

Czy mycie sałaty usuwa mikroorganizmy?

Does washing lettuce remove microorganisms?

Prof. dr hab. Małgorzata Gniewosz

(malgorzata_gniewosz@sggw.edu.pl,
ORCID: 0000-0003-2282-8231),

inż. Magdalena Jaworska

(magdalena_jaworska@sggw.edu.pl),
dr inż. Karolina Kraśniewska

(karolina_krasniewska@sggw.edu.pl),
Katedra Biotechnologii i Mikrobiologii Żywności,
Instytut Nauk o Żywności, Szkoła Główna
Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Słowa kluczowe

mycie, sałata, zanieczyszczenie mikrobiologiczne żywności

ABSTRAKT

Celem badania była ocena wybranych metod mycia sałaty w usuwaniu zanieczyszczenia mikrobiologicznego oraz zmian barwy liści po zastosowaniu tych metod. Liście myto pod bieżącą wodą przez 0,5 min, 1 min i 2 minuty, w 1% roztworze octu spirytusowego przez 1 minutę oraz w roztworze podchlorynu sodu (100mg/L) przez 1 minutę. Przeanalizowano liczbę drobnoustrojów mezofilnych tlenowych, drożdży i pleśni, *Enterobacteriaceae*, bakterii z grupy *coli* oraz obecność *Escherichia coli*, *Salmonella*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus* i *Listeria*. Zmiany barwy i ogólnego wyglądu sałaty oceniano po 1 – dniowym przechowywaniu w warunkach chłodniczych. Mycie sałaty częściowo usuwa mikroorganizmy. Skuteczność analizowanych metod mycia była zbliżona, choć krótkie 0,5 minutowe mycie w wodzie było najmniej efektywne. Przedstawione wyniki stanowią uzupełnienie istniejącej wiedzy na temat dekontaminacji zanieczyszczeń mikrobiologicznych.

Keywords

washing, lettuce, food microbial contamination

ABSTRACT

The aim of the study was to evaluate selected lettuce washing methods in removing microbiological contamination and leaf color changes after using these methods. Leaves were washed under running tap water for 0.5 minutes, 1 minute, and 2 minutes, in 1% spirit vinegar solution for 1 minute, and in a sodium hypochlorite solution (100mg/L) for 1 minute. The total count of mesophilic aerobic microorganisms, yeasts and molds, *Enterobacteriaceae*, coliforms, and the presence of *Escherichia coli*, *Salmonella*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, and *Listeria* was analyzed. Changes in the color and overall appearance of the lettuce were assessed after 1 day of refrigerated storage. Washing lettuce partially removed microorganisms. The effectiveness of the analyzed washing methods was similar, although the short 0.5-minute wash in water was the least effective. The presented results complement existing knowledge on the decontamination of microbiological contaminants.

Wprowadzenie

Zanieczyszczenie mikrobiologiczne sałaty może mieć swoje źródło w uprawie, zbiorze, zabiegach lub dystrybucji. Zanieczyszczenie upraw może nastąpić bezpośrednio lub pośrednio poprzez zwierzęta, owady, glebę lub wodę. W uprawach rolnym najważniejszym czynnikiem zanieczyszczenia jest stosowanie obornika, kompostu jako nawozu lub podlewanie upraw zanieczyszczoną odchodami wodą. Podczas zbiorów źródłem zanieczyszczenia mikrobiologicznego może być brudny sprzęt lub ludzie [8]. Wysoka zawartość wilgoci w świeżych warzywach sprzyja rozwojowi mikroorganizmów. Wyższa temperatura otoczenia i obfite opady deszczu mogą wpływać na przenoszenie patogenów, zwłaszcza patogenów kałowych, ze środowiska na powierzchnię warzyw [3].

Sałaty mogą być nosicielami bakterii chorobotwórczych tj. *Yersinia enterocolitica*, patogennych szczepów *Escherichia coli*, *Salmonella*, *Campylobacter jejuni*, *Listeria monocytogenes*, *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, pierwotniaków, robaków pasożytniczych, a nawet wirusów zapalenia wątroby typu A i norowirusów [7]. Powierzchnia liści sałaty może być również zanieczyszczona grzybami z rodzajów *Aspergillus*, *Penicillium*, *Alternaria*, *Fusarium* i *Cladosporium* [4].

Aby zapewnić bezpieczeństwo mikrobiologiczne warzyw liściastych, stosuje się różne metody usuwania mikroorganizmów z ich powierzchni. W metodach konwencjonalnych stosuje się związki chemiczne o działaniu utleniającym tj. związki chloru oraz kwasy organiczne np. octowy [6]. Do najpowszechniej stosowanych środków chemicznych należy podchloryn sodu. W roztworze wodnym przekształca się w kwas podchlorynowy oraz jony podchlorynowe, które mają działanie przeciwdrobnoustrojowe. Do dezynfekcji warzyw używa się podchloryn sodu w stężeniu 50–200 mg/L, który jest skuteczny wobec bakterii tlenowych mezofilnych i z grupy *coli* [7]. Ocet spożywczy zawierający do 10% kwasu octowego został w UE dopuszczony

jako substancja podstawowa o działaniu grzybobójczym i bakteriobójczym, dzięki czemu może być używany do mycia warzyw [10]. Wykazuje on działanie bakteriostatyczne już w stężeniu 0,1%, natomiast silne właściwości bakteriobójcze wobec patogennych bakterii i grzybów przenoszonych przez żywność i wodę – tj. *E. coli*, *Salmonella*, *S. aureus* – obserwuje się w zakresie stężeń od 2,5% do 10%. Mechanizm działania kwasu octowego polega głównie na uwalnianiu jonów wodorowych, które obniżają pH wewnątrzkomórkowe, prowadząc do destabilizacji błon komórkowych i w efekcie do śmierci mikroorganizmów [9]. Nowsze techniki dezynfekcji warzyw liściastych wykorzystują ozon, wodę elektrolizowaną, technologię zimnej plazmy, wysokie ciśnienie hydrostatyczne, promieniowanie ultrafioletowe i ultradźwięki [6].

Celem badania była ocena mycia sałaty w wodzie, roztworach octu i podchlorynu sodu w usuwaniu zanieczyszczenia mikrobiologicznego oraz zmian barwy liści po zastosowaniu tych metod.

Materiały i metody badań

Materiał badawczy

Materiałem badawczym była sałata głowiasta masłowa (*Lactuca sativa* L. var. *capitata*) z obrotu detalicznego, spożywczy 10% ocet spirytusowy, 15% roztwór podchlorynu sodu (NaClO) (Chempur, Piekary Śląskie, Polska).

Metody badań

Świeże liście sałaty masłowej o masie 10 g myto pod bieżącą zimną wodą przez 30 s, 1 min i 2 min, stosując taki sam strumień wody z kranu. Zastosowano również 1% wodny roztwór octu spirytusowego i roztwór podchlorynu sodu w stężeniu 100 mg w 1L. Liście zanurzano w roztworze i mieszało bagietką przez 1 min, po czym płukano pod bieżącą zimną wodą przez 1 min. Po umyciu liście przenoszono do 90 ml soli fizjologicznej, homogenizowano w stomacherze (3 min, w temp. pokojowej). Oznaczano liczbę

mezofilnych bakterii tlenowych wg PN-EN ISO 4833-1:2013-12, drożdży i pleśni wg PN-ISO 21527-1:2009, Enterobacteriaceae wg PN-EN ISO 21528-1:2017-08, bakterie z grupy coli wg PN-ISO 4832:2007, *E. coli* wg PN-ISO 16649-2:2004, *Salmonella* wg PN-EN ISO 6579-1:2017, *Staphylococcus aureus* i innych gatunków koagulazododatnich wg PN-EN ISO 6888-3:2004, *Bacillus cereus* wg PN-EN ISO 7932:2004, *Listeria* wg PN-EN ISO 11290-2:2017-07. Analizę mikrobiologiczną wykonano w dwóch równoległych próbach. Wybrane kultury bakterii identyfikowano przy użyciu testu API 20E (bioMerieux, Francja), a wstępną identyfikację grzybów przeprowadzono na podstawie wyglądu kolonii izolatów i ich form morfologicznych w obrazie mikroskopowym [1]. Barwę oznaczano w kolorymetrze CR-5 (Konica Minolta Sensing, Japonia) w systemie CIE $L^*a^*b^*$ w trzech powtórzeniach, bezpośrednio po umyciu liści i po 24 h przechowywaniu w lodówce w temperaturze 6°C. Wykonano 3 niezależne serie badań. W obliczeniach ΔE użyto następującego wzoru: $\Delta E = \sqrt{(L_1 - L_0)^2 + (a_1 - a_0)^2 + (b_1 - b_0)^2}$ [11], gdzie L_1 , a_1 i b_1 to początkowe wartości parametrów barwy próbki, a L_0 , a_0 i b_0 to wartości parametrów barwy próbki po umyciu i przechowywaniu.

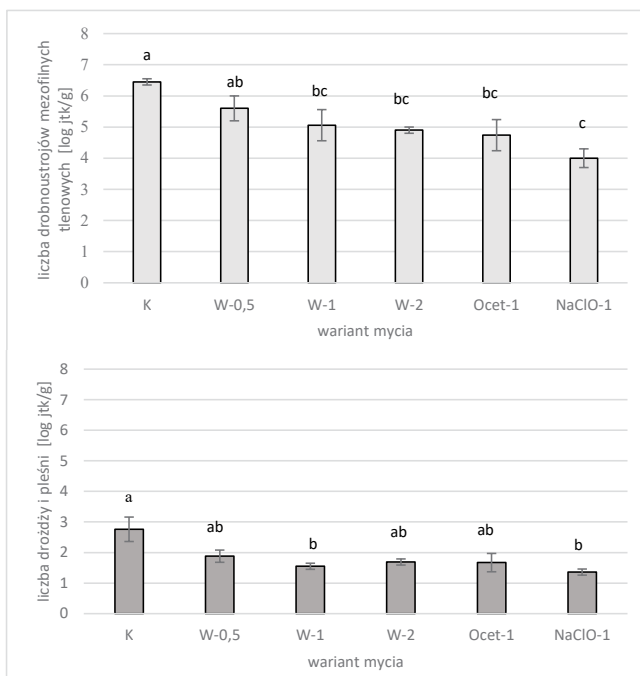
Analiza statystyczna wyników

Obliczono średnie i odchylenia standardowe liczb mezofilnych bakterii tlenowych, grzybów, bakterii z grupy coli oraz parametrów barwy (L^* , a^* , b^*). Analizę statystyczną wyników opracowano przy zastosowaniu jednoczynnikowej analizy wariancji ANOVA w programie STATISTICA 13.1. Do porównania średnich wartości liczb mezofilnych bakterii tlenowych, grzybów i bakterii z grupy coli zastosowano test Tukeya, a parametrów barwy test-t – Studenta przy ustalonym poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

Wyniki i dyskusja

Wyniki ogólnej liczby drobnoustrojów mezofilnych tlenowych i grzybów przedstawiono na rys.1.

W każdym przypadku mycie liści sałaty było skuteczne i spowodowało istotnie statystyczne zmniejszenie liczby mezofilnych drobnoustrojów tlenowych z wartości początkowej 6,45 log jtk/g do 5,06 – 4,9 log jtk/g po 1 i 2 minutach mycia pod bieżącą wodą oraz do 4,74 log jtk/g w roztworze octu i do 4,0 log jtk/g w roztworze podchlorynu sodu. Podobny efekt stwierdzono w liczbie grzybów



Rys. 1. Średnia liczba drobnoustrojów mezofilnych tlenowych i średnia liczba drożdży pleśni (grzybów) na liściach sałaty nieumytej (K), po umyciu pod bieżącą wodą przez 0,5, 1 i 2 min (W-0,5, W-1, W-2), w 1% roztworze octu przez 1 min (Ocet-1) i podchlorynu sodu (100mg/L) przez 1 min (NaClO-1), (n = 6). Różne litery oznaczają brak istotnie statystycznych różnic między średnimi.

(drożdży i pleśni), która istotnie statystycznie zmniejszyła się z początkowej liczby 2,76 log jtk/g do 1,69 log jtk/g po 2 minutach mycia w bieżącej wodzie, do 1,36 log jtk/g po myciu w roztworze NaClO przez 1 min. Na liściach sałaty nie stwierdzono drożdży, ale obecne były pleśnie, które wstępnie zidentyfikowano jako należące do rodzajów *Acremonium*, *Alternaria*, *Aspergillus*, *Botrytis*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Humicola*, *Monilia*, *Penicillium*, *Trichothecium* i *Verticillium* [1].

W tabeli 1 przedstawiono zmiany liczby bakterii z grupy coli i obecności bakterii chorobotwórczych w niemytej i mytej sałacie w różnych wariantach. Średnia liczba bakterii z grupy coli na nieumytej liściach sałaty była niska i wynosiła 1,89 log jtk/g. Na liściach sałaty zanieczyszczenie bakteriami z grupy coli może być znacznie większe i sięgać 3,25 log jtk/g [7], a nawet 4,97 log jtk/g [2]. Mycie liści pod bieżącą wodą w czasie 0,5, 1 i 2 minuty nie spowodowało istotnie statystycznego zmniejszenia liczby bakterii z grupy

Tabela 1. Średnia liczba i obecność bakterii chorobotwórczych na liściach sałaty po umyciu w różnych wariantach.

Wariant mycia	Pałeczki z grupy coli	<i>E. coli</i>	<i>Enterobacteriaceae</i>	<i>B. cereus</i>	<i>S. aureus</i>	<i>Listeria</i>	<i>Salmonella</i>
	log jtk/g						log jtk / 25 g
Kontrola*	1,89±0,12 a**	< 1	<i>Enterobacter agglomerans</i> <i>Echerichia vulneris</i>	< 1	< 1	< 1	< 1
W – 0,5	1,68±0,11 a	< 1	<i>E. agglomerans</i>	< 1	< 1	< 1	< 1
W– 1	1,60±0,10 a	< 1	<i>E. agglomerans</i>	< 1	< 1	< 1	< 1
W – 2	1,55±0,14 a	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Ocet – 1	1,17±0,13 b	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
NaClO – 1	1,09±0,16 b	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1

*kontrola-liście niemyte, W-0,5, W-1, W-2 – liście umyte pod bieżącą wodą przez 0,5, 1 i 2 minuty, Ocet-1 – liście umyte w 1% roztworze octu przez 1 min, NaClO-1 – liście umyte w roztworze podchlorynu sodu (100mg/L) przez 1 min, (n = 6). **różne litery oznaczają brak istotnie statystycznych różnic między średnimi.

Tabela 2. Średnie wartości parametrów barwy liści sałaty bezpośrednio po umyciu w różnych wariantach i po 24 h chłodniczym przechowywaniu.

Wariant mycia	Czas przechowywania liści sałaty						ΔE
	0 h		24 h		24 h		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*	
kontrola	49,68 ± 0,01 a**	45,46 ± 0,02 b	-11,20 ± 0,01 c	-10,45 ± 0,01 d	32,57 ± 0,04 e	29,99 ± 0,01 f	5,00
W-0,5	47,95 ± 0,07 a	44,89 ± 0,27 b	-11,64 ± 0,02 c	-11,28 ± 0,06 d	30,60 ± 0,04 e	30,04 ± 0,04 f	3,13
W-1	49,69 ± 0,03 a	46,51 ± 0,37 b	-11,93 ± 0,02 c	-10,50 ± 0,07 d	33,31 ± 0,02 e	31,45 ± 0,23 f	3,95
W-2	46,85 ± 0,10 a	45,24 ± 0,03 b	-11,88 ± 0,04 c	-10,24 ± 0,02 d	32,62 ± 0,02 e	28,79 ± 0,02 f	4,47
Ocet-1	48,98 ± 0,07 a	46,48 ± 0,02 b	-12,42 ± 0,04 c	-10,23 ± 0,02 d	33,83 ± 0,20 e	30,80 ± 0,03 f	4,50
NaClO-1	48,91 ± 0,07 a	46,88 ± 1,07 b	-11,26 ± 0,02 c	-10,64 ± 0,25 d	30,89 ± 0,04 e	31,72 ± 0,68 e	2,28

**różne litery w wierszach oznaczają istotnie statystyczne różnice między wynikami średnimi. Test t-Studenta wykonano przy $\alpha < 0,05$. Kontrola – liście nie umyte, W-0,5, W-1, W-2 – liście umyte pod bieżącą wodą przez 0,5 min, 1 min, 2min, Ocet-1 – liście umyte w 1% roztworze octu przez 1 min, NaClO-1 – liście umyte w roztworze podchlorynu sodu (100mg/L) przez 1 min, (n = 9).

coli z powierzchni liści sałaty. Średnie wartości były na podobnym poziomie 1,55, 1,60 i 1,68 log jtk/g (odpowiednio). Z kolei mycie liści w roztworze octu lub podchlorynu sodu istotnie statystycznie zmniejszyło liczbę bakterii coli o około 0,5 log cykli (do średniej wartości 1,17 i 1,09 log jtk/g, odpowiednio).

W żadnej próbce sałaty nie wykryto obecności bakterii patogennych tj. *E. coli*, *B. cereus*, *S. aureus* i *Listeria* i *Salmonella*. Zgodnie z Rozporządzeniem (WE) 2073/2005 z późniejszymi zmianami, badane sałaty spełniły kryterium mikrobiologiczne żywności gotowej do spożycia, wprowadzonej do obrotu w ciągu okresu przydatności do spożycia. W próbkach nie wykryto obecności bakterii *Salmonella* w 25g ani *L. monocytogenes* w 1g (przy limicie ≤ 100 jtk/g). Sałaty spełniły również kryterium higieny procesu – liczba *E. coli* była niższa niż założony limit 100 – 1000 jtk/g. Nascimento i wsp. [7] wykryli obecność *E. coli* w liczbie 1,64 log jtk/g sałaty. Mycie liści sałaty nie spowodowało wtórnego zanieczyszczenia próbek tymi patogenami. W próbce kontrolnej wykryto obecność *Enterobacter agglomerans* oraz *Escherichia vulneris*. Obecność bakterii *E. agglomerans* stwierdzono również na sałacie umytej pod bieżącą wodą przez 0,5 i 1 minutę, natomiast nie stwierdzono jej obecności w próbkach umytych pod bieżącą wodę przez 2 minuty ani w roztworach octu i podchlorynu sodu przez 1 min. Nie wykryto obecności bakterii *E. vulneris* na liściach już po 0,5 minutowym myciu pod bieżącą wodą oraz w roztworach octu i podchlorynu sodu.

Ocenę barwy liści sałaty po umyciu i po 24 h przechowywaniu w warunkach chłodniczych przedstawiono w Tabeli 2. Średnia wartość L^* próbki kontrolnej wynosiła 49,68, a liści po umyciu w wodzie lub roztworze octu i podchlorynu sodu wahała się w zakresie 46,85 – 49,69. Po przechowywaniu liści w warunkach chłodniczych średnie wartości L^* uległy statystycznie istotnemu zmniejszeniu, co wskazuje na pociemnienie barwy liści [11]. Wartości a^* były ujemne, co wskazywało na zielony odcień barwy liści [11]. Średnia wartość a^* niemytych liści wynosiła – 11,20. Po umyciu wartości a^* uległy istotnie statystycznemu obniżeniu i mieściły się w przedziale od – 10,23 do – 11,28. Dodatkowo wartości b^* wskazywały na udział żółtego odcienia barwy liści [11]. Średnie wartości b^* liści niemytych i umytych po chłodniczym przechowywaniu uległy statystycznie istotnemu zmniejszeniu, z wyjątkiem liści umytych w roztworze podchlorynu sodu. Zmiany wartości b^* wskazują na niewielką utratę żółtego odcienia.

Wartości ΔE były wyższe niż 2, co wskazuje, że przeciętny konsument zauważy zmianę barwy liści. Jednakże największą różnicę barwy ($\Delta E = 5,0$) zaobserwowano w niemytych liściach sałaty po 24 h przechowywania. Mniejsze wartości ΔE miały liście umyte pod bieżącą wodą (3,13 – 4,47) i w roztworze octu (4,50), a najniższą w roztworze podchlorynu sodu (2,28), ale nadal byłyby zauważalne przez przeciętnego konsumenta [5]. Krótkotrwałe przechowywanie

liści sałaty w warunkach chłodniczych powoduje widoczne i niekorzystne zmiany w ogólnym wyglądzie sałaty. Bez względu na sposób mycia, liście utraciły jędrność, robiły się wiotkie i pomarszczone. Po umyciu liści w roztworze octu i przechowywaniu przez 24h, jego zapach był nadal wyczuwalny.

Podsumowanie

Najczęściej stosowane metody mycia sałaty częściowo usuwają mikroorganizmy. Drobnoustroje mezofilne tlenowe w większym stopniu zredukowane są podczas mycia w wodzie przez 1 lub 2 minuty oraz w 1% roztworze octu i podchlorynu sodu w stężeniu 100 mg/L niż podczas krótkiego, 0,5 minutowego mycia w wodzie. Uzyskane wyniki potwierdzają również podobny poziom skuteczności badanych metod w redukcji pleśni z sałaty.

W warunkach domowych zaleca się mycie sałaty pod bieżącą wodą przez co najmniej 2 minuty lub zanurzenie jej w 1% roztworze octu na 1 minutę, a następnie dokładne opłukanie wodą w celu usunięcia ewentualnego posmaku octu. W warunkach przemysłowych wyższą skuteczność dezynfekcji — zwłaszcza w redukcji liczby bakterii mezofilnych tlenowych oraz grzybów — wykazuje roztwór podchlorynu sodu, choć mycie w samej wodzie przez 2 minuty pozwala uzyskać porównywalne rezultaty.

Data przyjęcia: 19.02.2026

Data recenzji: 08.03.2026

Literatura

- [1] Fassatiou O, H. Oberman. „Grzyby mikroskopowe w mikrobiologii technicznej”. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne. 1983, Warszawa, 93 – 237.
- [2] Guchi Biniyam, Mogessie Ashenafi. 2010. „Microbial load, prevalence and antibiograms of *Salmonella* and *Shigella* in lettuce and green peppers”. *Ethiop. J. Health Sci.*, 20, 41–48.
- [3] Holvoet Kevin, Imca Sampers, et al. 2014. „Relationships among hygiene indicators and enteric pathogens in irrigation water, soil and lettuce and the impact of climatic conditions on contamination in the lettuce primary production”. *Int. J. Food Microbiol.*, 171, 21–31.
- [4] Klištinová Nikola, Lorenzo Pin, et al. 2024. „From farm to fork: fungal and bacterial contaminants and their diagnostics in the production steps of ready-to-eat salads”. *Trends Food Sci. Technol.*, 150, 104573.
- [5] Kowalewicz Marcin, Agnieszka Narwojsz, Katarzyna Gilewicz, Marzena Danowska – Oziewicz. 2016. „Wpływ sposobu obróbki cieplnej na barwę i cechy organoleptyczne wybranych warzyw”. *Prace Naukowe UE we Wrocławiu*, 461, 97–104.
- [6] Mendoza Iana Cruz, Esther Ortiz Luna, et al. 2022. „Conventional and non-conventional disinfection methods to prevent microbial contamination in minimally processed fruits and vegetables”. *Food Sci. Technol.*, 165, 113714.
- [7] Nascimento Maristela, Nathália Silva, et al. 2003. „Effects of different disinfection treatments on the natural microbiota of lettuce”. *J. Food Protect.*, 66, 1697–1700.
- [8] Oliveira Márcia, Josep Usall, et al. 2010. „Microbiological quality of fresh lettuce from organic and conventional production”. *Food Microbiol.*, 27, 679–684.
- [9] Ousaad Driss, Hassan Laaroussi, Meryem Bakour, et al. 2021. „Antifungal and antibacterial activities of apple vinegar of different cultivars”. *Int. J. Microbiol.*, 7, 6087671.
- [10] Rozporządzenie Wykonawcze Komisji (UE) 2015/1108 z dnia 8 lipca 2015 r. w sprawie zatwierdzenia substancji podstawowej octu.
- [11] Vall-Ilosera Mar, Sophie Steinhagen, Henrik Pavia, Ingrid Undeland. 2024. „Brining as an effective method to stabilise sea lettuce (*Ulva fenestrata*) – impact on colour, texture, chemical characteristics and microbial dynamics”. *Algal Res.*, 83, 103700.