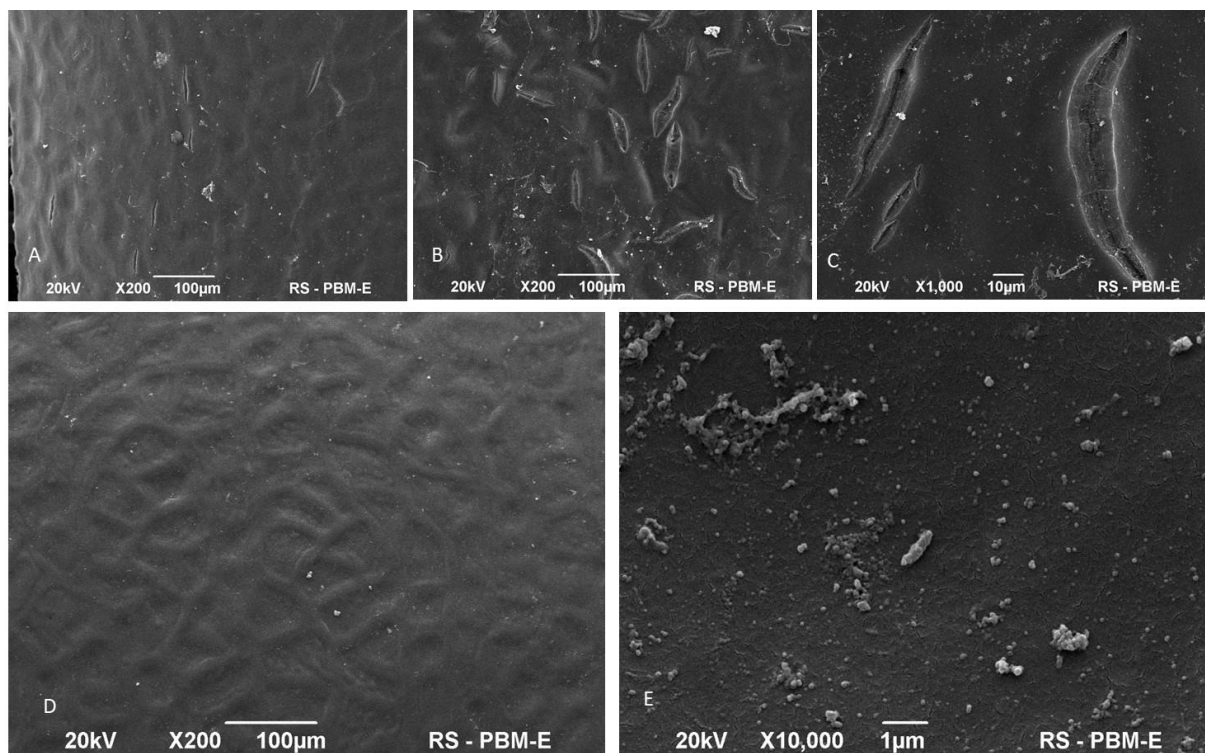
Skala oceny 1 – 10. 1- najniższe nasilenie, 10 najwyższe nasilenie cechy.

Na podstawie badań cytologicznych stwierdzono, że powierzchnia skórki owoców papryki nie jest jednolicie gładka. Na jej powierzchni występują wysklepienia tworzące nieregularny wzór (Ryc. 1A-B). W materiale nie traktowanym gorącą wodą obserwowano otwory (Ryc. 1.B,C) i drobne pęknięcia (Ryc. 1.E), które prawdopodobnie mogą brać udział w wymianie gazowej.



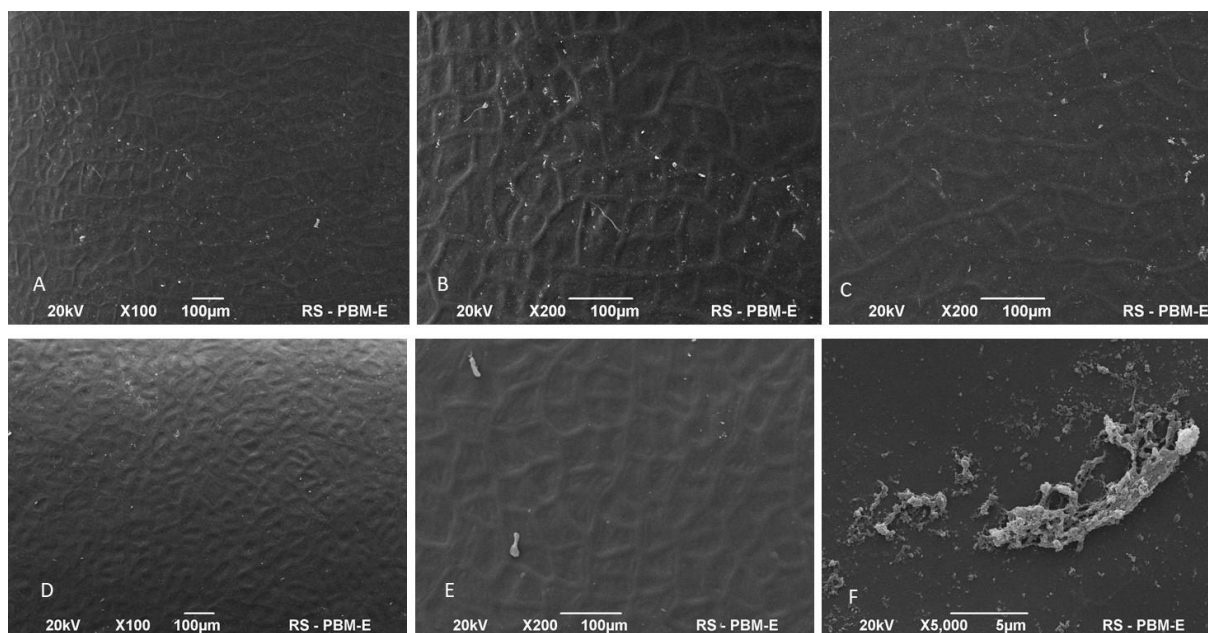
Ryc. 1. Morfologia powierzchni skórki owocu papryki – kontrola.

W owocach papryki bezpośrednio po potraktowaniu GW o temperaturze 50°C (3 min.) obserwowano liczne podłużne pęknięcia o nieregularnym kształcie (Rys. 2A-C), natomiast po 48 godzinach od traktowania, morfologia powierzchni skórki owoców papryki wyglądała podobnie jak w kontroli (Rys. 2E).



Ryc. 2 Morfologia powierzchni skórki owocu papryki - temperatura 50°C – 3min. (A-C) materiał utrwalony bezpośrednio po traktowaniu. (D,E) materiał utrwalony 48 godzin po traktowaniu.

W materiale traktowanym GW o temperaturze 55°C przez 12 sekund, nie obserwowano różnic w morfologii powierzchni skórki owocu pobranej bezpośrednio po potraktowaniu i po 48 godzinach od traktowania (Ryc. 3). W skórcie niewidoczne były pęknięcia i otwory.



Ryc. 3 Morfologia powierzchni skórki owocu papryki - temperatura 55°C – 12 sekund. (A-C) materiał utrwalony bezpośrednio po traktowaniu (D-F) materiał utrwalony 48 godzin po traktowaniu.

5. Wnioski

1. Pozbiorcze traktowanie papryki gorącą wodą o parametrach: 55°C – 12 s, i 50°C – 3 min., wpłynęło na utrzymanie lepszej jakości papryki w czasie SOT, szczególnie po chłodniczym przechowywaniu w 4°C.
2. Lepszą jakość w czasie SOT utrzymywała papryka po chłodniczym przechowywaniu w 8°C niż w 4°C.
3. Papryka traktowana gorącą wodą uzyskiwała wyższe noty oceny sensorycznej (ogólnej) niż papryka nietraktowana, poza chłodniczym przechowaniem w 4°C w 2022 r.
4. Na powierzchni skórki papryki traktowanej gorącą wodą o temperaturze 55°C przez 12 s. nie znaleziono pęknięć i otworów (widocznych w papryce kontrolnej) w skaningowym mikroskopie elektronowym.