

Tomasz Lesiów

Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu

e-mail: tomasz.lesiow@ue.wroc.pl

ORCID: 0000-0002-1284-5874

Zenon Foltynowicz

Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu

e-mail: zenon.foltynowicz@ue.poznan.pl

ORCID: 0000-0002-3425-4768

OPAKOWANIA FUNKCJONALNE W ŻYWNOŚCI

FUNCTIONAL PACKAGING IN FOOD

DOI: 10.15611/nit.2018.1.03

JEL Classification: Q19

Streszczenie: Celem pracy było omówienie roli opakowań funkcjonalnych oraz prezentacja tego rodzaju opakowań. Skoncentrowano uwagę na kilku rodzajach opakowań funkcjonalnych, takich jak: samopodgrzewające się butelki – iiamo oraz yoomi, samoogrzewające się puszki (*hot cans*), samochłodzące się puszki (*self-cooling cans*) oraz wskaźniki temperatury. Omówiono ich zastosowanie, zasadę działania i postępowania z tak zapakowanym produktem. Opakowania samoogrzewające się lub samochłodzące zyskują coraz więcej zwolenników, którzy cenią wygodę i szybkość przygotowania posiłku w warunkach uniemożliwiających podgrzanie lub schłodzenie produktu. Wskaźniki temperatury dostarczają konsumentowi dodatkowych informacji o zalecanej temperaturze spożycia produktu żywnościowego (głównie napojów) lub ostrzegają go przed zbyt wysoką temperaturą, której uboczne skutki mogą zagrażać zdrowiu.

Słowa kluczowe: butelki – iiamo i yoomi, puszki – samoogrzewające się i samochłodzące, wskaźniki temperatury.

Summary: The aim of the work was an overview of functional packaging and the presentation of this type of packaging. Attention was focused on several types of functional packaging such as self-warming baby bottle – iiamo and yoomi, hot cans, self-cooling cans and temperature indicators. Their application, the principle of operation and handling with so packed product were discussed. Self-heating or self-cooling packaging is gaining more and more followers who value the convenience and speed of preparing a meal in conditions that prevent heating or cooling of the product. Temperature indicators provide a consumer with additional information about the recommended temperature of consumption of a food product (mainly drinks) or warn them against too high temperature, which side effects can threaten health.

Keywords: iiamo and yoomi bottles, self-heating cans and self-chilling cans, temperature indicators.

1. Wstęp

Opakowania odgrywają ważną rolę w przemyśle żywnościowym, ponieważ chronią produkt przed wpływem środowiska, są narzędziem marketingowym służącym komunikacji z konsumentem, zapewniają większą łatwość użycia i oszczędność czasu oraz mają zastosowanie w opakowalnictwie produktów o różnych rozmiarach i kształtach [Korzeniowski i in. 2010]. Opakowania produktów żywnościowych są odzwierciedleniem zachodzącego dynamicznego postępu innowacyjnego w odniesieniu do nowych materiałów służących do ich wytworzenia i poszukiwania metod, technologii i/lub sposobów, aby opakowania były elementami czynnej komunikacji z konsumentem. Opakowaniom stawia się wysokie wymagania, aby nie tylko spełniały wiele funkcji, w tym najważniejszą, odnoszącą się do zapewnienia bezpieczeństwa zapakowanego produktu, ale również, aby w sposób aktywny oddziaływały na zapakowany produkt. Taką rolę odgrywają opakowania aktywne. Natomiast druga grupa opakowań, tj. opakowania inteligentne, ma za zadanie dodatkowo informować konsumenta o świeżości produktu, o szczelności opakowania oraz o tym, czy produkt żywnościowy był przechowywany we właściwej temperaturze [Biazik, Lesiów 2017]. Wiedza polskiego konsumenta na temat wymienionych obu innowacyjnych metod pakowania się zwiększa, mimo że nie są wykorzystywane na rynku krajowym [Fietz, Lesiów 2017]. Istnieje jednak zapotrzebowanie na tego rodzaju opakowania.

Oddzielną grupę stanowią opakowania funkcjonalne, które zapewniają wygodne korzystanie z produktów żywnościowych w warunkach uniemożliwiających ich szybkie podgrzanie lub schłodzenie oraz, podobnie jak opakowania inteligentne, przekazują konsumentowi dodatkowe informacje lub informują, kiedy zapakowany produkt może być przez niego w sposób bezpieczny spożyty.

Obecnie konsument oczekuje, aby zapakowany produkt był wygodny, łatwy w użyciu, a samo opakowanie można było bez problemu poddać recyklingowi. Ponadto konsument jest skłonny zapłacić więcej za produkt żywnościowy w tego rodzaju opakowaniu [Fietz, Lesiów 2017]. W literaturze jest opisanych niewiele przykładów takich opakowań [<https://bestinpackaging.com/2012/12/03/self-heating-packaging-containers-part-1,2-and-3/>]. Więcej informacji na ten temat można uzyskać na stronach internetowych firm, które je produkują. Nie znaleziono jednak aktualnego omówienia tego tematu. Dlatego celem pracy było przedstawienie roli takich opakowań funkcjonalnych, jak: samopodgrzewające się butelki, samoogrzewające się i samochłodzące się puszki oraz wskaźniki temperatury, na rynku artykułów żywnościowych oraz prezentacja tych opakowań.

2. Opakowania funkcjonalne

W niniejszej pracy opisane zostaną niektóre rodzaje opakowań funkcjonalnych, tj.: samopodgrzewające się butelki – iiamo oraz yoomi, puszki samoogrzewające się (*hot cans*), puszki samochłodzące się (*self-cooling cans*) oraz wskaźniki temperatury.

2.1. Butelki – iiamo oraz yoomi

Butelka iiamo została zaprojektowana z myślą o konieczności nakarmienia dziecka w miejscu pozbawionym elektryczności [<http://bonavita.pl/innowacyjnosc-opakowando-zywnosci-przyklady-opakowan-aktywnych-i-inteligentnych>]. Zaletą butelki iiamo, poza jej estetycznym wyglądem, intensywnym kolorem i oryginalnym kształtem, jest jej funkcjonalność (rys. 1). Butelka zawiera wewnętrzny mechanizm podgrzewania, dzięki któremu posiłek, np. pełna butelka płynu, jest ogrzewany od temperatury pokojowej (18-21°C) do 37°C i jest gotowy do użycia w ciągu ok. 4 minut. Działanie opiera się na prostej egzotermicznej reakcji chemicznej, przebiegającej z wydzieleniem ciepła we wkładce zawierającej sól i wodę. Podobnie prosta jest zasada działania butelki: po napełnieniu płynem i włożeniu wkładu do butelki przykręca się dokładnie dno, po czym należy lekko wstrząsnąć butelką i odczekać 4 minuty.



Rys. 1. Samopodgrzewająca się butelka dla dzieci iiamo z wkładem

Fig. 1. Self-warming baby bottle iiamo with cartridge

Źródło/Source: [<http://kidsplanet24.pl/oferta/iiamo/>; <https://iiamo.com/baby-bottles-soothers/>].

Butelka do karmienia niemowląt yoomi, w połączeniu z podgrzewaczem yoomi, jest w stanie podgrzać pokarm dla dziecka do naturalnej temperatury mleka matki, tj. od 32 do 34°C w ciągu 60 sekund (rys. 2). Czynnikiem aktywnym w podgrzewaczu jest wypełniający go żel, którego głównym składnikiem jest sól [<https://www.youtube.com/watch?v=kCpv1U9K6Ig>]. Zasada działania urządzenia opisana w [<https://www.ebiton24.com/butelka-140-ml-podgrzewacz-smoczek-wolny-id-10529>] sprowadza się do kilku działań. Podgrzewacz ładuje się poprzez np. 25-30-minutowe gotowanie we wrzącej wodzie lub 2-minutowe podgrzewanie w mikrofalówce



Rys. 2. Samopodgrzewająca się butelka dla dzieci yoomi

Fig. 2. Self-warming baby bottle yoomi bottle

Źródło/Source: [<http://yoomi.com.pl/kategoria-produktu/samogrzewajace-butelki>].

(700-1200W) – metoda podgrzej–potrząśnij. Przed użyciem podgrzewacza w butelce należy go schłodzić (75 min w temperaturze pokojowej). Gdy jest już gotowy, wewnątrz słychać odgłos grzechotki, a barwa wskaźnika na podgrzewaczu robi się pomarańczowa. Następnie na smoczek nakłada się kołnierz, do którego wkłada się podgrzewacz i całość przykrywa się na butelkę zawierającą mleko. Układ jest aktywowany poprzez jednorazowe przyciśnięcie pomarańczowego przycisku podgrzewacza przez smoczek. Po 30 sekundach barwa przycisku zmienia się na niebieską. Na butelkę nakłada się nakładkę i odwraca się ją do góry dnem na kolejne 30 sekund, aby podgrzać mleko, które z podgrzewacza spływa do smoczka. Podgrzewacz pozostaje ciepły przez blisko godzinę.

2.2. Samoogrzewające się i samochłodzące się puszki

2.2.1. Puszki *hot can*

Działają na bardzo podobnej zasadzie jak butelki *iiamo*. Potrawa umieszczona jest w wewnętrznym pojemniku (rys. 3). Między nim a warstwą zewnętrzną opakowania znajduje się przestrzeń z saszetką wody oraz granulatem wapna. Dołączonym do kompletu metalowym szpikulcem przebija się otwory w pojemniku, doprowadzając do uwolnienia wody i zainicjowania reakcji chemicznej z wydzieleniem ciepła. Po 8-12 minutach potrawa jest gorąca i gotowa do spożycia w temperaturze 60-70°C [<http://www.sklep-zeglarski.bydgoszcz.pl/?335,c-borg-food-samopodgrzewajace-sie-danie-kurczak-z-warzywami-w-ryzu>; <https://www.youtube.com/watch?v=p-cRXuZAbXL0>; <https://www.youtube.com/watch?v=uYpo2wYtPK0>].

Puszka jest przykryta wieczkiem z tworzywa sztucznego, które po zdjęciu przekłada się na jej dno, aby uchronić użytkownika przed oparzeniem. Z kolei zawleczką otwiera się wieczko puszki i jej zawartość co pewien czas się miesza, aby pożywienie ogrzało się równomiernie.

Samoogrzewająca się puszka to wynalazek z XIX wieku. Rozwój tej nowej technologii ograniczały jednak wysokie koszty produkcji. Do pomysłu wrócono w latach

Rys. 3. Samoogrzewająca się puszka

Fig. 3. Hot can

Źródło/Source: [<http://www.hotcan.com/how-it-works.html>].



dziewięćdziesiątych XX wieku, kiedy to, za sprawą amerykańskiej armii, do użytku weszły zmodyfikowane racje żywnościowe MRE (*meal ready-to-eat*) wyposażone w specjalne podgrzewacze chemiczne. Produkty te były przewidziane do wykorzystania podczas misji wojskowych w trudnym terenie i/lub wypraw podróżników i turystów. Charakteryzowały się one bardzo długim okresem ważności (2-3 lata), a ich smak często odbiegał od smaku typowych produktów żywnościowych [<http://www.smartage.pl/samoogrzewajace-sie-puszki/>].

Renesans samoogrzewającej się żywności nastąpił na początku XXI wieku. Brytyjska firma HotCan wprowadziła na rynek puszki samoogrzewającej się kawy, herbaty i kakao, zup i/lub innych napojów i posiłków, w tym przeznaczonych dla dzieci. Puszki te różnią się od swoich poprzedniczek tym, że środek chemiczny ogrzewający zawartość pojemnika wchodzi w reakcję z powietrzem, a nie z wodą [<http://www.smartage.pl/samoogrzewajace-sie-puszki/>].

W 1995 r. firma Canland (Hot Pack® and Action Pack®) [<https://www.copybook.com/companies/hot-pack-self-heating-nutritious-meals>] skomercjalizowała technologię samoogrzewania produktów opartą na reakcji mieszaniny stopu magnezu i żelaza z wodą. W 2004 r. Canland UK wprowadził nowe rozwiązanie oparte na bezwonnej reakcji mieszaniny wapnia i aluminium. Firma początkowo zaopatrywała w swoje produkty służby ratunkowe, aktualnie jej działalnością jest produkcja dla wojska.

HeatGenie zastosowało do samoogrzewania odmienną technologię, która jest oparta na zastosowaniu stałego paliwa [<https://bestinpackaging.com/2012/12/13/self-heating-packaging-containers-part-2/>]. Element grzejny zawiera aluminium i krzemionkę (SiO_2), które ulegają egzotermicznej reakcji chemicznej z wydzieleniem dużej ilości ciepła. Aby go aktywować, należy nacisnąć przycisk umieszczony w dnie opakowania. W przypadku napojów technologia HeatGenie wymaga prostego przekręcenia pokrywki o 45° , co powoduje uruchomienie nagrzewnicy. Po 2 minutach należy przekręcić pokrywkę o kolejne 45° , aby można już było otworzyć i spożyć napój [<https://static1.squarespace.com/static/57572f2d59827e49522c994e/t/5a0a2219e2c483d6cbc67c2a/1510613531197/HGSD+2017.pdf>].

Na rynku krajowym są do nabycia dania w samoogrzewającej się puszcze, np. C-Borg Food, tj. kurczak z warzywami w ryżu, gulasz wieprzowy lub wołowy z kaszą [<http://www.sklep-zeglarski.bydgoszcz.pl/?335,c-borg-food-samopodgrzewajace-sie-danie-kurczak-z-warzywami-w-ryzu;> <http://www.sklep.arpol.net.pl/product/Kurczak-z-ryzem-BORG-3625265>] lub dania Rewis, którymi są: wołowina w sosie pomidorowym, wieprzowina w sosie węgierskim i fasola z kielbasą [http://www.rewis.pl/ready_food.html].

Produkty samoogrzewające się kierowane są do wszystkich grup konsumenckich, a szczególnie osób pracujących w terenie (policji, strażaków, pracowników pogotowia, jednostek obrony kraju itp.), na budowach, a także do kierowców, rowerzystów, wędkarzy, turystów, żeglarzy, myśliwych itp. Ponadto mogą być wykorzystywane przez pracowników biurowych jako wygodny w przygotowaniu gorący posiłek [http://www.rewis.pl/ready_food.html; <https://www.hotpackmeals.co.uk/how-hot-pack-works.html>].

2.2.2. Samochłodzące się puszkki – *self-chilling can*

Technologia samochodzenia sprowadza się do dwóch opcji: endotermicznej reakcji chemicznej i technologii próżniowej pompy ciepła wykorzystującej parę wodną jako płynny nośnik ciepła. Przykładem endotermicznej reakcji może być reakcja pomiędzy pięciowodnym tiosiarczanem sodu a wodą, technologii pompy ciepła zaś – reakcja adsorpcji dużej ilości wody przez zeolit w warunkach próżni.

Jednak współcześnie, mimo wielu propozycji technicznych, puszkki samochodzące się nie znalazły praktycznego zastosowania w przemyśle żywnościowym, a szczególnie w produkcji napojów [<https://bestinpackaging.com/2012/12/17/the-self-cooling-technology-and-the-future-part-3/>]. Ten stan powinien się wkrótce zmienić, firma The Joseph Company International INC bowiem buduje zakład o wartości 20 mln dolarów w Youngstown, Ohio. Produkcja ma się rozpocząć w pełni wiosną 2019 r., a planowana roczna zdolność produkcyjna zakładu będzie wynosiła ok. 1-2 mld samochodzących się puszek (rys. 4) [<https://www.bevnet.com/news/2018/chill-idea-long-journey-self-chilling-can>].

Rys. 4. Samochłodząca się puszkka
Fig. 4. Self-chilling can

Źródło/Source: [<https://storedecisions.com/2018/05/08/7-eleven-testing-beverage-in-self-chilling-can/>; <https://www.bevnet.com/news/2018/chill-idea-long-journey-self-chilling-can/>].



Zasada działania takiej puszkki jest prosta. Puszczkę obraca się do góry dnem i przekręca podstawę, aby w specjalnej komorze wewnątrz puszkki aktywować proces samoczynnego chłodzenia sprężonego pod dużym ciśnieniem ditlenku węgla. Adsorbentem tego pozyskiwanego z atmosfery gazu jest aktywny węgiel powstały z łupin orzecha kokosowego i innych materiałów organicznych. Gaz ulatnia się z sykiem, a gdy dźwięku już nie słychać, tj. po ok. 75-90 sekundach, puszkka z płynem zostaje schłodzona do temperatury ok. 16,7°C. Następnie puszkę wystarczy ponownie odwrócić, otworzyć i można już pić schłodzony napój [<https://storedecisions.com/2018/05/08/7-eleven-testing-beverage-in-self-chilling-can/>; <https://nt.interia.pl/gadzet/news-samochlodzace-sie-puszkki-juz-w-sieci-7-eleven,nId,2582121>; <https://www.bevnet.com/news/2018/chill-idea-long-journey-self-chilling-can>].

2.3. Wskaźniki temperatury

Wśród opakowań funkcjonalnych, dzięki którym inteligentne systemy pakowania mogą być pomocne w komunikacji z konsumentami i dostarczać informacji o aktualnym stanie żywności/napoju poprzez bezpośrednią zmianę wizualną koloru/barwy,

dostępna jest technologia opracowana przez firmę Smart Lid Systems (Sydney, Australia) [<http://smartlid.com/>]. Opakowanie ma za zadanie informować o temperaturze produktu znajdującego się wewnątrz kubka. Wieczko zmienia kolor z ciemnobrązowego (barwa ziarna kawy) do jaskrawoczerwonego po zalaniu kubka wrzątkiem, a także informuje o prawidłowym/bezpiecznym lub nieprawidłowym zamknięciu kubka (rys. 5). Oznacza to, że jeżeli kolor czerwony jest intensywny, to np. kawa w kubku jest zbyt gorąca, aby ją pić. Jeśli wieczko nie jest prawidłowo umieszczone na kubku, brązowy kolor nie będzie równomiernie rozłożony, co może wskazywać na możliwość wycieku [<https://www.kierunekspozyczy.pl/artukul,19289,wskazniki-temperatury-jeden-z-typow-opakowan-inteligentnych.html>].



Rys. 5. Jednorazowe wieczka na napoje, które zmieniają kolor z brązu na czerwień

Fig. 5. Disposable beverage caps that change the color from brown to red

Źródło/Source: [<http://smartlidsystems.com/>; <https://www.prweb.com/releases/2006/08/prweb428294.htm>].

Zmiana koloru zaczyna się od 38°C i osiąga pełną intensywność w temperaturze 45°C. Dodatek zmieniający kolor jest bezpieczny na powierzchniach mających kontakt z żywnością, ponieważ spełnia wymogi amerykańskiej ustawy o żywności i lekach (FDA) dotyczące bezpośrednich dodatków do materiałów mających kontakt z żywnością. Zmiana barwy pokrywki jest odwracalna i przyjmuje kolor brązowy, jeśli napój wystygnie. Ponadto tworzenie marki i możliwości marketingowe umożliwiają pojawienie się i wolne zanikanie logo i tekstu na powierzchni wieczka w trakcie zmiany jego barwy [<https://www.prweb.com/releases/2006/08/prweb428294.htm>; www.iopp.org/files/public/OhioStateLizanelFeliciano.pdf].

Termochromowe etykiety stosowane są również na butelkach i puszkach z piwem lub winem [Cierpiszewski 2016; <http://blitzetiketten.com/etikett-sagt-wahrheit/>]. Etykiety te, pokryte farbą termochromową, „informują” użytkownika, kiedy piwo lub wino osiąga temperaturę idealną do spożycia. W momencie, kiedy napój uzyska właściwą temperaturę, etykieta zmienia kolor. Jednym z przykładów stoso-



Rys. 6. Piwo Lech z etykietą termochromową

Fig. 6. Lech beer with a thermochromic label

Źródło/Source: [<https://www.kierunekspozyczy.pl/artukul,19289,wskazniki-temperatury-jeden-z-typow-opakowan-inteligentnych.html>].

wania takich etykiet są piwa Lech i Okocim (rys. 6) [<http://www.bmt-packing.pl/article/nowy-trend-etykiety-termochromowe>; Maryniak 2012].

Podobną funkcję informującą konsumenta o właściwym schłodzeniu napoju spełnia tusz wyprodukowany przez firmę Chromatic Technologies Inc. (Colorado Spring, USA), który na schłodzonych puszkach piwa Coors Light zmienia barwę góry na niebiesko (rys. 7).

Rys. 7. Piwo Coors z etykietą termochromową

Fig. 7. Coors beer with a thermochromic label

Źródło/Source: [Alsever 2009; https://money.cnn.com/2009/07/13/smallbusiness/chromatic_color_changing_ink.fsb/].



Rys. 8. Puszka Coca-Coli zmieniająca grafikę w trakcie konsumpcji pod wpływem wrażliwego na temperaturę tuszu termochromowego

Fig. 8. Coca-Cola can changing graphics during consumption under the influence of temperature-sensitive thermochromics ink

Źródło/Source: Canadian Packaging 2018; <https://www.ctiinks.com/single-post/2018/02/12/Crown's-thermochromic-'Reveal'-ink-technology-makes-commercial-debut-with-Coca-Cola>].



Podobne rozwiązanie zastosowano na puszkach Coca-Coli, na których termochromowy tusz zmienia grafikę opakowania przed, w trakcie i po konsumpcji napoju (rys. 8). Jest to wyraz nasilającej się konkurencji o uwagę i lojalność konsumentów w odniesieniu do danego produktu [Canadian Packaging 2018].

3. Zakończenie

Wiedza o innowacyjnych opakowaniach, takich jak opakowania samoogrzewające się, samochłodzące się i opakowania ze wskaźnikami temperatury, zmienia się bardzo dynamicznie i jest kształtowana przez nowe wynalazki, zmienne trendy na ryn-

ku żywnościowym, jak też oczekiwania konsumentów co do kupowania żywności wygodnej, łatwej w stosowaniu oraz możliwej do spożycia w warunkach, w których nie można wykorzystać źródeł energii do jej podgrzania lub schłodzenia. Nie bez znaczenia jest też działalność marketingowa firm w celu wzmocnienia marki poprzez produkcję tego rodzaju opakowań. Konsument jest coraz bardziej wrażliwy na konieczną wręcz „komunikację” z przyrządem lub z opakowaniem i zapakowanym w nim produktem żywnościowym.

Wymienione opakowania mają szczególnie istotne znaczenie np. w specyficznych formach uprawiania turystyki lub dla osób pracujących w terenie, gdzie np. może być utrudniony dostęp do źródeł ciepła albo chłodu, aby można było przygotować żywność (posiłek/napój) o wysokich walorach sensorycznych. Znajomość dostępnych rodzajów opakowań funkcjonalnych, zasady ich działania oraz umiejętność odczytywania komunikatów zawartych w tych opakowaniach mogą stanowić podstawę do odpowiedniego przygotowania się do wycieczki lub pracy, a tym samym do zaplanowania posiłku w warunkach uniemożliwiających podgrzanie lub schłodzenie produktu. Obecnie te opakowania zyskują coraz więcej zwolenników, którzy cenią wygodę i szybkość przygotowania posiłku.

Ponieważ technologia innowacyjnych opakowań dynamicznie się rozwija, warto nie tylko posiadać wiedzę na ich temat, ale także sięgnąć po tak zapakowane produkty.

Literatura

- Alsever J., 2009, *Behind Coors' color-changing beer cans. An ink-stained entrepreneur revamps beer labels and CD cases*, https://money.cnn.com/2009/07/13/smallbusiness/chromatic_color_changing_ink.fsb/.
- Biazik E., Lesiów T., 2017, *Zastosowanie opakowań aktywnych i inteligentnych w żywności*, Zarządzanie bezpieczeństwem i jakością żywności, 9, Materiały konferencyjne, Biuro Zarządzania Jakością, Środowiskiem i BHP, Warszawa, s. 41-47.
- Canadian Packaging, 2018, *Crown's thermochromic 'Reveal' ink technology makes commercial debut with Coca-Cola*, <https://www.canadianpackaging.com/general/crowns-thermochromic-reveal-ink-technology-makes-commercial-debut-coca-cola-159153>.
- Cierpiszewski R., 2016, *Opakowania aktywne i inteligentne*, Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu, Poznań.
- Fietz M., Lesiów T., 2017, *Stan wiedzy kształcącej się młodzieży o opakowaniach aktywnych i inteligentnych*, Nauki Inżynierskie i Technologie, 3(26), s. 9-27.
<http://blitzetiketten.com/etikett-sagt-wahrheit/>.
- <http://bonavita.pl/innowacyjnosc-opakowan-do-zywnosci-przyklady-opakowan-aktywnych-i-inteligentnych>.
- <http://kidsplanet24.pl/oferta/iiamo/>.
- <http://smartlid.com/>.
- <http://smartlidsystems.com/>.
- <http://www.bmt-packing.pl/article/nowy-trend-etykiety-termochromowe>.
- <http://www.hotcan.com/how-it-works.html>.
- http://www.rewis.pl/ready_food.html.

- <http://www.sklep.arpol.net.pl/product/Kurczak-z-ryzem-BORG-3625265>.
- <http://www.sklep-zeglarski.bydgoszcz.pl/?335,c-borg-food-samopodgrzewajace-sie-danie-kurczak-z-warzywami-w-ryzu>.
- <http://www.smartage.pl/samooogrzewajace-sie-puszki/>.
- <http://yoomi.com.pl/kategoria-produktu/samonagrzewajace-butelki/>.
- <https://bestinpackaging.com/2012/12/03/self-heating-packaging-containers-part-1,2 and 3/>.
- <https://bestinpackaging.com/2012/12/17/the-self-cooling-technology-and-the-future-part-3/>.
- <https://cstoredecisions.com/2018/05/08/7-eleven-testing-beverage-in-self-chilling-can/>.
- <https://iiamo.com/baby-bottles-soothers/>.
- <https://nt.interia.pl/gadzety/news-samochlodzace-sie-puszki-juz-w-sieci-7-eleven,nId,2582121>.
- <https://static1.squarespace.com/static/57572f2d59827e49522c994e/t/5a0a2219e2c483d6cbc67c2a/1510613531197/HGSD+2017.pdf>.
- <https://www.bevnet.com/news/2018/chill-idea-long-journey-self-chilling-can/>.
- <http://www.copybook.com/companies/hot-pack-self-heating-nutritious-meals>.
- https://money.cnn.com/2009/07/13/smallbusiness/chromatic_color_changing_ink.fsb/.
- <https://www.ctiinks.com/single-post/2018/02/12/Crown's-thermochromic-'Reveal'-ink-technology-makes-commercial-debut-with-Coca-Cola>.
- <https://www.ebiton24.com/butelka-140-ml-podgrzewacz-smoczek-wolny-id-10529>.
- <https://www.hotpackmeals.co.uk/how-hot-pack-works.html>.
- <https://www.iopp.org/files/public/OhioStateLizanelFeliciano.pdf>.
- <https://www.kierunekspozyczy.pl/artykul,19289,wskazniki-temperatury-jeden-z-typow-opakowan-inteligentnych.html>.
- <https://www.prweb.com/releases/2006/08/prweb428294.htm>.
- <https://www.youtube.com/watch?v=kCpv1U9K6Ig>.
- <https://www.youtube.com/watch?v=pcRXuZAbXL0>.
- <https://www.youtube.com/watch?v=uYpo2wYtPK0>.
- <https://yoomi.com/>.
- Korzeniowski A., Skrzypek M., Szyszka G., 2010, *Opakowania w systemach logistycznych*, Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań.
- Maryniak M., 2012, *Nowe trendy w opakowalnictwie artykułów spożywczych w kontekście logistycznych funkcji opakowań*, Logistyka, 4, s. 1117-1127, https://www.logistyka.net.pl/bank-wiedzy/logistyka/item/download/78513_21e39479cf7f43f5f75538f2e6c508ca.