एग्री आर्टिकल्स
(कृषि लेखों के लिए ई-पत्रिका)
वर्ष: 02, अंक: 03 (मई-जून, 2022)
www.agriarticles.com पर ऑनलाइन उपलब्ध
© एग्री आर्टिकल्स, आई. एस. एस. एन.: 2582-9882

उच्च दबाव प्रसंस्करण के माध्यम से खाद्य पदार्थों का संरक्षण: खाद्य उद्योग के लिए आधुनिक दृष्टिकोण

(*महेंद्र कुमार[1], शंकर लाल[2], आराधना बोरिया[1] एवं अर्चना मरावी[1])
[1]खाद्य विज्ञान और प्रौद्योगिकी विभाग, जवाहरलाल नेहरू कृषि विश्व विद्यालय जबलपुर मध्य प्रदेश
[2]डेयरी विज्ञान और खाद्य प्रौद्योगिकी विभाग, कृषि विज्ञान संस्थान, बनारस हिंदू विश्वविद्यालय वाराणसी
* mahendra1.cdfst@gmail.com

खाद्य रसायन को मूल रूप से बरकरार रखते हुए रोगजनक और खराब जीवों को नष्ट करके, उच्च दबाव प्रौद्योगिकी स्वाद, बनावट, उपस्थिति, या पोषण मूल्य पर न्यूनतम प्रभाव वाले खाद्य पदार्थों के पाश्चराइजेशन को सक्षम बनाती है। हाई-प्रेशर प्रोसेसिंग (HPP) एक "नॉनथर्मल" खाद्य संरक्षण तकनीक है, जो पाश्चुरीकरण को प्रभावित करने के लिए गर्मी के बजाय दबाव का उपयोग करके हानिकारक रोगजनकों और वानस्पतिक खराब सूक्ष्मजीवों को निष्क्रिय करती है। एचपीपी ठंडा या हल्के प्रक्रिया तापमान (<45 डिग्री सेल्सियस) पर तीव्र दबाव (लगभग 400-600 एमपीए या 58,000-87,000 पीएसआई) का उपयोग करता है, जिससे अधिकांश खाद्य पदार्थों को स्वाद, बनावट, उपस्थिति या पोषण मूल्य पर न्यूनतम प्रभाव के साथ संरक्षित किया जा सकता है। दबाव उपचार का उपयोग तरल और उच्च नमी वाले ठोस खाद्य पदार्थों दोनों को संसाधित करने के लिए किया जा सकता है। हालांकि सूक्ष्मजीवों के लिए घातक, दबाव उपचार सहसंयोजक बंधनों को नहीं तोड़ता है और खाद्य रसायन पर न्यूनतम प्रभाव डालता है। इस प्रकार, एचपीपी अत्यधिक तापीय उपचार या रासायनिक परिरक्षकों की आवश्यकता से बचते हुए भोजन की गुणवत्ता बनाए रखने का एक साधन प्रदान करता है।

उच्च-दबाव प्रसंस्करण को साहित्य में उच्च-हाइड्रोस्टैटिक-प्रेशर प्रोसेसिंग (HHP) या अल्ट्रा-हाई-प्रेशर प्रोसेसिंग (UHP) के रूप में भी जाना जाता है। इसके नामकरण के बावजूद, प्रौद्योगिकी को 50 वर्षों में खाद्य प्रसंस्करण में सर्वश्रेष्ठ नवाचारों में से एक के रूप में उद्धृत किया गया है (ड्यून, 2005)। उच्च दबाव प्रसंस्करण के व्यावसायिक उपयोग का विस्तार हो रहा है। यह खाद्य प्रोसेसर को "क्लीनर" घटक लेबल वाले खाद्य पदार्थों को संरक्षित करने का अवसर प्रदान करता है, और यह उन अनुप्रयोगों के लिए पसंद की प्रक्रिया है जहां गर्मी पाश्चराइजेशन उत्पाद की गुणवत्ता पर प्रतिकूल प्रभाव डालेगा। उदाहरण के लिए, सलामी जैसे उत्पाद की खाद्य सुरक्षा सुनिश्चित करने में, गर्मी का उपयोग करके इन-पैक पाश्चराइजेशन के परिणामस्वरूप तरल पर्ज और वसा का प्रवास होगा। एचपीपी स्लाइस किए गए डेली मीट जैसे उत्पादों को स्लाइसिंग और पैकेजिंग के बाद पास्चुरीकृत करने की अनुमति देता है, इस प्रकार विनिर्माण वातावरण से संदूषण के जोखिम को कम करता है। अमेरिकी कृषि विभाग, खाद्य सुरक्षा और निरीक्षण सेवा (यूएसडीए-एफएसआईएस) प्रसंस्कृत मांस उत्पादों में लिस्टेरिया मोनोसाइटोजेन्स को खत्म करने के लिए एक स्वीकार्य खाद्य सुरक्षा हस्तक्षेप के रूप में उच्च दबाव प्रसंस्करण को मान्यता देता है। दबाव उपचार अन्य खतरनाक

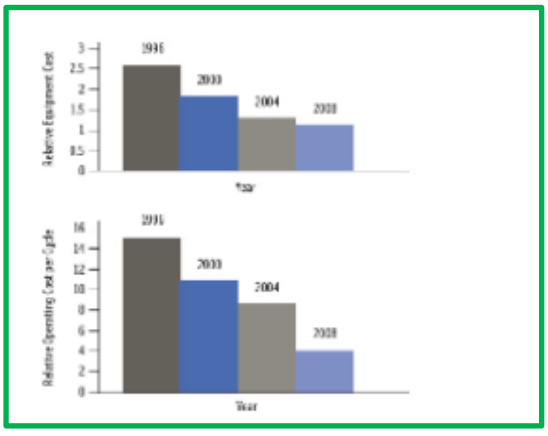
सूक्ष्मजीवों जैसे ई. कोलाई, साल्मोनेला, और विब्रियो को निष्क्रिय करने में भी प्रभावी है, साथ ही कई यीस्ट, मोल्ड्स और बैक्टीरिया जो भोजन के खराब होने के लिए जिम्मेदार हैं। एचपीपी (हेमैन एट अल।, 2004; हे एट अल।, 2002) के उपयोग से सूक्ष्मजीवविज्ञानी शेल्फ जीवन और खाद्य पदार्थों की गुणवत्ता को काफी हद तक बढ़ाया जा सकता है।

तिथि करने के लिए, एचपीपी का उपयोग केवल वनस्पति सूक्ष्मजीवों को निष्क्रिय करने के लिए किया गया है, लेकिन गर्मी के साथ संयोजन में उच्च दबाव का उपयोग उन परिस्थितियों में बीजाणुओं को खत्म करने के लिए किया जाता है जो प्रतिशोध की तुलना में गुणवत्ता के लिए अधिक अनुकूल हैं, वर्तमान शोध का विषय है। क्लोस्ट्रीडियम बोटुलिनम जैसे रोगजनक बीजाणु और बैसिलस और क्लोस्ट्रीडिया खराब होने वाले बीजाणुओं को संभावित रूप से गर्मी और दबाव के तालमेल के माध्यम से समाप्त किया जा सकता है। यह भोजन को कम तापीय जोखिम के साथ निष्फल करने की अनुमति देता है । गर्मी और दबाव की स्थितियों का उपयोग करके उत्पादित भोजन की गुणवत्ता को कम-एसिड खाद्य पदार्थों (105 डिग्री सेल्सियस +, 700 एमपीए) में शेल्फ स्थिरता का नेतृत्व करने के लिए माना जाता है, थर्मल प्रसंस्करण (लाउ और ट्यूरेक, 2007) में काफी सुधार हुआ है। कम प्रक्रिया समय एक अतिरिक्त प्रोत्साहन है।

दबाव उपचार का उपयोग विभिन्न खाद्य घटकों, विशेष रूप से प्रोटीन के कार्यात्मक और संवेदी गुणों को बदलने के लिए भी किया जा सकता है, जिससे इन्हें लाभकारी रूप से बदला जा सकता है (सैन मार्टिन एट अल।, 2002)। उच्च तापमान की अनुपस्थिति में मांस, मछली, अंडा और डेयरी प्रोटीन को एचपीपी के साथ विकृत किया जा सकता है। ताजा स्वाद में थोड़े बदलाव के साथ बढ़ी हुई चिपचिपाहट और अस्पष्टता प्राप्त होती है। दूसरी ओर, उच्च दबाव का थर्मल प्रक्रियाओं की तुलना में कम आणविक-वजन वाले यौगिकों जैसे स्वाद यौगिकों, विटामिन और वर्णक पर बहुत कम प्रभाव पड़ता है। तदनुसार, एचपीपी पाश्चुरीकृत भोजन की गुणवत्ता ताजा खाद्य उत्पादों के समान होती है। पूरे शेल्फ जीवन में गुणवत्ता दबाव उपचार के बजाय बाद के वितरण और भंडारण तापमान और पैकेजिंग के बाधा गुणों से अधिक प्रभावित होती है। यह लेख वर्तमान प्रौद्योगिकी स्थिति पर एक सिंहावलोकन प्रदान करता है।

बुनियादी एचपीपी सिद्धांत

दबाव के आवेदन से विभिन्न भौतिक और रासायनिक परिवर्तन होते हैं। आम तौर पर, दबाव उपचार के दौरान शारीरिक संपीड़न के परिणामस्वरूप मात्रा में कमी और तापमान और ऊर्जा में वृद्धि होती है (हेरेमन्स, 2003)। खाद्य पदार्थों पर एचपीपी के प्रभाव की भविष्यवाणी करने में, प्रक्रिया के शुद्ध संयुक्त दबाव-तापमान प्रभाव पर विचार करना आवश्यक है। निम्नलिखित सिद्धांत दबाव में खाद्य पदार्थों के व्यवहार को नियंत्रित करते हैं।



1. **ले चेटेलियर का सिद्धांत**- किसी भी घटना (चरण संक्रमण, आणविक विन्यास में परिवर्तन, रासायनिक प्रतिक्रिया) मात्रा में कमी के साथ दबाव द्वारा बढ़ाया जाता है। तदनुसार, दबाव सिस्टम को सबसे कम वॉल्यूम (फ़ार्कस और हूवर, 2000) में स्थानांतरित कर देता है।

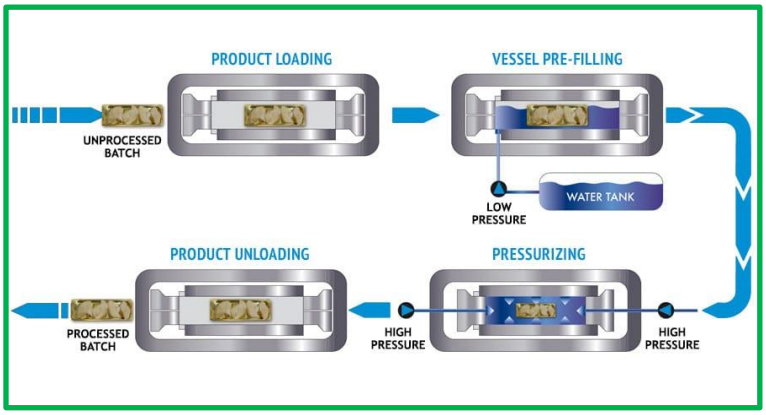
2. **सूक्ष्म क्रम का सिद्धांत-** स्थिर तापमान पर, दबाव में वृद्धि से किसी दिए गए पदार्थ के अणुओं के क्रम की डिग्री बढ़ जाती है। इसलिए, दबाव और तापमान आणविक संरचना और रासायनिक प्रतिक्रियाओं (बाल्नी और मैसन, 1993) पर विरोधी ताकतें लगाते हैं।

3. **समस्थानिक सिद्धांत-** दबाव पूरे नमूने में समान रूप से वितरित किया जाता है, चाहे वह दबाव वाले माध्यम के सीधे संपर्क में हो या लचीले कंटेनर में इससे अछूता हो। इस प्रकार, प्रक्रिया का समय नमूना के आकार और आकार से स्वतंत्र है, नमूने के भीतर एक समान थर्मल वितरण मानते हुए।

यदि किसी खाद्य उत्पाद में पर्याप्त नमी है, तो दबाव मैक्रोस्कोपिक स्तर पर उत्पाद को तब तक नुकसान नहीं पहुंचाएगा जब तक कि दबाव सभी दिशाओं में समान रूप से लागू किया जाता है। उदाहरण के लिए, एक अंगूर को आसानी से कुचला जा सकता है यदि उस पर दो अंगुलियों के बीच रखकर और एक अक्ष के साथ निचोड़कर दबाव डाला जाए। इसके विपरीत, यदि अंगूर को एक सीलबंद लचीली बोतल के अंदर पानी में डुबोकर और निचोड़कर एक समान दबाव के संपर्क में लाया जाता है, तो अंगूर अपने आकार को बरकरार रखता है, चाहे बोतल को कितना भी निचोड़ा जाए। इस मामले में, पानी के माध्यम से बोतल की दीवार से प्रेषित दबाव फल के चारों ओर समान रूप से लगाया जाता है। इसी तरह, दबाव उच्च दबाव द्वारा संसाधित अधिकांश खाद्य पदार्थों को नुकसान नहीं पहुंचाएगा, बशर्ते कि भोजन में छिद्रपूर्ण संरचना न हो जिसमें वायु रिक्तियां हों। हवा और पानी की संपीड़िततता के बीच अंतर के कारण हवा की जेबें दबाव में गिर जाएंगी, और जब तक भोजन पूरी तरह से लोचदार नहीं होता है और इसमें बंद-सेल फोम होता है जिससे हवा बाहर नहीं निकल सकती है, तो भोजन अपने मूल आकार और आकार में बहाल नहीं होगा। नतीजतन, स्ट्रॉबेरी जैसे खाद्य पदार्थ एचपीपी द्वारा कुचल दिए जाते हैं, लेकिन हवा से भरा गुब्बारा नहीं फटता है।

उच्च दबाव उपकरण

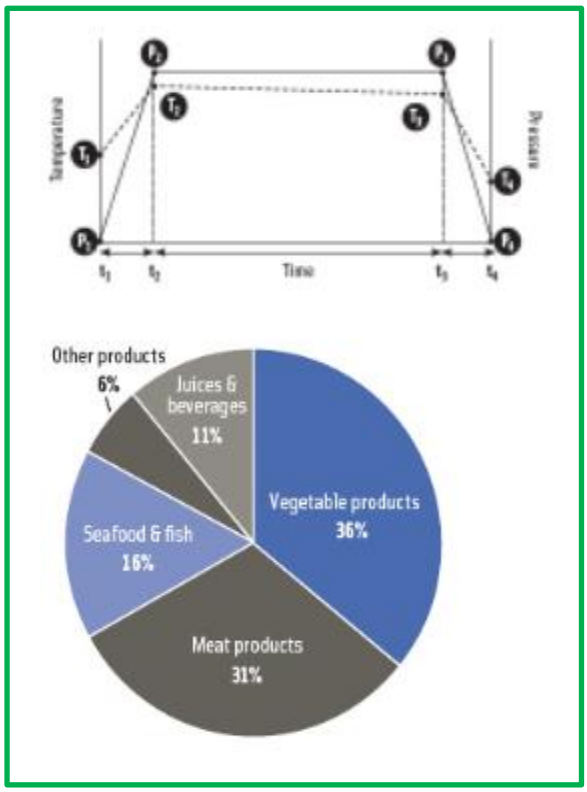
यद्यपि माइक्रोबियल निष्क्रियता के लिए उच्च दबाव प्रसंस्करण के सिद्धांतों को 1800 के दशक के अंत (Hite, 1899) के बाद से जाना जाता है, यह मैकेनिकल इंजीनियरिंग में अपेक्षाकृत हालिया विकास है जिसने पर्याप्त स्थायित्व के साथ उचित लागत पर बड़े उच्च दबाव वाले जहाजों का निर्माण करने की अनुमति दी है। बिना असफलता के हजारों दबाव चक्रों का सामना करने के लिए। पाउडर से कृत्रिम हीरे और sintered सामग्री बनाने जैसे अनुप्रयोगों के लिए उच्च दबाव प्रसंस्करण प्रणाली शुरू में रासायनिक और भौतिक प्रक्रिया उद्योगों में विकसित की गई थी। पिछले दो दशकों के दौरान ही खाद्य उद्योग ने खाद्य संरक्षण के लिए दबाव उपचार का उपयोग करना शुरू किया है। एचपीपी मुख्य रूप से एक बैच प्रक्रिया के रूप में अभ्यास किया जाता है जहां पहले से पैक किए गए खाद्य उत्पादों को पानी या किसी अन्य दबाव-संचारण तरल पदार्थ से घिरे कक्ष में इलाज किया जाता है। पंप करने योग्य खाद्य पदार्थों के लिए अर्ध-निरंतर प्रणालियां विकसित की गई हैं जहां उत्पाद को कंटेनर के बिना संपीड़ित किया जाता है और बाद में "साफ" या असेप्टिक रूप से पैक किया जाता है।



एचपीपी प्रणाली के प्राथमिक घटकों में एक दबाव पोत शामिल है; पोत को सील करने के लिए बंद करना; पोत के दबाव में होने पर (जैसे, जुए) बंद करने के लिए एक उपकरण; उच्च दबाव तीव्रता पंप (ओं); दबाव और (वैकल्पिक रूप से) तापमान को नियंत्रित करने और निगरानी करने के लिए एक प्रणाली; और दबाव पोत से उत्पाद को स्थानांतरित करने के लिए एक उत्पाद-हैंडलिंग सिस्टम। आम तौर पर, छिद्रित टोकरियों का उपयोग दबाव वाहिकाओं से पहले से पैक किए गए खाद्य उत्पादों को डालने और निकालने के लिए किया जाता है। सिस्टम में संपीड़न द्रव (आमतौर पर पानी या एक खाद्य-ग्रेड समाधान) को छानने और पुन: उपयोग करने के प्रावधान भी हैं।

वाणिज्यिक बैच के जहाजों में आंतरिक मात्रा 30 से लेकर 600 लीटर तक होती है। Avure Technologies, NC Hyperbaric, और Uhde कमर्शियल-स्केल प्रेशर इक्विपमेंट के प्रमुख आपूर्तिकर्ता हैं। दोनों क्षैतिज और ऊर्ध्वाधर दबाव पोत विन्यास उपलब्ध हैं। उपकरण क्षमता और स्वचालन की सीमा के आधार पर वाणिज्यिक पैमाने पर, उच्च दबाव प्रसंस्करण प्रणालियों की लागत लगभग $500,000 से $2.5 मिलियन है। वर्तमान में, एचपीपी उपचार लागत को परिचालन लागत और मूल्यह्रास सहित 4-10 सेंट/पौंड से लेकर उद्धृत किया गया है, और थर्मल प्रसंस्करण से अधिक "परिमाण के आदेश" नहीं हैं-जैसा कि अक्सर सोचा जाता है (सोइज़ एट अल।, 2008)। जैसे-जैसे एचपीपी उपकरणों की मांग बढ़ती है, नवाचार से पूंजी और परिचालन लागत में और कमी आने की उम्मीद है (चित्र 1)।

एक विशिष्ट एचपीपी प्रक्रिया एक उच्च बाधा, लचीली थैली या प्लास्टिक कंटेनर में पैक किए गए खाद्य उत्पादों का उपयोग करती है। पैकेजों को उच्च दबाव वाले कक्ष में लोड किया जाता है। पोत को सील कर दिया जाता है और पोत को एक दबाव-संचारण द्रव (सामान्य रूप से पानी) से भर दिया जाता है और एक उच्च दबाव पंप के उपयोग से दबाव डाला जाता है, जो अतिरिक्त मात्रा में तरल पदार्थ को इंजेक्ट करता है। दबाव-संचारण द्रव से घिरे भोजन के पैकेज उसी दबाव के अधीन होते हैं जैसा कि बर्तन में ही मौजूद होता है। लक्ष्य दबाव पर वांछित समय के लिए उत्पाद को रखने के बाद, दबाव-संचारण द्रव (फार्कस और हूवर, 2000) को मुक्त करके पोत को विघटित किया जाता है। अधिकांश अनुप्रयोगों के लिए, उत्पादों को 600 एमपीए पर 3-5 मिनट के लिए रखा जाता है। लगभग 5-6 चक्र/घंटा संभव हैं, जिससे संपीड़न, होल्डिंग, डीकंप्रेसन, लोडिंग और अनलोडिंग के लिए समय मिलता है। पूरी तरह से स्वचालित लोडिंग और अनलोडिंग सिस्टम का उपयोग करके थोड़ी अधिक चक्र दरें संभव हो सकती हैं। दबाव उपचार के बाद, संसाधित उत्पाद को बर्तन से हटा दिया जाता है और पारंपरिक तरीके से संग्रहीत/वितरित किया जाता है। तरल खाद्य पदार्थों को एक बैच या अर्ध-निरंतर मोड में संसाधित किया जा सकता है। बैच मोड में, तरल उत्पाद पहले से पैक किया जाता है और पैकेज्ड खाद्य पदार्थों के लिए ऊपर वर्णित अनुसार दबाव-उपचार किया जाता है। अर्ध-निरंतर संचालन के लिए दो या दो से अधिक दबाव वाहिकाओं की आवश्यकता होती है, प्रत्येक में एक फ्री-फ्लोटिंग पिस्टन होता है जो



प्रत्येक पोत को दो कक्षों में विभाजित करने की अनुमति देता है। तरल भोजन के लिए एक कक्ष का उपयोग किया जाता है; दूसरा दबाव-संचारण द्रव के लिए। बुनियादी ऑपरेशन में इलाज के लिए तरल भोजन के साथ एक कक्ष भरना शामिल है। भरण वाल्व बंद कर दिया जाता है और फिर दबाव-संचारण द्रव को तैरते हुए पिस्टन के विपरीत दिशा में पोत के दूसरे कक्ष में पंप किया जाता है। इस दूसरे कक्ष में द्रव के दबाव से पहले कक्ष में तरल भोजन का संपीड़न होता है। उचित होल्डिंग समय के बाद, दूसरे कक्ष से दबाव जारी किया जाता है। उत्पाद निर्वहन वाल्व पहले कक्ष की सामग्री को निर्वहन करने के लिए खोला जाता है, और एक कम दबाव पंप दूसरे कक्ष में दबाव-संचारण तरल पदार्थ इंजेक्ट करता है, जो पिस्टन पर धक्का देता है और निर्वहन वाल्व के माध्यम से उत्पाद कक्ष की सामग्री को बाहर निकाल देता है। उपचारित तरल भोजन को एक बाँझ टैंक में निर्देशित किया जाता है जिससे बाँझ कंटेनरों को सड़न रोकनेवाला रूप से भरा जा सकता है। आमतौर पर, तीन दबाव वाहिकाओं का उपयोग एक निरंतर उत्पाद उत्पादन देने में सक्षम अर्ध-निरंतर प्रणाली बनाने के लिए किया जाता है। यह तीन जहाजों को संचालित करके पूरा किया जाता है जैसे कि एक लोड हो रहा है, एक संपीड़ित कर रहा है, और एक किसी भी समय निर्वहन कर रहा है (फरकस और हूवर, 2000)।

संदर्भ:

1. Balasubramaniam, V.M., and Farkas, D. 2008. High Pressure Processing. Food Sci. and Technol. Int. In press.
2. Balny, C. and Masson, P. 1993. Effects of high pressure on proteins. Food Rev. Int. 9(4): 611-628.
3. Farkas, D. and Hoover, D. 2000. High pressure processing: Kinetics of microbial inactivation for alternative food processing technologies. J. Food Sci. (Supplement): 47-64.
4. Hogan, E., Kelly, A., and Sun, D.W. 2005. High pressure processing of foods: An overview. In “Emerging technologies for food processing” ed. Sun, D.W., pp. 3-32. Elsevier Academic Press, London.
5. www.ift.org