

Non-thermal egg processing to extend shelf life

Non-thermal technologies, including high hydrostatic pressure, pulsed electric fields, ultrasound, pulsed light, cold plasma technology and ozonation, are effective methods for controlling microbial growth and to preserve the quality of fresh eggs and their derived products. The effect of non-thermal technologies on the sensory attributes of eggs and egg products is constantly improving.

BY SAMANEH AZARPAJOUH



The shelf life of eggs can be extended through the use of non-thermal technologies. PHOTO: BERT JANSEN

Egg is a growth medium for various micro-organisms owing to the presence of water, lipids and proteins. Thus, inadequate food safety management can result in serious public health problems. The mandatory high temperatures used during egg pasteurisation can be detrimental to the functional properties, nutritional value and sensory qualities of eggs. Therefore, to extend egg shelf life it is necessary to use novel non-thermal technologies, such as high hydrostatic pressure, pulsed electric fields, ultrasound, pulsed light, cold plasma technology or ozonation, which have minimal impact on the original food properties.

High hydrostatic pressure technology

With high hydrostatic pressure technology, the food is compressed at high pressure inside a machine comprising a cylinder with sealed closures. The machine further has a high-pressure intensifier pump, a monitoring system and a product-handling device. This device applies water pressure to food which damages the cell membrane and proteins, and disrupts cell function, thus deactivating harmful micro-organisms. The high hydrostatic pressure technology also affects the spores of micro-organisms and blocks their ability to return to the vegetative state. Research has shown that applying high hydrostatic pressure technology for 3-17 minutes reduces *Salmonella enterica* serovar Enteritidis counts in liquid eggs. Although this method affects egg colour,

increases viscosity and may induce reversible modifications in egg white and yolk proteins. In duck eggs, the application of high pressure for 10 minutes aggregates egg white proteins and reduces the solubility of yolk proteins. The use of high hydrostatic pressure technology in combination with a mild thermal treatment, reduces egg microbial count and preserves the functional properties of eggs but increases egg yolk viscosity. Combining high hydrostatic pressure with 2% triethyl citrate improves the quality of processed eggs and reduces the microbial load, as well as the processing temperature required for thermal pasteurisation.

Pulsed electric field technology

Pulsed electric field technology is a non-thermal processing method used to treat liquid food products, such as eggs. The pulsed electric field system consists of a treatment chamber, a pulse generator, a fluid-handling system and monitoring devices. With this method electric fields are applied to eggs in the treatment chamber for short time periods. The use of pulsed electric field technology disrupts micro-organisms' cell membrane and causes leakage of intracellular compounds and cellular lysis. Research has shown that pulsed electric field technology inactivates micro-organism spores and reduces *Salmonella enterica* serovar Enteritidis counts in eggs. A combination of pulsed electric field technology together with heating to to 60°C reduces *E. Coli* counts in eggs. This technology, plus heat treatment with lemon essential oil, also reduces the population of *Salmonella enterica* and *Listeria monocytogenes* in eggs. Pulsed electric field technology preserves egg lipoproteins and egg colour, and improves foaming capacity and water-soluble protein content compared to thermal pasteurisation. Although if the processing time exceeds 600 microseconds, the soluble protein content decreases while insoluble proteins, mainly lysozyme, ovalbumin and ovotransferrin, aggregate.

Ultrasound technology

With ultrasound technology, sound waves at frequencies of 20 kHz or above generate energy. The ultrasonic waves travel through a liquid medium and create cavitation bubbles which release energy and create high-temperature areas. During treatment, the bubbles burst and causing enzyme destruction and cellular death. The application of ultrasound technology reduces *Salmonella enterica* serovar Enteritidis in liquid whole eggs after 30 minutes of treatment. Combining ultrasound technology with antimicrobial enzyme lysozyme inactivates *Salmonella typhimurium* in liquid whole eggs. Furthermore, using ultrasound technology for 30 minutes removes *E. Coli* completely from raw eggshells and increases eggshell strength, albumen and yolk heights, as well as Haugh units. However, this treatment decreases yolk width and albumen luminosity. Ultrasound can also be used to evaluate the freshness of poultry raw eggs in storage.

Pulsed light technology

Pulsed light technology uses the emission of high voltage electrical pulses, comprising ultraviolet, visible and near-infrared wavelength light, for a period of a few seconds. The emission of light pulses rich in ultraviolet photons breaks organic molecular bonds, changes the DNA structure and inactivates micro-organisms in eggs. The use of pulsed light technology reduces the microbial population in eggs and egg products, such as powdered eggs, hard-boiled peeled eggs and raw eggshells. Treating eggs with pulsed light removes *E. Coli* and *Salmonella enterica* serovar Enteritidis and has no negative impact on the functional properties of the egg whites, such as foaming ability and stability.

Cold plasma technology

Cold plasma technology creates pores in the cell membrane which causes the leakage of intracellular compounds and cell death. Cold plasma technology enhances the microbiological safety of fresh eggs by reducing the *Salmonella enterica* serovar Enteritidis population. Cold plasma technology can be used in combination with essential oils to remove *Salmonella* from eggshells.

Ozonation technology

Ozone is generated through corona discharge, ultraviolet radiation and electrolysis. Ozone inactivates bacteria and their spores, fungi, viruses and protozoa, by damaging the cell membrane. Exposing fresh eggs to 6 ppm ozone for 4 minutes reduces Enterobacteriaceae, Staphylococci, yeast and mould populations. In addition, ozonation technology decreases *Salmonella enterica* serovar Enteritidis in raw eggshells and has no negative impact on weight, pH of the yolk and albumin, and the colour of treated eggs.

Nietermiczne metody przetwarzanie jaj w celu wydłużenia okresu przydatności do spożycia

Technologie nietermiczne, w tym wysokie ciśnienie hydrostatyczne, pulsujące pola elektryczne, ultradźwięki, pulsujące światło, technologia zimnej plazmy i ozonowanie, są skutecznymi metodami kontrolowania wzrostu drobnoustrojów i zachowania jakości świeżych jaj i ich produktów pochodnych. Wpływ technologii nietermicznych na cechy sensoryczne jaj i produktów jajecznych stale się poprawia.

BY SAMANEH AZARPAJOUH



Okres przydatności do spożycia jaj można wydłużyć dzięki zastosowaniu technologii nietermicznych.
FOTO: BERT JANSEN

Jajka są pożywką dla różnych mikroorganizmów ze względu na obecność wody, lipidów i białek. Dlatego też nieodpowiednie zarządzanie bezpieczeństwem żywności może prowadzić do poważnych problemów ze zdrowiem publicznym. Obowiązkowe wysokie temperatury stosowane podczas pasteryzacji jaj mogą być szkodliwe dla ich właściwości funkcjonalnych, wartości odżywczych i walorów sensorycznych. Dlatego też, aby wydłużyć okres przydatności jaj do spożycia, konieczne jest zastosowanie nowych technologii nietermicznych, takich jak wysokie ciśnienie hydrostatyczne, pulsujące pola elektryczne, ultradźwięki, pulsujące światło, technologia zimnej plazmy lub ozonowanie, które mają minimalny wpływ na pierwotne właściwości żywności.

Technologia wysokiego ciśnienia hydrostatycznego

W technologii wysokiego ciśnienia hydrostatycznego żywność jest poddawana procesowi kompresji pod wysokim ciśnieniem wewnątrz maszyny składającej się z cylindra z uszczelnionymi zamknięciami. Maszyna posiada również wysokociśnieniową pompę wspomagającą, system monitorowania i urządzenie do przenoszenia produktu. Urządzenie to wywiera na żywność wysokie ciśnienie wody, które uszkadza błonę komórkową i białka oraz zakłóca funkcjonowanie komórek, dezaktywując w ten sposób szkodliwe mikroorganizmy. Technologia wysokiego ciśnienia hydrostatycznego wpływa również na zarodniki mikroorganizmów i blokuje ich zdolność do powrotu do stanu wegetatywnego. Badania wykazały, że zastosowanie technologii wysokiego

#FunduszePromocji

ciśnienia hydrostatycznego przez 3-17 minut zmniejsza liczbę *Salmonella enterica* subsp. *Enteritidis* w płynnych jajach. Chociaż metoda ta wpływa na kolor jaj, zwiększa lepkość i może wywoływać odwracalne modyfikacje w białku i białkach żółtka. W jajach kaczych zastosowanie wysokiego ciśnienia przez 10 minut powoduje agregację białek jaja i zmniejsza rozpuszczalność białek żółtka. Zastosowanie technologii wysokiego ciśnienia hydrostatycznego w połączeniu z łagodną obróbką termiczną zmniejsza liczbę drobnoustrojów w jajach i zachowuje właściwości funkcjonalne jaj, ale zwiększa lepkość żółtka. Połączenie wysokiego ciśnienia hydrostatycznego z 2% cytrynianem trietylu poprawia jakość przetworzonych jaj i zmniejsza obciążenie mikrobiologiczne, a także temperaturę przetwarzania wymaganą do pasteryzacji termicznej.

Technologia impulsowego pola elektrycznego

Technologia impulsowego pola elektrycznego to nietermiczna metoda przetwarzania stosowana do obróbki płynnych produktów spożywczych, takich jak jaja. System impulsowego pola elektrycznego składa się z komory obróbki, generatora impulsów, systemu transportu płynów i urządzeń monitorujących. Dzięki tej metodzie pola elektryczne są aplikowane na jaja w komorze obróbki przez krótkie okresy czasu. Zastosowanie technologii impulsowego pola elektrycznego uszkadza błonę komórkową mikroorganizmów i powoduje wyciek związków wewnątrzkomórkowych oraz liszę komórek. Badania wykazały, że technologia pulsacyjnego pola elektrycznego inaktywuje zarodniki mikroorganizmów i zmniejsza liczbę *Salmonella enterica* subsp. *Enteritidis* w jajach. Połączenie technologii pulsacyjnego pola elektrycznego z ogrzewaniem do 60°C zmniejsza liczbę bakterii *E. Coli* w jajach. Technologia ta, wraz z obróbką cieplną olejkami eterycznymi z cytryny, zmniejsza również populację *Salmonella enterica* i *Listeria monocytogenes* w jajach. Technologia impulsowego pola elektrycznego zachowuje lipoproteiny i kolor jaj, a także poprawia zdolność pienienia i zawartość białek rozpuszczalnych w wodzie w porównaniu z pasteryzacją termiczną. Chociaż, jeśli czas przetwarzania przekracza 600 mikrosekund, zawartość rozpuszczalnych białek spada, podczas gdy nierozpuszczalne białka, głównie lizozym, albumina jaja kurzego i owotransferyna, ulegają agregacji.

Technologia ultradźwiękowa

W technologii ultradźwiękowej fale dźwiękowe o częstotliwości 20 kHz lub wyższej generują energię. Fale ultradźwiękowe przemieszczają się przez płynne medium i tworzą pęcherzyki kawitacyjne, które uwalniają energię i tworzą obszary o wysokiej temperaturze. Podczas procesu pęcherzyki pękają, powodując zniszczenie enzymów i śmierć komórek. Zastosowanie technologii ultradźwiękowej zmniejsza liczbę *Salmonella enterica* subsp. *Enteritidis* w płynnych całych jajach po 30 minutach procesu. Połączenie technologii ultradźwiękowej z enzymem przeciwdrobnoustrojowym lizozymem inaktywuje *Salmonella typhimurium* w płynnych kurzych jajach. Co więcej, zastosowanie technologii ultradźwiękowej przez 30 minut całkowicie usuwa bakterie *E. Coli* z surowych skorupki jaj i zwiększa wytrzymałość skorupki jaja, poziom białka i żółtka, a także liczbę jednostek Hauga. Zabieg ten zmniejsza jednak szerokość żółtka i jasność białka. Ultradźwięki mogą być również wykorzystywane do oceny świeżości surowych jaj drobiu podczas przechowywania.

Technologia światła impulsowego

Technologia światła impulsowego wykorzystuje emisję impulsów elektrycznych o wysokim napięciu, obejmujących światło ultrafioletowe, widzialne i o długości fali bliskiej podczerwieni, przez okres kilku sekund. Emisja impulsów świetlnych bogatych w fotony ultrafioletowe rozbija organiczne wiązania molekularne, zmienia strukturę DNA i dezaktywuje mikroorganizmy w jajach.

Zastosowanie technologii światła pulsacyjnego zmniejsza populację drobnoustrojów w jajach i produktach jajecznych, takich jak jaja w proszku, obrane jaja ugotowane na twardo i surowe jaja w skorupkach. Traktowanie jaj światłem pulsacyjnym usuwa bakterie E. Coli i Salmonella enterica subsp. Enteritidis i nie ma negatywnego wpływu na właściwości funkcjonalne białek jaj, takie jak zdolność pienienia i stabilność.

Technologia zimnej plazmy

Technologia zimnej plazmy tworzy pory w błonie komórkowej, co powoduje wyciek związków wewnątrzkomórkowych i śmierć komórki. Technologia zimnej plazmy zwiększa bezpieczeństwo mikrobiologiczne świeżych jaj poprzez zmniejszenie populacji Salmonella enterica subsp. Enteritidis. Technologia zimnej plazmy może być stosowana w połączeniu z olejkami eterycznymi do usuwania Salmonelli ze skorupki jaj.

Technologia ozonowania

Ozon jest generowany przez wyładowania koronowe, promieniowanie ultrafioletowe i elektrolizę. Ozon dezaktywuje bakterie i ich zarodniki, grzyby, wirusy i pierwotniaki poprzez uszkodzenie błony komórkowej. Wystawienie świeżych jaj na działanie ozonu o stężeniu 6 ppm przez 4 minuty zmniejsza populację Enterobacteriaceae, Staphylococci, drożdży i pleśni. Ponadto technologia ozonowania zmniejsza liczbę Salmonella enterica serovar Enteritidis w surowych skorupkach jaj i nie ma negatywnego wpływu na wagę, pH żółtka i albuminy oraz kolor poddanych obróbce jaj.