

Definitywne rozwiązanie problemu ACB

Filtracja soków i koncentratów za pomocą filtrów węglowych – metodologia zwalczania *Alicyclobacillus* spp.



Powering Business Worldwide

Dzisiaj w sektorze produkcji soków owocowych kwestie bezpieczeństwa są ściśle powiązane z jakością produktu. Z kolei jakość gotowego produktu w dużej mierze zależy od owoców i procesu ich przetwarzania. Do zepsucia produktu doprowadzić mogą mikroorganizmy, które mogą trafić do soku wraz z owocami, z samego środowiska procesowego lub podczas przechowywania i transportu. Nie zawsze jednak dochodzi do zainfekowania soku dzięki działaniu czynników hamujących wzrost naturalnie występującej mikroflory, takich jak pH, ciśnienie osmotyczne i inne. W naturalny sposób zapobiega to masowemu rozprzestrzenianiu się tych organizmów. Jednak istnieją mikroorganizmy, których namnażaniu czynniki naturalne nie zapobiegają, co z kolei może oznaczać zmianę smaku produktu, a nawet jego całkowite zepsucie.

Wartość pH i temperatura – narzędzia przeciwko bakteriom

Większość soków owocowych ma odczyn kwaśny, pH w przedziale od 3,0 do 4,0. Ponieważ gros bakterii preferuje siedliska neutralne lub zasadowe, stanowi to dla części soków naturalną ochronę. Wspomagająco oraz w celu przedłużenia okresu przydatności do spożycia, klarowne soki owocowe i koncentraty soków owocowych poddaje się zwykle procesowi pasteryzacji, który ma zapobiegać namnażaniu się zarodników. Sok owocowy podgrzewa się przez 15 do 20 s, do temp. 90–95°C, która zabija większość bakterii, a tym samym stabilizuje stan mikrobiologiczny produktu. W dalszej konserwacji zwykle stosuje się proces napełniania na gorąco, tzn. dopiero co pasteryzowany sok jest wlewany do sterylnych pojemników w temp. 82–92°C. Temperatura ta jest utrzymywana przez około 2 min, zanim pojemniki zostaną zamknięte i schłodzone.

Alicyclobacillus spp. – wyzwanie szczególne

Wyjątkiem są jednak endospory z gatunku *Alicyclobacillus acidoterrestris*, rejestrowane w Międzynarodowej Unii Producentów Soków Ovocowych (IFU) pod symbolem ACB (w j. angielskim: TAB – *thermo acidophilic bacteria*). Przedstawiciele gatunku *Alicyclobacillus* spp. to duże, nieruchome, bakterie tworzące spory. W przeciwieństwie do większości innych bakterii ACB są zarówno termo-, jak i kwasolubne, dlatego czas i temperatura pasteryzacji nie są wystarczające do zabicia sporów (form przetrwalnikowych) bakterii. Aby zdezaktywować zarodniki, praktykuje się przedłużenie obróbki cieplnej (od 1 do 5,5 min). Metoda ta ma jednak dwie poważne wady: im dłużej podgrzewa się sok/koncentrat, tym bardziej traci on na jakości. Po drugie, długotrwała obróbka cieplna nie gwarantuje sukcesu, ponieważ wysokie wartości temperatury w termofilnym

mikroorganizmie mogą nawet stymulować rozrost zarodników. W takim przypadku działa to jak szok termiczny na zarodniki [1].

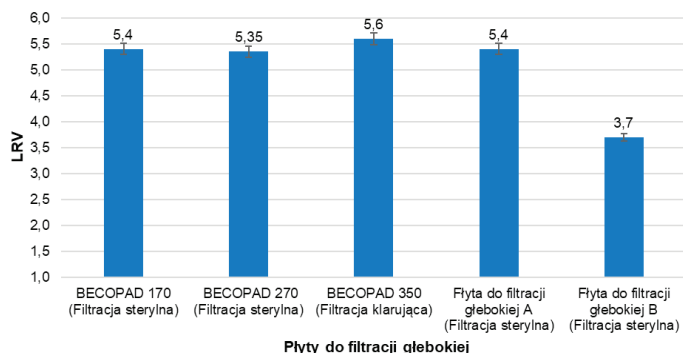
Wysoka odporność zarodników na kwasy powoduje, że liczba zarodników w skażonych sokach pozostaje stała lub zwiększa się po dłuższym przechowywaniu (> 40 dni) [2]. Jak dotąd nie udało się w warunkach laboratoryjnych udowodnić wpływu niskiego pH cechującego soki na żywotność zarodników. Po kiełkowaniu zarodników, w produktach przechowywanych w warunkach niechlodniczych, a zwłaszcza w wyższych wartościach temperatury otoczenia, dochodziło do szybkiego rozrostu sporów [3]. Okazuje się, że nawet mała wyjściowa zawartość zarodków (1 zarodnik/ml) może być wystarczająca, aby spowodować kiełkowanie i namnażanie się komórek wegetatywnych. Ponieważ w ostatecznym rozrachunku oznacza to zepsucie zainfekowanego produktu, w branży napojów wciąż wymaga się zerowej tolerancji dla ich obecności.

Ponieważ *Alicyclobacillus* spp. nie jest szkodliwy dla zdrowia, zepsucie w tym przypadku oznacza tworzenie się niepożądanych zapachów [4]. Kontaminacja soków owocowych i koncentratów soków owocowych przez *Alicyclobacillus* spp. objawia się głównie niepożądanymi zapachami gwajakolu, 2,6-dichlorofenolu i 2,6-dibromofenolu. Zapachy te opisywane są jako medyczne, zbliżone do środków dezynfekujących, antyseptyczne, fenolowe lub dymne [5].

Ale nie wszystkie *Alicyclobacillus* spp. mogą tworzyć niepożądane zapachy. W sumie znanych jest 18 różnych gatunków *Alicyclobacillus* spp., jednakże niepożądane zapachy wykryto głównie w przypadku obecności *Alicyclobacillus acidoterrestris*, *Alicyclobacillus acidiphilus* i *Alicyclobacillus herbarius* [5]. Zarówno pod względem częstotliwości, jak również zdolności do wytwarzania niepożądanych zapachów, największe znaczenie przypisuje się *Alicyclobacillus acidoterrestris*. W przypadku kontaminacji tą bakterią powstają wyżej wspomniane metabolity, które co prawda nie są szkodliwe dla zdrowia, ale sprawiają, że

System filtracji BECO COMPACT PLATE A600





Porównanie wartości LRV dla roztworów zarodników *Alicyclobacillus acidoterrestris*

sok nie nadaje się do wypicia. Wizualnie zmiana nie jest rozpoznawalna, ponieważ nie dochodzi do powstawania przebarwień i tworzenia gazów.

Metodologia rozwiązania problemu: płyty do filtracji wgłębnej – oddzielanie sporów

Konwencjonalna pasteryzacja i ultrafiltracja w produkcji soków nie są wystarczające, aby wyeliminować *Alicyclobacillus acidoterrestris*. W poszukiwaniu alternatywy, Uniwersytet Nauk Stosowanych Lippe, na zlecenie laboratorium serwisowego Eaton Technologies w Langenlonsheim, przeprowadził badania z zawiesinami sporów. Celem było z jednej strony udowodnienie skuteczności działania płyt filtracji wgłębnej, a z drugiej – sformułowanie zaleceń dotyczących bezpiecznego usuwania ACB z soków owocowych lub ich półkoncentratów i koncentratów.

W przypadku obu celów należy określić współczynnik redukcji bakterii LRV dla zarodników ACB w płytach filtracyjnych do filtracji wgłębnej. Badanie wartości LRV jest złożonym, trwającym 5 dni, procesem. W ramach tej próby, Eaton Technologies definiuje filtrację płytą filtracyjną o wartości LRV ≥ 5 jako środek sterylizujący dla ACB. Oznacza to, że przy wartości LRV ≥ 5 , a zatem wyjściowym obciążeniu bakteryjnym wynoszącym $\geq 10^5$ CFU/ml (jednostek tworzących kolonie) w przesączu niefiltrowanym, przesącze filtrowane nie wykaże już obecności żadnych sporów.

Próba – przygotowanie i wyniki

W ramach próby wykonano laboratoryjne filtracje z użyciem zawiesiny sporów *Alicyclobacillus acidoterrestris*. Przebadano w sumie 5 płyt filtracyjnych o trzech różnych zdolnościach zatrzymywania: 2 płyty filtracyjne do filtracji sterylny (BECOPAD® 170 firmy Eaton i płyta filtracyjna A firmy konkurencyjnej), 2 płyty filtracyjne do filtracji sterylny (BECOPAD 270 i płyta filtracyjna B firmy konkurencyjnej) oraz płyta filtracyjna BECOPAD 350 do filtracji klarującej. Należy zauważyć, że definicja „sterylności” w branży napojów odnosi się wyłącznie do zatrzymywania bakterii powodujących zepsucie produktu. W odniesieniu do porównawczych płyt filtracyjnych A i B należy podkreślić, że były one jak najbardziej zbliżone do płyt filtracyjnych BECOPAD. Wszystkie filtracje w ramach próby przeprowadzono w dwóch powtórzeniach. Wydajność filtracji była zgodna ze standardem przemysłowym 500 l/m²/h.

Najpierw dzięki szczep *Alicyclobacillus acidoterrestris* wyselekcjonowany z nektaru owocowego hodowano na bulionie BAT (bulion *Bacillus acidoterrestris*) zgodnie z Metodą IFU 12 (2012) w celu określenia stężenia zarodników. Wyniosło ono między 1,1 a 5,6 · 10⁵ CFU (jednostek tworzących kolonie) na ml. Następnie określono szybkość retencji zarodków przez poszczególne płyty filtracyjne.

Wyniki badań (rys.) okazały się zaskakujące, ponieważ oprócz obydwu płyt filtracyjnych BECOPAD 170 oraz A do filtracji sterylny, także i bardziej otwarta płyta BECOPAD 270 (filtracja sterylizująca), a nawet BECOPAD 350 do filtracji klarującej, wykazały wartości LRV wyraźnie >5. Tylko płyta filtracyjna B do filtracji sterylny wykazała gorszy wynik LRV równy 3,7. Wyniki te potwierdzają

wcześniejsze serie testów, w których – w porównaniu z płytami filtracyjnymi z aktywnymi składnikami, takimi jak ziemia krzemkowa – bardziej otwarte filtry BECOPAD 270 i 350 wykazały już wysokie wartości LRV i do 100 razy wyższy współczynnik retencji zarodków[6]. Wyniki te są szczególnie interesujące dla zastosowań przemysłowych, ponieważ z jednej strony pokazują, że zarodki ACB można usunąć za pomocą płyt filtracyjnych, a z drugiej strony wskazują, że dla skutecznej filtracji ACB nie trzeba koniecznie sięgać po płyty filtracyjne z grupy sterylny. Zgodnie z wynikami testu, można zastosować bardziej otwarte płyty filtracyjne, takie jak BECOPAD 270 i 350, które umożliwiają uzyskanie większego przepływu.



Płyty do filtracji wgłębnej BECOPAD

Zauważalna jest znacząca różnica w wydajności płyt filtracyjnych B (LRV 3,7) i BECOPAD 270 (LRV 5,35) dla filtracji sterylizacyjnej. Potwierdza to, że nie tylko skład płyt filtracyjnych, ale także ich sposób produkcji oraz struktura odgrywają istotną rolę w zatrzymywaniu zarodków *Alicyclobacillus acidoterrestris*.

Płyta filtracyjna przeciwko ACB – zalecenia praktyczne

Płyty do filtracji wgłębnej BECOPAD firmy Eaton bez dodatku składników mineralnych, takich jak ziemia krzemkowa, są z powodzeniem stosowane w przemyśle napojów od ponad 10 lat – także do oddzielania ACB, co wykazano w badaniach laboratoryjnych. Aby wyniki laboratoryjne były przydatne w praktyce, konfiguracja eksperymentalna opierała się na typowych standardach branżowych i praktycznym doświadczeniu firmy Eaton w zakresie bezpiecznej filtracji soków i koncentratów owocowych: strumień filtracji maksymalnie 500 l/m²/h, maksymalna temperatura filtracji 80°C i maksymalna różnica ciśnień 1,5 bara. Po pierwsze, ważne jest określenie stężenia zarodników. Przy wyjściowym stężeniu $\geq 10^5$ CFU/ml zarodków *Alicyclobacillus acidoterrestris*, po zakończeniu procesu filtracji z użyciem testowanych płyt filtracyjnych BECOPAD 170, 270 i 350 zgodnie z wartościami LRV ≥ 5 żadne pozostałości nie są wykrywane, co świadczy o optymalności ich zastosowania.

Przy wyższym stężeniu początkowym sporów $>5,6 \cdot 10^5$ CFU/ml istnieją dwie możliwości: po pierwsze, można zredukować przepływ filtracji, aby oddzielić więcej zarodników, po drugie – i jest to bezpieczniejsza opcja – należałoby zastosować filtrację dwustopniową. Najpierw wykonywana jest filtracja wstępna z użyciem płyt filtracyjnych w celu zmniejszenia zmętnienia i zredukowania stężenia do maksymalnej wartości 10^5 CFU/ml. Z uwagi na koszty i wydajność zaleca się wstępną filtrację, na przykład za pomocą BECOPAD 550, BECOPAD 450 (filtracja wstępna) lub BECOPAD 350 (filtracja klarująca) – w zależności od stopnia zanieczyszczenia. Po udanej redukcji zmętnienia do 1 NTU (*nefelometryczna jednostka zmętnienia*), można użyć jednej z testowanych płyt do filtracji wgłębnej BECOPAD dla wartości LRV ≥ 5 . Bez względu na procedurę, aby uniknąć ponownego skażenia podczas przechowywania lub transportu, należy bezwzględnie zadbać o to, aby przefiltrowany sok lub koncentrat nie były narażone na jakiegokolwiek zanieczyszczenia na dalszych etapach procesu produkcji.

Płyta do filtracji wgłębnej BECOPAD® jest wysokiej jakości medium filtracyjnym z czystej celulozy bez dodatku składników mineralnych. Od ponad 10 lat sprawdza się pod kątem filtracji klarującej, zachowania bezpieczeństwa mikrobiologicznego, zwiększonej wydajności oraz ochrony środowiska, ponieważ ulega biodegradacji i wymaga do 50% mniej wody do neutralizacji i płukania wstępnego. Stosowany w systemie filtracji BECO COMPACT PLATE A™ niezawodnie oddziela bakterie powodujące zmętnienie i zepsucie soków owocowych oraz bakterie tworzące spory, takie jak *Alicyclobacillus acidoterrestris* (TAB). System filtracji to wysokiej jakości filtr wielopłytkowy dostępny w różnych rozmiarach i bogatych opcjach wyposażenia. Powierzchnia filtra może być elastycznie dopasowana do danego zastosowania, a straty wynikające z wykropli są redukowane do minimum dzięki automatycznemu systemowi docisku. Idealnie dobrane połączenie do filtrowania klarownych i stabilnych soków owocowych.

Więcej informacji można znaleźć na stronie www.eaton.com/filtration



Dr Ilona Schneider, dyplomowany enolog,
Team Leader Product Management Beverage Treatment and
R&D,
Eaton Technologies GmbH, Langenlonsheim, Germany
IlonaSchneider@eaton.com



Powering Business Worldwide

Materiały zdjęciowe: © 2018 Eaton. Wszelkie prawa zastrzeżone

Literatura

- [1] Keweloh Heribert, Mikroorganismen in Lebensmitteln: Theorie und Praxis der Lebensmittelhygiene, 2. Auflage, Haan-Gruiten, 2008.
- [2] Juan Martin Oteiza, Silvina Soto, Verónica Ortiz Alvarenga, Anderson S. Sant'Ana, Leda Giannuzzi. 2014. "Flavorings as new sources of contamination by deterring Alicyclobacillus of fruit juices and beverages". *International Journal of Food Microbiology* 172, 119–124.
- [3] Cerny G., Hennich W., Poralla K. 1984. "Spoilage of fruit juice by Bacilli – isolation and characterization of the spoiling microorganism". *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und-Forschung* 179, 224–227.
- [4] Juan Martin Oteiza, Ares Gastón, Anderson S. Sant'Ana, Silvina Soto, Leda Giannuzzi, Use of a multivariate approach to assess the incidence of Alicyclobacillus spp. in concentrate fruit juices marketed in Argentina: Results of a 14-year survey, *International Journal of Food Microbiology* (2011)151 (2), 229–234.
- [5] Yue Tianli, Zhang Jiangbo, Yuan Yahong. 2014. "Spoilage by Alicyclobacillus Bacteria in Juice and Beverage Products: Chemical, Physical, and Combined Control Methods". *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 13 (5), 771–1123.
- [6] Junker Rainer. Fruchtsaft Ein Kompendium. Eaton Technologies GmbH, 2014–2017, 97.