

Sylwia Bonin, Paweł Bałdyga, Edyta Lipińska

STAN MIKROBIOLOGICZNY PRODUKCJI ZAGĘSZCZONEGO SOKU JABŁKOWEGO

Zakład Biotechnologii i Mikrobiologii Żywności Wydziału Nauk o Żywności
Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego
Kierownik: dr hab. *S. Błażej*

Celem pracy było określenie zanieczyszczeń mikrobiologicznych w czasie produkcji zagęszczonego soku jabłkowego w jednym z krajowych Zakładów Przemysłowych. Próbkę pobierano w trzech seriach: pod koniec października, w połowie i pod koniec listopada, bezpośrednio z linii produkcyjnej. Stwierdzono, że w kolejnych seriach poziom zanieczyszczeń surowca wzrastał. W kolejnych etapach produkcji liczba pleśni i drożdży ulegała wahaniom – zarówno obniżała się, jak i wzrastała. Jednak produkt finalny – koncentrat, dzięki zastosowaniu wysokiej temperatury w czasie zagęszczania, był dobrej jakości mikrobiologicznej.

Hasła kluczowe: koncentrat jabłkowy, zanieczyszczenia mikrobiologiczne, drożdże, pleśń.

Key words: apple juice concentrate, microbiological contaminations, yeasts, molds.

Polska jest czołowym producentem jabłek i koncentratu jabłkowego w Europie. Zbiory jabłek wynoszą rocznie średnio 2-2,5 mln ton. W 2008 roku zebrano ponad 2,8 mln ton, co było rekordowym wynikiem. Jednak ze względu na niekorzystne warunki meteorologiczne w roku 2010 zebrano około 1,8-1,9 mln ton jabłek. Znaczna część jabłek jest przeznaczana do produkcji zagęszczonego soku jabłkowego. W Polsce produkuje się go zazwyczaj ponad 200 tys. ton rocznie. Pod względem ilości produkowanego koncentratu soku jabłkowego Polska zajmuje pierwszą pozycję w Europie i drugie miejsce na świecie, po Chinach, gdzie roczna produkcja koncentratu jabłkowego wynosi około 650 tys. ton, z czego około 90% jest przeznaczony na eksport (1-3).

Produkcję zagęszczonych soków owocowych na skalę przemysłową rozpoczęto w Polsce w latach 60-tych XX wieku, jako metodę konserwacji i przechowywania surowca. Metoda ta jest bardzo rozpowszechniona ze względu na całkowite ograniczenie stosowania chemicznych środków konserwujących i stanowi ważną gałąź krajowego przetwórstwa przemysłu owocowo-warzywnego (4).

Zagęszczony sok jabłkowy jest produkowany z jabłek będących mieszaniną odmian przemysłowych i deserowych. Jabłka po dostarczeniu do zakładu są rozładowywane do betonowych, splawiakowych zbiorników, skąd

hydrotransportem są kierowane na taśmę inspekcyjną, po czym są myte i kierowane do rozdrabniania. Sposób rozdrabniania zależy od dojrzałości owoców i rodzaju stosowanej prasy do tłoczenia. W przypadku pras warstwowych miazga nie może być zbyt drobna, a w przypadku pras koszowych rozdrobnienie może być większe. Kolejnym etapem jest tłoczenie miazgi. Aby poprawić wydajność tłoczenia do miazgi dodaje się preparaty enzymatyczne. Najczęściej stosuje się preparaty pektynolityczne, które rozkładają substancje pektynowe i zmniejszają lepkość wydzielanego soku. Proces tłoczenia, w badanym Zakładzie, odbywał się w prasie koszowej typu Bucher-Guyer. Otrzymany moszcz surowy zawiera wiele substancji lotnych, które kształtują jego aromat i smak. Aby związki te nie uległy odparowaniu w procesie zagęszczania, aromat jest odbierany. Następnie zdearomatyzowany moszcz surowy poddaje się pasteryzacji. Po schłodzeniu spasteryzowanego moszczu prowadzi się jego obróbkę enzymatyczną, w celu rozłożenia substancji, takich jak: pektyny, skrobia, arabany. Związki te mogłyby wytrącić się w późniejszych etapach cyklu produkcyjnego i utrudniać filtrację, którą w badanym Zakładzie prowadzona metodą ultrafiltracji. Polega ona na oddzieleniu mikrocząstek przez membrany o właściwościach błon półprzepuszczalnych. Na koniec ultrafiltrat poddawany jest pięciostopniowemu zagęszczaniu (koncentracji) w stacji wyparnej, w temperaturze 111°C ($\pm 5^\circ\text{C}$). W tym miejscu linii technologicznej znajduje się krytyczny punkt kontrolny, jeżeli temperatura zagęszczania spadnie do wartości 105°C lub niżej, to koncentrat, który opuszcza stację wyparną jest zawracany do ponownej obróbki cieplnej. Po zagęszczaniu koncentrat jest chłodzony dwustopniowo do temperatury 6°C (4).

Celem pracy było określenie poziomu zanieczyszczeń mikrobiologicznych w czasie produkcji zagęszczonego soku jabłkowego w jednym z krajowych Zakładów Przemysłowych.

MATERIAŁ I METODY

Wszystkie próbki do badań zostały pobrane bezpośrednio z linii produkcyjnej Zakładu przetwarzającego owoce na zagęszczony sok jabłkowy. Materiał badawczy pochodził z kolejnych etapów produkcji. Były to: jabłka przed myciem, pobierane wprost z przemy; jabłka po myciu, pochodzące z taśmy inspekcyjnej; miazga; moszcz surowy; moszcz po pasteryzacji i depektynizacji; ultrafiltrat; koncentrat. Próbki podczas pobytu w Zakładzie produkcyjnym oraz w czasie transportu do laboratorium były przechowywane w lodówce, a następnie niezwłocznie badane. Jabłka przed myciem i jabłka po myciu były pobierane w całości, a następnie przed analizą były rozdrabniane w młynku laboratoryjny.

Oznaczenie liczby drożdży i pleśni zostało wykonane metodą płytkową z użyciem podłoża Sabourauda z chloramfenikolem (dodawanym w celu zahamowania rozwoju bakterii). Do przygotowania rozcieńczeń stosowano roztwory soli fizjologicznej. Podłoże hodowlane i roztwory soli fizjologicznej do rozcieńczeń, były sterylizowane w autoklawie w temperaturze 120°C, przez okres 20 minut.

Posiewy wykonywano metodą węglbną. Inkubacja odbywała się w temperaturze 28°C przez 7 dni.

WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Jabłka są przede wszystkim bogate w węglowodany, których zawierają średnio ok. 13–14% oraz charakteryzują się wysoką zawartością wody, wynoszącą ok. 85%. Zatem są surowcem szczególnie podatnym na zepsucia powodowane przez pleśnie i drożdże. Poza tym pH soku jabłkowego, które wynosi 3,5–4,5 jest optymalne dla rozwoju tej grupy drobnoustrojów, natomiast czyni jabłka środowiskiem niesprzyjającym dla rozwoju bakterii, które z reguły preferują pH neutralne lub wyższe (5, 6).

Liczbę drożdży i pleśni na poszczególnych etapach produkcji (tab. I) przedstawiono z podziałem na serie, ponieważ jabłka pochodziły od wielu różnych dostawców, co powodowało niejednorodność surowca, a poza tym każda seria była pobrana w innym czasie. Materiał z serii pierwszej pobrano 23 października, z serii drugiej 13 listopada, a trzeciej – 20 listopada.

Tabela 1. Liczba komórek drożdży i pleśni w próbach z kolejnych etapów procesu produkcyjnego [jtk/cm³/g]

Table 1. The amount of yeasts and molds in samples from subsequent steps of production process [cfu/cm³/g]

Rodzaj próbki	Seria 1		Seria 2		Seria 3	
	Pleśnie	Drożdże	Pleśnie	Drożdże	Pleśnie	Drożdże
Jabłka przed myciem	$1,2 \times 10^3$	$2,3 \times 10^2$	$1,9 \times 10^3$	$3,2 \times 10^3$	$8,3 \times 10^3$	$1,2 \times 10^4$
Jabłka po myciu	$7,5 \times 10^2$	$3,0 \times 10^3$	$1,0 \times 10^3$	$1,0 \times 10^3$	$6,3 \times 10^3$	$1,2 \times 10^4$
Miazga	$7,3 \times 10^2$	$5,0 \times 10^4$	$9,0 \times 10^1$	$9,0 \times 10^2$	$8,9 \times 10^2$	$1,1 \times 10^4$
Moszcz surowy	$3,5 \times 10^2$	$>3,0 \times 10^5$	$3,0 \times 10^0$	$>3,0 \times 10^5$	0×10^0	$>3,0 \times 10^5$
Moszcz po depektynizacji i pasteryzacji	0×10^0	0×10^0	0×10^0	0×10^0	$1,0 \times 10^0$	5×10^0
Ultrafiltrat	0×10^0	$3,8 \times 10^2$	$3,6 \times 10^2$	$3,7 \times 10^2$	0×10^0	$4,4 \times 10^2$
Koncentrat	$1,0 \times 10^0$	0×10^0	$2,0 \times 10^0$	$2,0 \times 10^0$	4×10^0	$8,3 \times 10^1$

W serii pierwszej liczba pleśni w jabłkach przed myciem wynosiła $1,2 \times 10^3$ jtk/g, proces mycia obniżył liczbę pleśni do $7,5 \times 10^2$ jtk/g, która utrzymywała się na podobnym poziomie w miazdze i moszczu surowym. Natomiast zakażenie komórkami drożdżowymi jabłek świeżych wynosiło $2,3 \times 10^2$ jtk/g i wzrastało do powyżej $3,0 \times 10^5$ jtk/cm³ w moszczu surowym. Proces pasteryzacji spowodował obniżenie liczby drożdży i pleśni do zera jtk/cm³. Jednak następny proces - ultrafiltracja, spowodował zakażenie wtórne półproduktu drożdżami. Końcowy proces zagęszczania soku, odbywający się w temperaturze 111°C, ponownie zmniejszył ich liczbę do zera jtk/cm³.

W drugiej serii, podobnie jak w pierwszej, liczba pleśni malała od $1,9 \times 10^3$ jtk/g w jabłkach przed myciem do zera jtk/cm³ w moszczu po pasteryzacji. Jednak

półprodukt został wtórnie zakażony pleśniami na etapie ultrafiltracji. A następnie w procesie zagęszczania pleśnie zostały wyeliminowane. Liczba drożdży, podobnie jak w serii pierwszej, nieznacznie malała od jabłek świeżych, w których było $3,2 \times 10^3$ jtk/g, do etapu miazgi, kiedy stwierdzono 9×10^2 jtk/cm³. Następnie w moszczu surowym liczba wzrosła do powyżej 3×10^5 jtk/cm³, a etap pasteryzacji obniżył liczbę komórek drożdżowych do zera jtk/cm³. W trakcie ultrafiltracji, tak jak w serii pierwszej, liczba komórek drożdży wzrosła do poziomu 10^2 jtk/cm³, po czym została zredukowana w etapie zagęszczania.

W trzeciej serii podobnie, jak w przypadku serii pierwszej, liczba pleśni zmniejszała się podczas przebiegu całego procesu produkcyjnego. Przy czym największa redukcja nastąpiła po pasteryzacji. Natomiast liczba drożdży kształtowała się na stałym poziomie około $1,2 \times 10^4$ jtk/cm³ od jabłek przed myciem do miazgi surowej, a po jej tłoczeniu w moszczu surowym ilość drożdży wzrosła do poziomu powyżej $3,0 \times 10^5$ jtk/cm³. Jednak już w następnym etapie (pasteryzacja i depektynizacja) liczba drożdży została zredukowana. Kolejny etap, podobnie jak w poprzednich seriach, spowodował wtórne zakażenie półproduktu do poziomu $4,4 \times 10^2$ jtk/cm³. Koncentracja nie wyeliminowała tym razem wszystkich drożdży, gdyż w koncentracie stwierdzono jeszcze $8,3 \times 10^1$ jtk/cm³.

Porównując wyniki pomiędzy poszczególnymi seriami można zauważyć, że wraz z postępowaniem kampanii zwiększa się początkowe zanieczyszczenie jabłek zarówno drożdżami, jak i pleśniami: w pierwszej serii liczba pleśni w jabłkach przed myciem wynosiła $1,2 \times 10^3$ jtk/g, a drożdży - $2,3 \times 10^2$ jtk/g, w trzeciej odpowiednio $8,3 \times 10^3$ jtk/g i $1,2 \times 10^4$ jtk/g. W jabłkach może się znajdować 10^3 - 10^6 jtk/g drożdży i 0- 10^4 jtk/g pleśni (6).

W każdej z serii na etapie wyłaczania miazgi – produkcji moszczu surowego następowało zwiększenie liczby drożdży, spowodowane prawdopodobnie drobnoustrojami pochodzącymi ze ścianek pras oraz z tkaniny, przez którą miazga była wyłaczana. Za każdym razem proces pasteryzacji skutecznie ograniczał liczbę drożdży i pleśni w produkcie, i każdorazowo produkt ten był ponownie zakażony (głównie drożdżami) w procesie ultrafiltracji, co spowodowane jest prawdopodobnie osadzeniem się komórek drożdżowych wewnątrz ultrafiltru i wypłukiwaniem ich razem z ultrafiltratem. Jednak proces technologiczny pozwalał na wyeliminowanie tego zagrożenia poprzez obróbkę termiczną półproduktu w trakcie zagęszczania. Na tym etapie był również zlokalizowany krytyczny punkt kontrolny procesu.

W ramach pracy przeprowadzono także wstępną charakterystykę pleśni. Stwierdzono obecność kilku gatunków pleśni z rodzaju *Penicillium*, a także takich rodzajów jak: *Rhizopus*, *Cladosporium* i *Fusarium*, przy czym ich liczebność była zróżnicowana. W rozcieńczeniu 10^{-3} pojawiały się głównie pleśnie z rodzaju *Penicillium*.

Naturalnie na jabłkach znajdują się pleśnie z rodzajów: *Alternaria*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Epicoccum*, *Nodulisporium*, *Phoma*, *Botrytis*, *Colletotrichum*, *Phialophora*, *Phomopsis*, *Stemphiliium*, *Fusarium*, *Penicillium*. Potencjalnie mykotoksyny mogą być wytwarzane przez pleśnie z rodzaju *Penicillium*, *Alternaria*

i *Aspergillus* (7). Na jabłkach są obecne różne gatunki pleśni z rodzaju *Penicillium*, np.: *P. expansum*, *P. aurantiogriseum*, *P. solitum*, *P. fungiculosum* (8).

Mykotoksyną najczęściej obecną w jabłkach i ich przetworach jest patulina. Jest ona wytwarzana głównie przez *Penicilium expansum*, które powoduje tzw. niebieską pleśń. *P. expansum* rośnie w niskich temperaturach, zatem w warunkach przechowalniczych możliwe jest również wytwarzanie patuliny (8). Ponadto jest ona termostabilna i nie rozkłada się w procesie pasteryzacji soku (9).

W badaniach modelowych (10), wykazano stabilność patuliny w temperaturze 100°C przez 15 min w pH wynoszącym 2.0. Pasteryzacja, pomimo że nie rozkłada patuliny, to zmniejsza ryzyko jej wytworzenia, ponieważ eliminuje pleśnie, odpowiedzialne za jej produkcję.

W prowadzonej równolegle na tych samych próbkach pracy, dotyczącej oceny zawartości patuliny, stwierdzono że w badanych próbkach poziom tej mykotoksyny nie przekroczył dopuszczalnego poziomu tj, 50 µg/kg (11).

WNIOSKI

1. Wraz z postępowaniem kampanii zwiększa się początkowe zanieczyszczenie jabłek, zarówno drożdżami, jak i pleśniami.
2. Podczas tłoczenia miazgi – w produkcji moszczu surowego, następowało zwiększenie liczby drożdży.
3. Proces pasteryzacji skutecznie ograniczał liczbę drożdży i pleśni w produkcji, jednak następowało ponowne zakażenie (głównie drożdżami) w procesie ultrafiltracji.
4. Proces zagęszczania eliminuje zanieczyszczenia mikrobiologiczne.

S. Bonin, P. Bałdyga, E. Lipińska

MICROBIAL QUALITY DURING THE PRODUCTION OF APPLE JUICE CONCENTRATE

Summary

The aim of this work was the examination of microbial contamination during the process of production of apple juice concentrate conducted in one of the Polish factories. The samples were collected directly from the production line in three series: in late October, mid November, and late November. It was stated that the level of microbial contamination increased in each subsequent series. The number of molds and yeasts fluctuated in subsequent steps of production. The increase as well as a decrease was observed. However microbial quality of the final product – the juice concentrate - was good because of using the high temperature in the time of concentration.

PIŚMIENNICTWO

1. Produkcja koncentratu jabłkowego w Polsce, źródło: http://www.fresh-market.pl/katalog_produkow/owoce/jablka/produkcja, data pobrania: 14.02.2011. – 2. Nosecka B.: Sytuacja na

rynku jabłek deserowych w sezonie 2010/11, www.sadinfo.pl, data pobrania: 20.03.2011.– 3. Chiny: rynek jabłek, źródło: http://www.fresh-market.pl/katalog_produkow/owoce/jablka/rynki_i_handel_zagraniczny, data pobrania: 14.02.2011.– 4. Jarczyk A., Berdowski J.B.: Przetwórstwo owoców i warzyw, część 1, Wyd. WSiP, Warszawa, 1997.– 5. Gawęcki J., Libudzisz Z.: Mikroorganizmy w żywności i żywieniu, Wyd. A.R., Poznań, 2006.– 6. Burbianka M., Pliszka A., Burzyńska H.: Mikrobiologia żywności, Wyd. PZWL, Warszawa, 1983.– 7. Granado J., Thürig B., Kieffer E., Petrini L., Fließbach A., Tamm L., Weibel F.P., Wyss G.S.: Culturable fungi of stored “Golden Delicious” apple fruits: A one-season comparison study of organic and integrated production systems in Switzerland, *Microbial Ecology*, 2008; 56: 720-732.– 8. Pitt J.J., Hocking A.D.: The Fungi and Food Spoilage, Springer Science+Business Media, 2009.– 9. de Souza Sant’Ana A., Rosenthal A., de Massaguer P.R.: The fate of patulin in apple juice processing: A review, *Food Res. Internat*, 2008; 41: 441-453.– 10. Scott P.M., Somers E.: Stability of patulin and penicillic acid in fruit juices and flour, *J. Agricult. Food Chem.*, 1986, 16: 483-485.

11. Sękul J.: Ocena zawartości patuliny w zagęszczonym soku jabłkowym z uwzględnieniem etapów procesu produkcyjnego, 2009, praca magisterska wykonana w Zakładzie Oceny Jakości Żywności SGGW w Warszawie.

Adres: 02-776 Warszawa, Nowoursynowska 159c.