

## Sposób obróbki soku warzywnego

Przedmiotem wynalazku jest sposób obróbki soku warzywnego, zwłaszcza niepasteryzowanego, który to sposób przedłuża przydatność do spożycia przy zminimalizowanych stratach zawartości kwasu askorbinowego.

W publikacjach Shailja, J., Sankhala, A., Doshora, P. K. (2003), pt.: "Effect of pasteurization, sterilization and storage conditions on quality of sweet orange (Mosambi) juice", *J. Food Sci. Technol*, 46(6), strony 656-659 oraz Kukułowicz, A. i Steinka, I. (2009), pt. „*Wpływ parametrów pasteryzacji na jakość mikrobiologiczną miazgi aloesowej*”, *Brom. Chem. Toksykol*, strony 583-587, jak też publikacji Malletroit, V., Guinard, J. X., Kunkee, R. E., Lewis, M. J. (1991), pt.: „Effect of pasteurization on microbiological and sensory quality of white grape juice and wine”, *Journal of food processing and preservation*, 15(1), strony 19-29 opisano pasteryzację soków.

W artykule naukowym autorstwa Marszałek, K., Mitek, M., Skąpska, S. (2011), pt.: „*Zastosowanie wysokich ciśnień hydrostatycznych (UHP) do utrwalania soków i nektarów truskawkowych*”, *Żywn. Nauka. Technol. Jakość*, 1(74), strony 112-123 oraz w publikacji Skąpska, S., Sokolowska, B., Fonberg-Broczek, M., Niezgoda, J., Chotkiewicz, M., Dekowska, A. (2012), pt.: „*Zastosowanie pasteryzacji wysokociśnieniowej do inaktywacji przetrwalników Alicyclobacillus acidoterrestris w soku jabłkowym*”, *Żywność Nauka Technologia Jakość*, 19(3), strony 187 – 196 opisano wykorzystanie wysokiego ciśnienia hydrostatycznego (UHP).

W publikacjach naukowych autorstwa: Gómez-López, V. M., Orsolani, L., Martínez-Yépez, A., Tapia, M. S. (2010), pt.: „Microbiological and sensory quality of sonicated calcium-added orange juice”, *LWT-Food Science and Technology*, 43(5), strony 808-813 I. Ferrario, M., Alzamora, S. M., Guerrero, S. (2015), pt. „Study of the inactivation of spoilage microorganisms in apple juice by pulsed light and ultrasound”, *Food microbiology*, 46, strony 635-642 oraz Abid, M., Jabbar, S., Wu, T., Hashim, M. M., Hu, B., Lei, S., Zeng, X. (2013), pt. “Effect of ultrasound on different quality parameters of apple juice”, *Ultrasonics Sonochemistry*, 20(5), strony 1182-1187, jak i artykule naukowym autorstwa Qin, B. L., Chang, F. J., Barbosa-Cánovas, G. V., Swanson, B. G. (1995), pt.: “Nonthermal inactivation of *Saccharomyces cerevisiae* in apple juice using pulsed electric fields”, *LWT-Food Science and Technology*, 28(6), strony 564-568 i Yeom, H. W., Streaker, C. B., Zhang, Q. H., Min, D. B. (2000), pt. “Effects of pulsed electric fields on the activities of

microorganisms and pectin methyl esterase in orange juice”, *Journal of Food Science*, 65(8), strony 1359-1363 opisano użycie sonifikacji i pulsacyjnego pola elektrycznego (PEF) do inaktywacji drobnoustrojów chorobotwórczych.

W publikacji Kowalska, M., Gajewnik, B., Suminska, T., & Baryga, A. (2016), pt. „*Parametry mikrobiologiczne i fizykochemiczne soku surowego z buraków cukrowych przed i po ozonowaniu*”, *Żywność Nauka Technologia Jakość*, 23(3) strony 140 – 152 oraz w publikacji Williams, R. C., Sumner, S. S., Golden, D. A. (2005), pt. „*Inactivation of Escherichia coli O157: H7 and Salmonella in apple cider and orange juice treated with combinations of ozone, dimethyl dicarbonate, and hydrogen peroxide*”, *Journal of Food Science*, 70(4), M197-M201, strony 197-201, jak również w publikacji Patil, S., Bourke, P., Frias, J. M., Tiwari, B. K., Cullen, P. J. (2009), pt. “*Inactivation of Escherichia coli in orange juice using ozone, Innovative food science & emerging technologies*”, 10(4), strony 551-557 przedstawiono proces ozonowania soków.

Znany jest reaktor plazmowy typu glidearc pracujący pod ciśnieniem atmosferycznym z użyciem gazu procesowego w postaci azotu lub powietrza opisany w publikacji Mazurek P., Pawłat J., Kwiatkowski M., pt. „*Badanie zaburzeń przewodzących w torze zasilania reaktorów DBD i GlidArc*”, *Przegląd Elektrotechniczny* 2015, 11, strony 50-53.

Celem wynalazku jest obróbka soku warzywnego przedłużająca przydatność do spożycia niepasteryzowanego soku warzywnego przy zminimalizowanych stratach zawartości kwasu askorbinowego.

Istotą sposobu obróbki jest to, że do reaktora typu glidearc o częstotliwości od 10 do 200 Hz i o napięciu od 3,7 do 17 kV podaje się gaz procesowy i po przejściu przez łuk elektryczny kieruje się strumień gazu opuszczający reaktor na sok warzywny umieszczony na podajniku przez okres od 30 do 600 s.

Korzystnie gazem procesowym jest azot albo powietrze.

Korzystnym skutkiem sposobu według wynalazku jest dekontaminacja mikrobiologiczna łatwo psującego się soku przy zachowaniu walorów odżywczych soku zwłaszcza kwasu askorbinowego. Zastosowanie sposobu obróbki soku pozwala na przedłużenie przydatności do spożycia soku warzywnego oraz na redukcję mikroflory powodującej psucie się soku oraz mikroflory chorobotwórczej, co w konsekwencji ogranicza infekcje powodowane przez zepsutą żywność oraz zmniejsza ilości odpadów spożywczych. Obróbka plazmowa daje w perspektywie realne oszczędności ekonomiczne, przyczynia się do poprawy jakości oferowanych na rynku soków.

W przykładach wykorzystano reaktor plazmowy Glide-arc pracujący pod ciśnieniem atmosferycznym. System dystrybucji gazu procesowego, którym był azot i powietrze, pozwalał na skierowanie strumienia gazu wzdłuż elektrod reaktora. Elektrody wykonane z miedzianego drutu wygięte były w taki sposób, że powstający między nimi łuk elektryczny w wyniku wymuszonego przepływu gazu poruszał się wzdłuż nich, zwiększając objętość wyładowania. Układ zasilania stanowił jednofazowy przekształtnik wysokiego napięcia o częstotliwości sieciowej.

#### Przykład 1

Obróbkę niepasteryzowanego soku pomidorowego świeżo przygotowanego przy użyciu wolnoobrotowej sokowirówki, zawierającego naturalną mikroflorę odpowiedzialną za psucie soku przeprowadzono w następujący sposób: do reaktora typu glidearc zasilanego prądem o zadanej częstotliwości  $f$  i zadanim napięciu  $U$  podano azot o przepływie 440 l/h i skierowano strumień gazu opuszczającego reaktor na sok pomidorowy (w ilości 50 ml) o temperaturze wejściowej równej  $27^{\circ}\text{C}$  umieszczony na podajniku przez zadany czas  $t$ .

Po ekspozycji na plazmę sok posiadał temperaturę  $T$ . Próbkę soku pomidorowego przechowywano w szczelnie zamkniętych sterylnych pojemnikach w temp.  $+4^{\circ}\text{C}$  przez okres 5 dni. Po tym czasie wykonano seryjne rozcieńczenia dziesiętne próbek, a następnie posiewy mikrobiologiczne. Czynności te wykonywane były w komorze laminarnej w warunkach aseptycznych. W celu zliczenia ogólnej liczby drobnoustrojów tlenowych wykonano posiewy po 100  $\mu\text{l}$  na powierzchnię płytek z agarem odżywczym, które następnie inkubowano przez 72 godz. w temp  $30^{\circ}\text{C}$  (PN-EN ISO 4833-2:2013-12). Ekspozycję na plazmę w każdym z zadanych warunków przeprowadzano dwukrotnie, a posiewy z każdej próbki wykonywano w trzech powtórzeniach. Wyniki podano jako wartości średnie ( $n=6$ )  $\log_{10}$  jtk/ml  $\pm$  odchylenie standardowe.

Przydatność do spożycia soku po 4 i 5 dniach od traktowania plazmą ustalono na podstawie kryterium dopuszczalnej zawartości mezofilnych drobnoustrojów tlenowych dla pasteryzowanych soków owocowych i warzywnych, określonego w Rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia 13 stycznia 2003r., z późniejszymi zmianami, w sprawie maksymalnych poziomów zanieczyszczeń chemicznych i biologicznych, które mogą znajdować się w żywności, składnikach żywności, dozwolonych substancjach dodatkowych, substancjach pomagających w przetwarzaniu albo na powierzchni żywności.

Oznaczenia zawartości kwasu askorbinowego KA dokonano w oparciu o publikację Hallmann E., 2012, pt. „The influence of organic and conventional cultivation systems on the

nutritional value and content of bioactive compounds in selected tomato types". *J Sci Food Agric*, 92, strony 2840–2848.

Zadane parametry obróbki i otrzymane wyniki po obróbce soku pomidorowego w zestawieniu z nieobrobionym sokiem podano w Tabeli 1.

#### Przykład 2

Obróbkę niepasteryzowanego soku pomidorowego świeżo przygotowanego przy użyciu wolnoobrotowej sokowirówki, zawierającego naturalną mikroflorę odpowiedzialną za psucie soku przeprowadzono w następujący sposób: do reaktora typu glidearc zasilanego prądem o zadanej częstotliwości  $f$  i zadanim napięcia  $U$  podano powietrze o przepływie 440 l/h i skierowano strumień gazu opuszczającego reaktor na sok pomidorowy (w ilości 50 ml) o temperaturze wejściowej równej  $27^{\circ}\text{C}$  umieszczony na podajniku przez zadany czas  $t$ .

Po ekspozycji na plazmę sok posiadał temperaturę  $T$ . Próbkę soku pomidorowego przechowywano w szczelnie zamkniętych sterylnych pojemnikach w temp.  $+4^{\circ}\text{C}$  przez okres 5 dni. Po tym czasie wykonano seryjne rozcieńczenia dziesiętne próbek, a następnie posiewy mikrobiologiczne. Czynności te wykonywane były w komorze laminarnej w warunkach aseptycznych. W celu zliczenia ogólnej liczby drobnoustrojów tlenowych wykonano posiewy po 100  $\mu\text{l}$  na powierzchnię płytek z agarem odżywczym, które następnie inkubowano przez 72 godz. w temp  $30^{\circ}\text{C}$  (PN-EN ISO 4833-2:2013-12). Ekspozycję na plazmę w każdym z zadanych warunków przeprowadzano dwukrotnie, a posiewy z każdej próbki wykonywano w trzech powtórzeniach. Wyniki podano jako wartości średnie ( $n=6$ )  $\log_{10}$  jtk/ml  $\pm$  odchylenie standardowe.

Przydatność do spożycia soku po 4 i 5 dniach od traktowania plazmą ustalono na podstawie kryterium dopuszczalnej zawartości mezofilnych drobnoustrojów tlenowych dla pasteryzowanych soków owocowych i warzywnych, określonego w Rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia 13 stycznia 2003r., z późniejszymi zmianami, w sprawie maksymalnych poziomów zanieczyszczeń chemicznych i biologicznych, które mogą znajdować się w żywności, składnikach żywności, dozwolonych substancjach dodatkowych, substancjach pomagających w przetwarzaniu albo na powierzchni żywności.

Oznaczenia zawartości kwasu askorbinowego KA dokonano w oparciu o publikację Hallmann E., 2012, pt. „The influence of organic and conventional cultivation systems on the nutritional value and content of bioactive compounds in selected tomato types". *J Sci Food Agric*, 92, strony 2840–2848.

Zadane parametry obróbki i otrzymane wyniki po obróbce soku pomidorowego w zestawieniu z nieobrobionym sokiem podano w Tabeli 2.

### Przykład 3

Obróbkę niepasteryzowanego soku z selera świeżo przygotowanego przy użyciu wolnoobrotowej sokowirówki, zawierającego naturalną mikroflorę odpowiedzialną za psucie soku przeprowadzono w następujący sposób: do reaktora typu glidearc zasilanego prądem o zadanej częstotliwości  $f$  i zadanim napięciu  $U$  podano azot o przepływie 440 l/h i skierowano strumień gazu opuszczającego reaktor na sok z selera (w ilości 50 ml) o temperaturze wejściowej równej 27°C umieszczony na podajniku przez zadany czas  $t$ .

Po ekspozycji na plazmę sok posiadał temperaturę  $T$ . Próbkę soku z selera przechowywano w szczelnie zamkniętych sterylnych pojemnikach w temp. +4°C przez okres 5 dni. Po tym czasie wykonano seryjne rozcieńczenia dziesiętne próbek, a następnie posiewy mikrobiologiczne. Czynności te wykonywane były w komorze laminarnej w warunkach aseptycznych. W celu zliczenia ogólnej liczby drobnoustrojów tlenowych wykonano posiewy po 100  $\mu$ l na powierzchnię płytek z agarom odżywczym, które następnie inkubowano przez 72 godz. w temp 30°C (PN-EN ISO 4833-2:2013-12). Ekspozycję na plazmę w każdym z zadanych warunków przeprowadzano dwukrotnie, a posiewy z każdej próbki wykonywano w trzech powtórzeniach. Wyniki podano jako wartości średnie ( $n=6$ )  $\log_{10}$  jtk/ml  $\pm$  odchylenie standardowe.

Przydatność do spożycia soku po 4 i 5 dniach od traktowania plazmą ustalono na podstawie kryterium dopuszczalnej zawartości mezofilnych drobnoustrojów tlenowych dla pasteryzowanych soków owocowych i warzywnych, określonego w Rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia 13 stycznia 2003r., z późniejszymi zmianami, w sprawie maksymalnych poziomów zanieczyszczeń chemicznych i biologicznych, które mogą znajdować się w żywności, składnikach żywności, dozwolonych substancjach dodatkowych, substancjach pomagających w przetwarzaniu albo na powierzchni żywności.

Oznaczenia zawartości kwasu askorbinowego KA dokonano w oparciu o publikację Hallmann E., 2012, pt. „The influence of organic and conventional cultivation systems on the nutritional value and content of bioactive compounds in selected tomato types”. *J Sci Food Agric*, 92, strony 2840–2848.

Zadane parametry obróbki i otrzymane wyniki po obróbce soku z selera w zestawieniu z nieobrobionym sokiem podano w Tabeli 3.

#### Przykład 4

Obróbkę niepasteryzowanego soku z selera świeżo przygotowanego przy użyciu wolnoobrotowej sokowirówki, zawierającego naturalną mikroflorę odpowiedzialną za psucie soku przeprowadzono w następujący sposób: do reaktora typu glidearc zasilanego prądem o zadanej częstotliwości  $f$  i zadanim napięcia  $U$  podano powietrze o przepływie 440 l/h i skierowano strumień gazu opuszczającego reaktor na sok z selera (w ilości 50 ml) o temperaturze wejściowej równej  $27^{\circ}\text{C}$  umieszczony na podajniku przez zadany czas  $t$ .

Po ekspozycji na plazmę sok posiadał temperaturę  $T$ . Próbkę soku z selera przechowywano w szczelnie zamkniętych sterylnych pojemnikach w temp.  $+4^{\circ}\text{C}$  przez okres 5 dni. Po tym czasie wykonano seryjne rozcieńczenia dziesiętne próbek, a następnie posiewy mikrobiologiczne. Czynności te wykonywane były w komorze laminarnej w warunkach aseptycznych. W celu zliczenia ogólnej liczby drobnoustrojów tlenowych wykonano posiewy po 100  $\mu\text{l}$  na powierzchnię płytek z agarem odżywcym, które następnie inkubowano przez 72 godz. w temp  $30^{\circ}\text{C}$  (PN-EN ISO 4833-2:2013-12). Ekspozycję na plazmę w każdym z zadanych warunków przeprowadzano dwukrotnie, a posiewy z każdej próbki wykonywano w trzech powtórzeniach. Wyniki podano jako wartości średnie ( $n=6$ )  $\log_{10}$  jtk/ml  $\pm$  odchylenie standardowe.

Przydatność do spożycia soku po 4 i 5 dniach od traktowania plazmą ustalono na podstawie kryterium dopuszczalnej zawartości mezofilnych drobnoustrojów tlenowych dla pasteryzowanych soków owocowych i warzywnych, określonego w Rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia 13 stycznia 2003r., z późniejszymi zmianami, w sprawie maksymalnych poziomów zanieczyszczeń chemicznych i biologicznych, które mogą znajdować się w żywności, składnikach żywności, dozwolonych substancjach dodatkowych, substancjach pomagających w przetwarzaniu albo na powierzchni żywności.

Oznaczenia zawartości kwasu askorbinowego KA dokonano w oparciu o publikację Hallmann E., 2012, pt. „The influence of organic and conventional cultivation systems on the nutritional value and content of bioactive compounds in selected tomato types”. *J Sci Food Agric*, 92, strony 2840–2848.

Zadane parametry obróbki i otrzymane wyniki po obróbce soku z selera w zestawieniu z nieobrobionym sokiem podano w Tabeli 4.

Tabela 1. Parametry, zawartość mikroorganizmów, kwasu askorbinowego oraz przydatność do spożycia dla pierwszego przykładu wykonania

Lp.	Czas obróbki plazmowej t [s]	Napięcie U [kV]	Częstotliwość zasilania f [kHz]	Temperatura soku po obróbce plazmowej T [°C]	Ogólna liczba drobnoustrojów tlenowych po 5 dniach [log <sub>10</sub> jtk/ml]	Zawartość kwasu askorbinowego KA [mg/100 g]	Przydatność do spożycia po 5 dniach
1.	30	17,00	10	27	5,64 ± 0,70	12,21	-
2.	60	8,60	50	28	3,84 ± 0,31	11,13	-
3.	120	3,76	50	29	2,44 ± 0,33	10,35	+
4.	300	3,70	50	31	0,08 ± 0,20	9,67	+
5.	600	4,10	200	32	0	8,46	+
X	0	0	0	0	6,74 ± 0,34	12,29	-

Tabela 2. Parametry, zawartość mikroorganizmów, kwasu askorbinowego oraz przydatność do spożycia dla drugiego przykładu wykonania

Lp.	Czas obróbki plazmowej t [s]	Napięcie U [kV]	Częstotliwość zasilania f [kHz]	Temperatura soku po obróbce plazmowej T [°C]	Ogólna liczba drobnoustrojów tlenowych po 5 dniach [log <sub>10</sub> jtk/ml]	Zawartość kwasu askorbinowego KA [mg/100 g]	Przydatność do spożycia po 5 dniach
1.	30	17	10	27	4,58 ± 0,25	12,06	-
2.	60	8,2	50	28	3,71 ± 0,23	11,87	-
3.	120	3,70	50	29	1,68 ± 0,24	11,03	+
4.	300	3,72	50	31	0,25 ± 0,23	10,12	+
5.	600	4,09	200	32	0	9,46	+
X	0	0	0	0	6,24 ± 0,05	12,29	-

Tabela 3. Parametry, zawartość mikroorganizmów, kwasu askorbinowego oraz przydatność do spożycia dla trzeciego przykładu wykonania

Lp.	Czas obróbki plazmowej t [s]	Napięcie U [kV]	Częstotliwość zasilania f [kHz]	Temperatura soku po obróbce plazmowej T [°C]	Ogólna liczba drobnoustrojów tlenowych po 5 dniach [log <sub>10</sub> ]tk/ml]	Zawartość kwasu askorbinowego KA [mg/100 g]	Przydatność do spożycia po 5 dniach
1.	30	17,00	10	27	4,23 ± 0,36	8,27	-
2.	60	8,60	50	28	3,01 ± 0,35	7,89	+
3.	120	3,76	50	29	1,71 ± 0,20	7,26	+
4.	300	3,70	50	31	0	7,14	+
5.	600	4,10	200	32	0	7,03	+
X	0	0	0	0	5,33 ± 0,26	8,27	-

Tabela 4. Parametry, zawartość mikroorganizmów, kwasu askorbinowego oraz przydatność do spożycia dla czwartego przykładu wykonania

Lp.	Czas obróbki plazmowej t [s]	Napięcie U [kV]	Częstotliwość zasilania f [kHz]	Temperatura soku po obróbce plazmowej T [°C]	Ogólna liczba drobnoustrojów tlenowych po 5 dniach [log <sub>10</sub> ]tk/ml]	Zawartość kwasu askorbinowego KA [mg/100 g]	Przydatność do spożycia po 5 dniach
1.	30	17	10	27	3,92 ± 0,16	8,22	-
2.	60	8,2	50	28	2,10 ± 0,28	7,96	+
3.	120	3,70	50	29	1,58 ± 0,16	7,34	+
4.	300	3,72	50	31	0	7,06	+
5.	600	4,09	200	32	0	6,83	+
X	0	0	0	0	5,33 ± 0,26	8,27	-