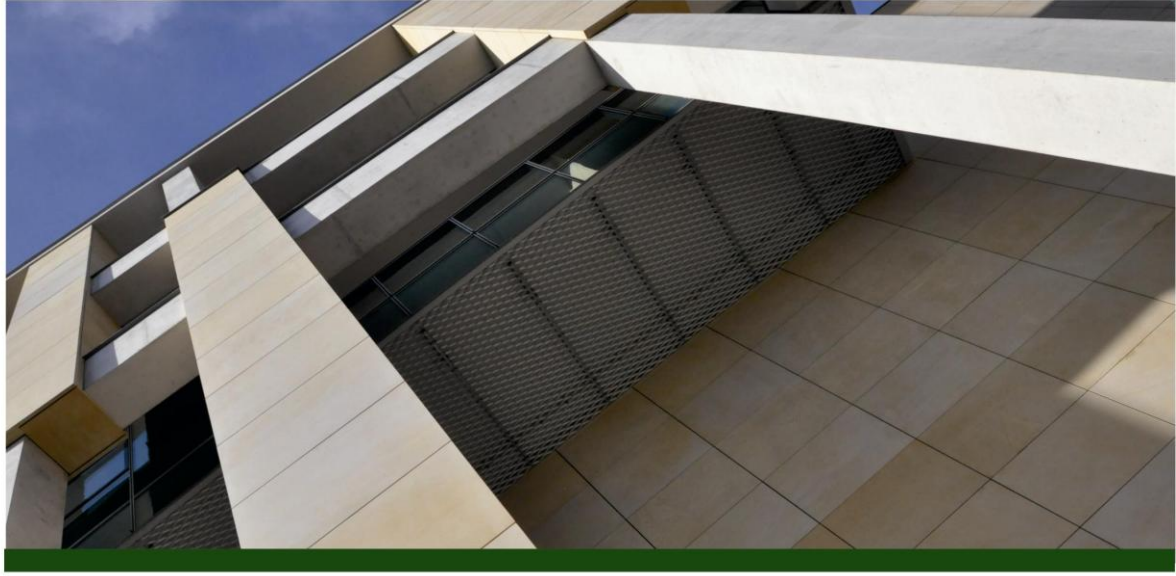


UNIWERSYTET EKONOMICZNY W POZNANIU

Rola opakowań inteligentnych i aktywnych w zapewnieniu bezpieczeństwa żywności

prof. dr hab. inż. Ryszard Cierpiszewski, dr inż. Mariusz Tichoniuk

Katedra Towaroznawstwa i Ekologii Produktów Przemysłowych

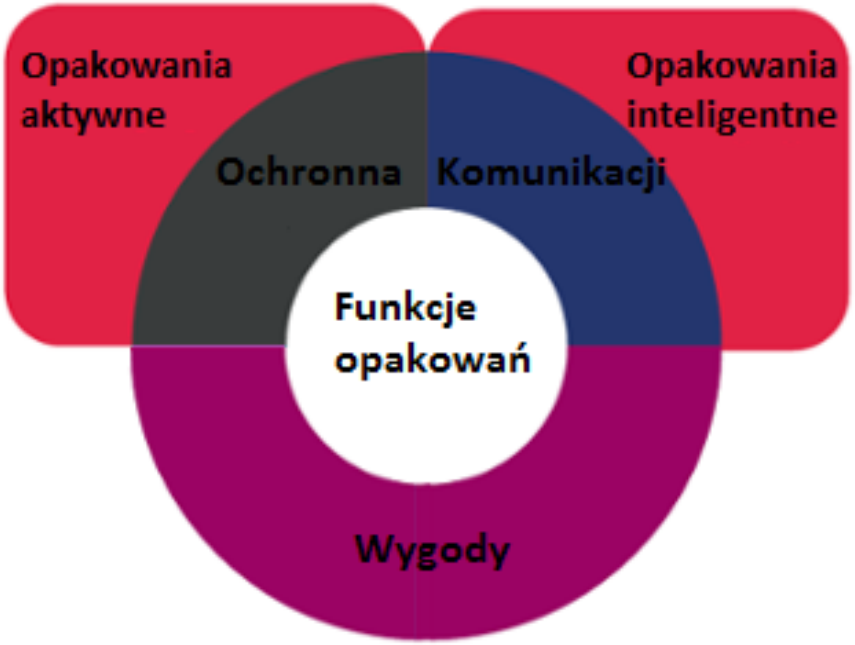
mariusz.tichoniuk@ue.poznan.pl

Funkcje opakowań

- Ochronna
- Logistyczna
- Informacyjna
- Marketingowa
- Ekologiczna
- Użytkowa

Korzeniowski A., Skrzypek M., Szyszka G., 2010, Opakowania w systemach logistycznych, Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań

Model funkcji opakowań



Lisińska-Kuśnierz M., 2010, *Społeczne aspekty w opakowalnictwie*, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie, Kraków

al. Niepodległości 10, 61-875 Poznań
tel. +48 61 856 90 00
fax +48 61 852 57 22

Aktywne materiały i wyroby

oznaczają materiały i wyroby, których zadaniem jest przedłużenie okresu przydatności do sprzedaży lub też zachowanie lub poprawa stanu opakowanej żywności; zostały celowo zaprojektowane w taki sposób, aby zawarte w nich składniki uwalniały substancje do opakowanej żywności lub jej otoczenia, lub też je absorbowały

Inteligentne materiały i wyroby

to materiały i wyroby, które monitorują stan opakowanej żywności lub jej otoczenia

Rozporządzenie Komisji (WE) nr 450/2009 z 29 maja 2009 r. w sprawie aktywnych i inteligentnych materiałów oraz wyrobów przeznaczonych do kontaktu z żywnością

al. Niepodległości 10, 61-875 Poznań
tel. +48 61 856 90 00
fax +48 61 852 57 22

Zagrożenia w produkcji żywności

Fizyczne

różnego rodzaju
ciała obce,
metalowe elementy
lub części urządzeń
z tworzyw
sztucznych,
stłuczone szkło, itp.

Chemiczne

pestycydy,
metale ciężkie,
toksyczne nawozy,
leki,
środki czystości,
itp.

Biologiczne

mikroorganizmy
i ich toksyny,
wirusy,
pasożyty,
grzyby,
szkodniki,
itp.

UNIWERSYTET
EKONOMICZNY
W POZNANIU

al. Niepodległości 10, 61-875 Poznań
tel. +48 61 856 90 00
fax +48 61 852 57 22

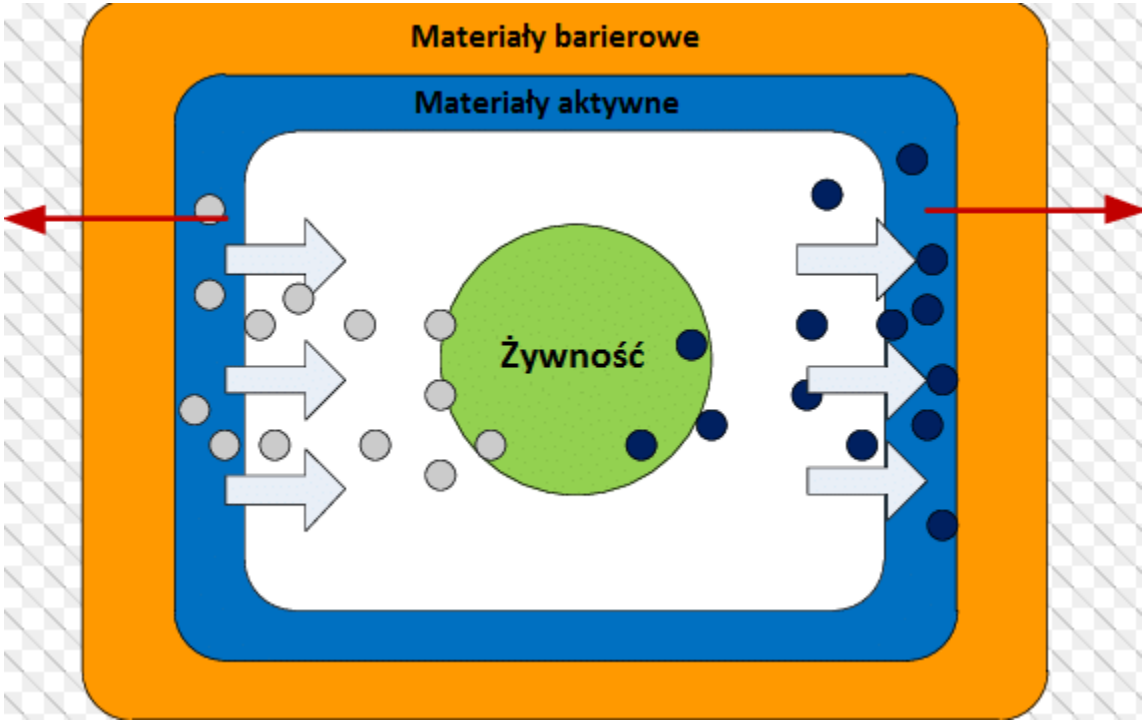
Główne przyczyny utraty świeżości łatwo psujących się produktów spożywczych

Produkt spożywczy	Następstwa psucia się produktów spożywczych (przy nienaruszonym opakowaniu)	Krytyczne czynniki środowiskowe	Okres trwałości (średni)
Mleko i przetwory mleczne	Nadmierny rozwój mikroflory, utlenianie, jełczenia	Tlen, temperatura	7-10 dni w temp. 0-7°C
Świeże produkty piekarnicze	Czerstwienie, rozwój pleśni, utrata wilgotności powodująca twardnienie	Tlen, temperatura, wilgoć	7 dni (ciasto)
Świeże czerwone mięso	Rozwój bakterii, utrata czerwonej barwy	Tlen, temperatura, światło	3-4 dni w temp. 0-7°C
Świeże mięso drobiowe	Rozwój bakterii, odór	Tlen, temperatura, światło	2-7 dni w temp. 0-7°C
Świeże ryby	Rozwój bakterii, odór	Temperatura	3-14 dni gdy przechowywane w lodzie (ryby morskie)
Świeże warzywa i owoce	Oddychanie, zmiany składu, utrata właściwości odżywczych, ciemnienie, rozwój mikroflory	Temperatura, wilgotność wzgl., światło, tlen, czynniki fizyczne	

Lisińska-Kuśnierz, M., Ucherek M. 2003, Współczesne opakowania. Wydawnictwo Naukowe Polskiego Tow. Technologów Żywności, Kraków

Opakowania aktywne

- Pochłaniacze tlenu
- Pochłaniacze i emitery CO_2
- Pochłaniacze wilgoci
- Pochłaniacze etylenu
- Opakowania antybakteryjne



UNIWERSYTET EKONOMICZNY W POZNANIU
19 26
al. Niepodległości 10, 61-875 Poznań
tel. +48 61 856 90 00
fax +48 61 852 57 22

Pochłaniacze tlenu oparte na żelazie

Ageless®

FreshPax™

Metoda	Wynik	Korzyści
FreshPax Saszetki	Redukcja i utrzymywanie zawartości tlenu w opakowaniu poniżej 0,01%	Ograniczenie rozwoju organizmów aerobowych i reakcji utleniania w opakowanych produktach
Pakowanie próżniowe	Redukcja tylko do 0,1% zawartości tlenu	Częściowa kontrola rozwoju mikroorganizmów
Przemywanie gazem	Redukcja stężenia tlenu do około 0,5 – 5,0 %	Umożliwia minimalna kontrolę wzrostu mikroorganizmów aerobowych

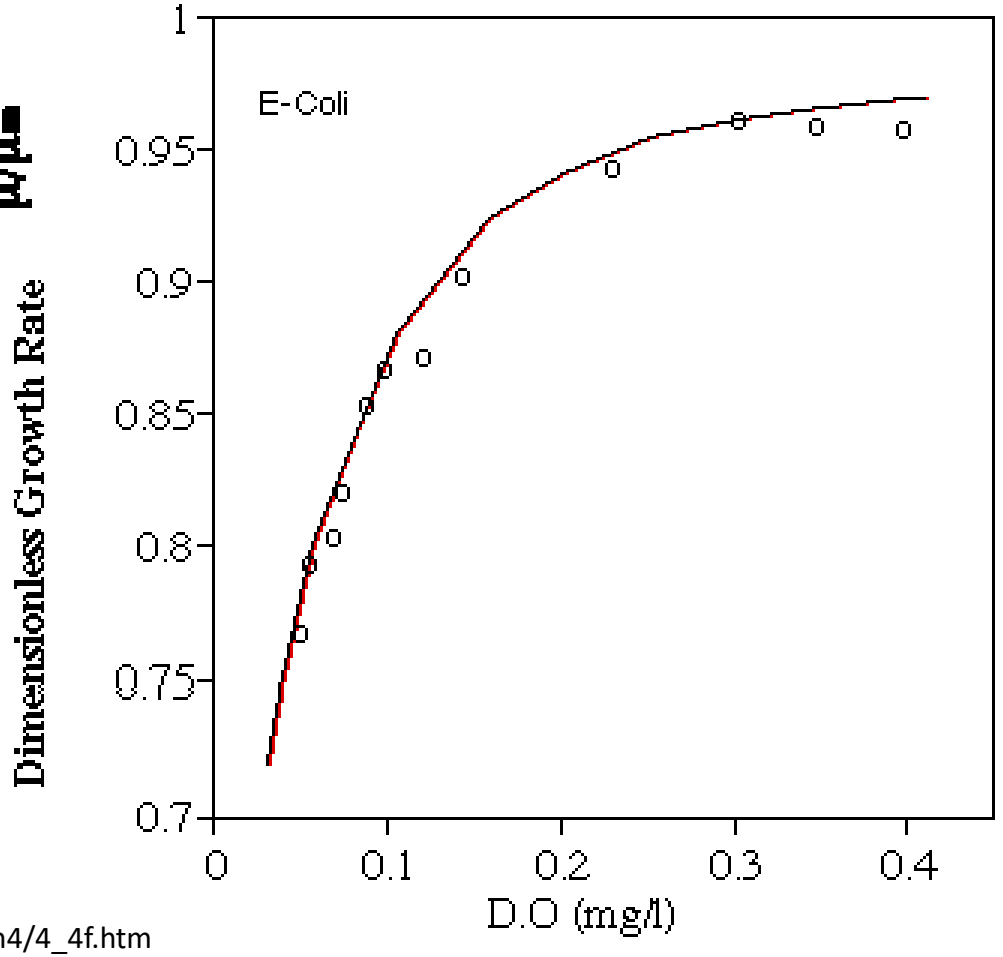
Cierpiszewski R. 2016, Opakowania aktywne i inteligentne, Poznań

al. Niepodległości 10, 61-875 Poznań
tel. +48 61 856 90 00
fax +48 61 852 57 22

Wpływ tlenu na szybkość rozwoju bakterii

Zależność tempa wzrostu koloni bakterii *E. coli* od stężenia rozpuszczonego tlenu (D.O).

Krytyczne stężenie rozpuszczonego tlenu odnosi się do wartości, poniżej której rozwój drobnoustrojów jest ograniczony.



http://www.gatewaycoalition.org/files/hidden/react/ch4/4_4f.htm

Stężenie tlenu w opakowaniu w obecności pochłaniacza opartego na nanożelazie

Czas eksperymentu [dni]	Absorpcja z powietrza		Absorpcja w obecności wilgoci i CO_2	
	Stężenie tlenu po absorpcji [%]	Ilość tlenu zaabsorbowanego [%]	Stężenie tlenu po absorpcji [%]	Ilość tlenu zaabsorbowanego [%]
0	20,95	0	20,95	0
1	9,45	54,89	6,62	68,4
2	6,08	70,98	3,46	83,48
3	4,51	78,47	1,97	90,6
4	0,71	96,61	0,000001	100
5	0,051	99,76	0,000001	100
6	0,0011	99,99	0,000001	100
30	0,000001	100,00	0,000001	100

Foltynowicz Z., Kozak W. 2014, Nanoiron Based Composite Oxygen Scavengers, 19th IAPRI World Conference on Packaging, Melbourne, Australia

UNIWERSYTET EKONOMICZNY W POZNANIU
19 26
al. Niepodległości 10, 61-875 Poznań
tel. +48 61 856 90 00
fax +48 61 852 57 22

Emitery i absorbery ditlenku węgla

Funkcją ditlenku węgla w środowisku opakowania jest hamowanie wzrostu drobnoustrojów. Wysokie stężenia CO_2 (10-80%) są pożądane dla żywności (mięso i drób) w celu zahamowania rozwoju drobnoustrojów na powierzchni, wydłużenia dopuszczalnego okresu magazynowania.

Emisja CO_2 z materiału opakowania ma na celu rekompensatę strat z powodu niewystarczających bariery gazowej – emisja ditlenku w miejsce absorbowanego tlenu.

Usuwanie nadmiaru ditlenku węgla z szybko oddychających produktów w opakowaniach z tworzyw sztucznych o bardzo niskiej przepuszczalności gazu.

Okres przechowywania wybranych gatunków mięsa zwierząt rzeźnych w temperaturze 4°C i 12°C

Gatunek mięsa	Temp. [°C]	Powietrze	Próżnia	CO_2 100%	CO_2/N_2 60%/40%	CO_2/O_2 20%/80%
		Czas przechowywania [dni]				
Wieprzowina	4	4	14	20	12	9
	12	3	10	14	10	6
Wieprzowina panierowana	4	7	25	30	23	18
	12	6	9	17	15	9
Mięso wieprzowe mielone	4	4	7	9	8	6
	12	4	6	8	7	5
Wołowina	4	4	20	28	20	12
	12	3	17	20	16	10
Wołowina panierowana	4	10	29	35	31	17
	12	8	24	33	28	16
Mięso wołowe mielone	4	5	7	11	9	6
	12	4	7	10	8	5

Rudy M., Zin J., Głodek E. 2007, Annales Universitatis Mariae Curie – Skłodowska Lublin – Polonia nr 1, ss. 79-84

Przykłady zastosowania emiterów i absorberów CO_2

Nazwa handlowa	Producent	System
CO_2® Fresh Pads	Technologies CO_2 emitter	CO_2 pad
UltraZap® Xtenda Pak pads	Paper Pak Industrie	CO_2 emitter and antimicrobial pad
SUPERFRESH	Plastindustri AS	Vartdal Box system with CO_2 emitter

Inne układy

Tlenek żelaza/wodorotlenek wapnia	kawa, świeże mięso i ryby
Węglan żelazawy/halogenki metali	orzechy i inne przekąski
Tlenku wapnia / węgiel aktywowany	ciastka

Opakowania przeciwdrobnoustrojowe

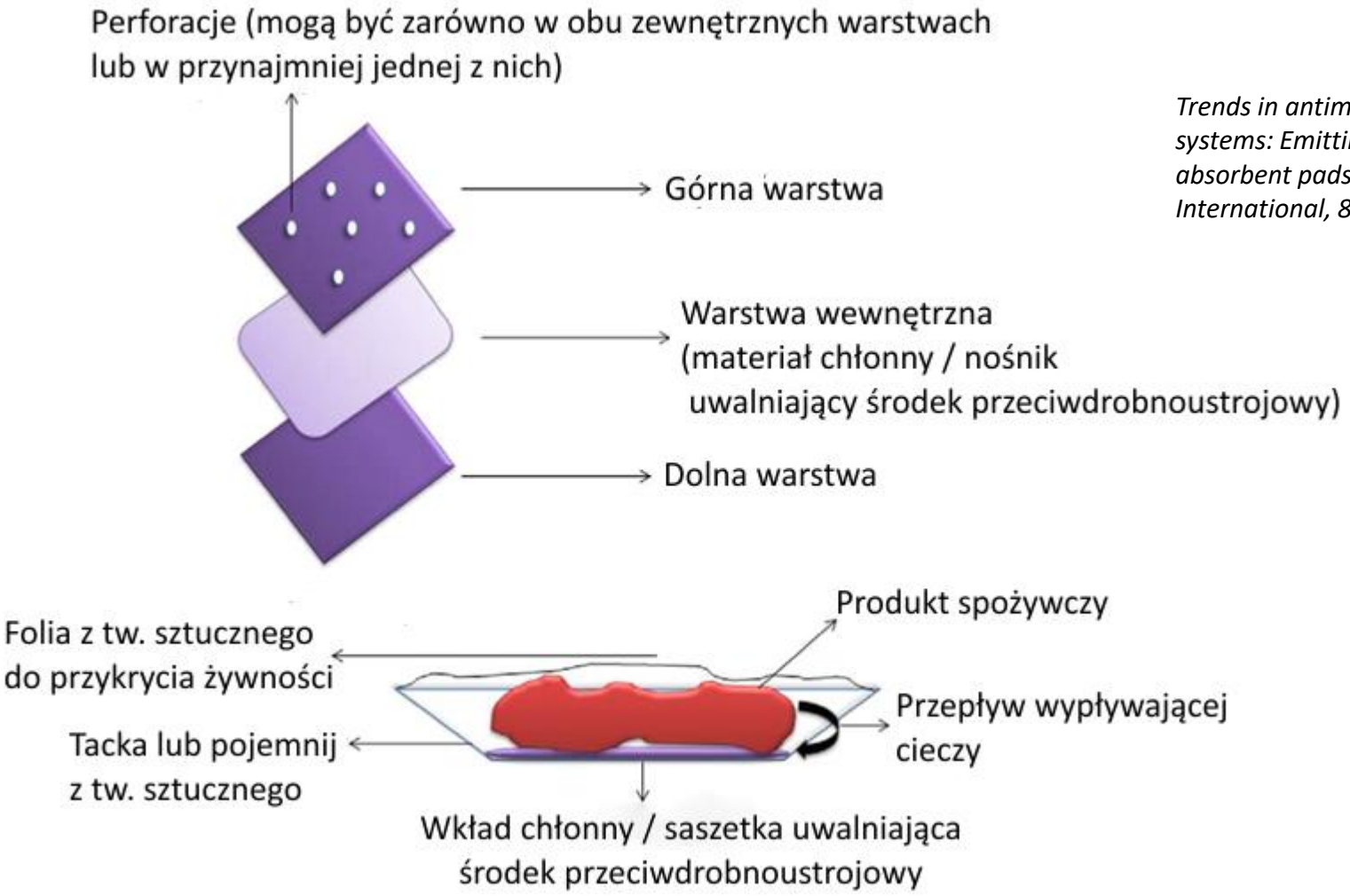
Zanieczyszczenie mikrobiologiczne i jego wzrost skraca dopuszczalny okres magazynowania żywności i powoduje wzrost ryzyka chorób pochodzących od żywności.

Wykorzystanie substancji antymikrobiologicznych może umożliwiać kontrolę populacji bakterii w celu podwyższenia bezpieczeństwa i jakości produktu.

Sanocoat ® firmy Mondi
Antimicrobial Packaging Solutions

UNIWERSYTET EKONOMICZNY W POZNANIU
19 26
al. Niepodległości 10, 61-875 Poznań
tel. +48 61 856 90 00
fax +48 61 852 57 22

Schemat budowy wkładu chłonnego / saszetki uwalniającej środki przeciwdrobnoustrojowe



Trends in antimicrobial food packaging systems: Emitting sachets and absorbent pads. Food Research International, 83 (2016) 60-73

Lotne olejki eteryczne uwalniane przez saszetki przeciwdrobnoustrojowe lub wkłady chłonne stosowane w opakowaniach aktywnych

Źródło olejku eterycznego	Docelowy mikroorganizm	Produkt spożywczy
Czosnek	Tlenowe mezofile, bakterie typu *coli,* pleśnie i drożdże, bakterie kałowe typu *coli* i *E. coli*	Surowy krojony pomidor
Oregano i trawa cytrynowa	*Colletotrichum gloeosporides* *Lasiodiplodia theobromae* *Xanthomonas campestris* *Alternaria alternata*	Mango
Cynamon i oregano	*E. coli, Salmonella enteritidis*	Krojony chleb
	Bakterie psychrofilne, *Pseudomonas* spp. rodzina *Enterobacteriacea*, drożdże, bakterie kwasu mlekowego	Podudzia kurczaka
Rozmaryn i tymianek	*L. monocytogenes,* bakterie kwasu mlekowego, bakterie tlenowe	Ser mozzarella

Opakowanie aktywne – działanie przeciwdrobnoustrojowe

Wędlina (kiełbasa bolońska) w jadalnej osłonce o właściwościach przeciwdrobnoustrojowych

Active Packaging: Can Food Packaging Do Double Duty?
www.trendingpackaging.com

UNIWERSYTET
EKONOMICZNY
W POZNANIU

al. Niepodległości 10, 61-875 Poznań
tel. +48 61 856 90 00
fax +48 61 852 57 22

Opakowania inteligentne

Funkcje

- Detekcja substancji lotnych
- Kontrola warunków otoczenia (temperatury, czasu, wilgotności, itp.)
- Kontrola korozji
- Kod QR
- Tag RFID
- Inne

Pakowane produkty

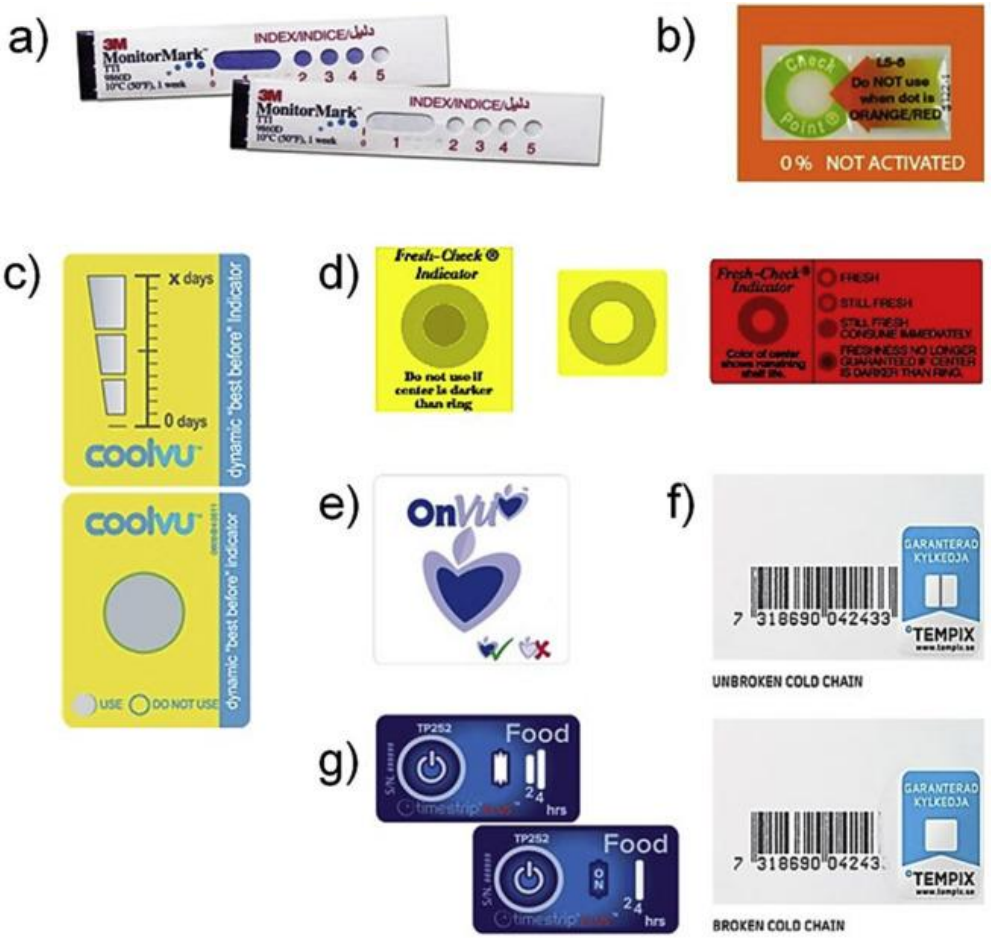
- Żywność
- Farmaceutyki
- Części samochodowe
- Sprzęt elektroniczny
- Inne

Global Intelligent Packaging Market Research Report - Forecast to 2022, 2017, www.marketresearchfuture.com

UNIWERSYTET EKONOMICZNY W POZNANIU
19 26
al. Niepodległości 10, 61-875 Poznań
tel. +48 61 856 90 00
fax +48 61 852 57 22

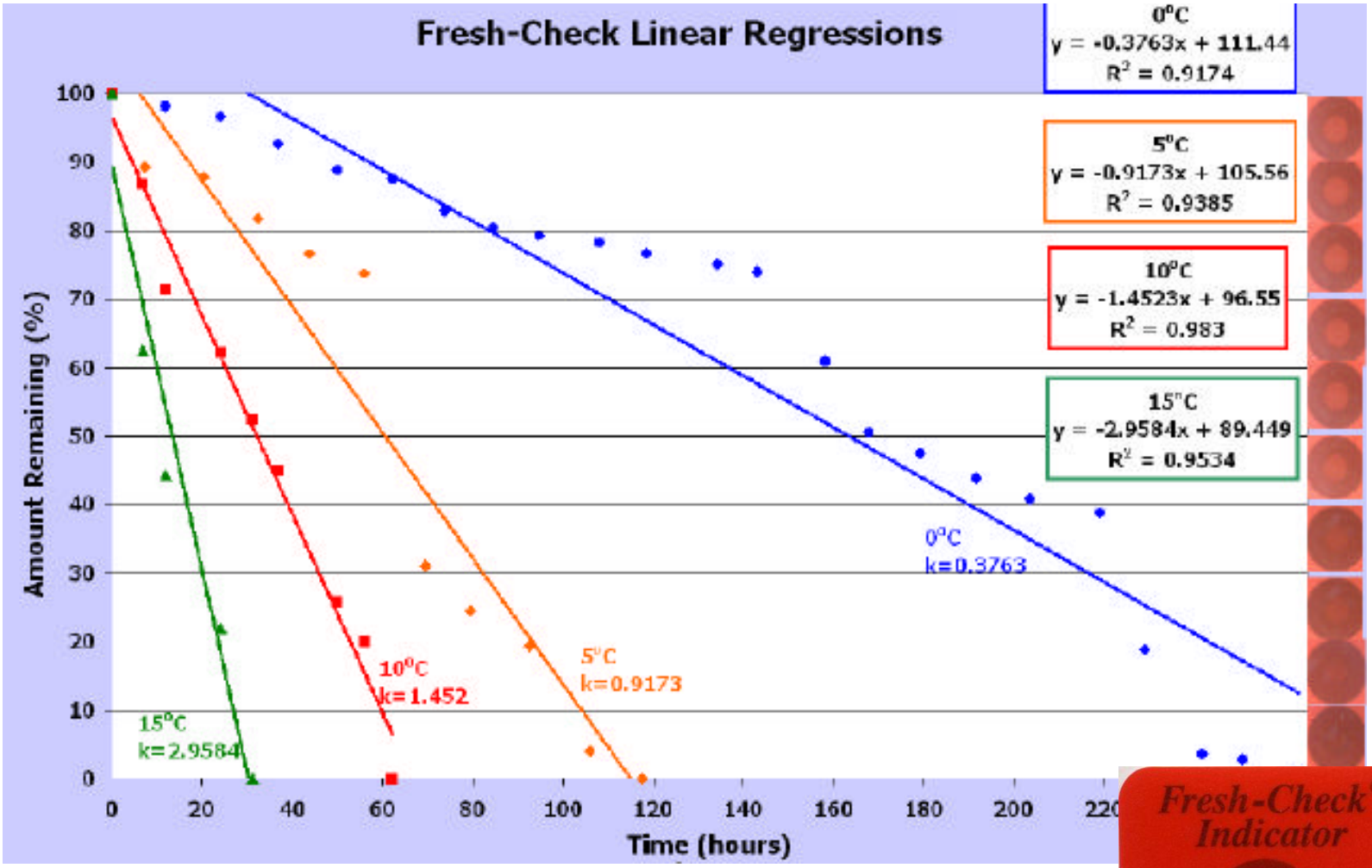
Wskaźniki TTI – Time Temperature Indicators

a) **Monitor Mark™** (3M)
b) **Fresh-Check®** (Lifelines Technologies Inc.)
c) **CoolVu™** (Freshpoint)
d) **Checkpoint®** (Vitsab International AB)
e) **OnVu™** (Freshpoint)
f) **Tempix®** (Tempix AB)
g) **Timestrip®** (Timestrip Plc)



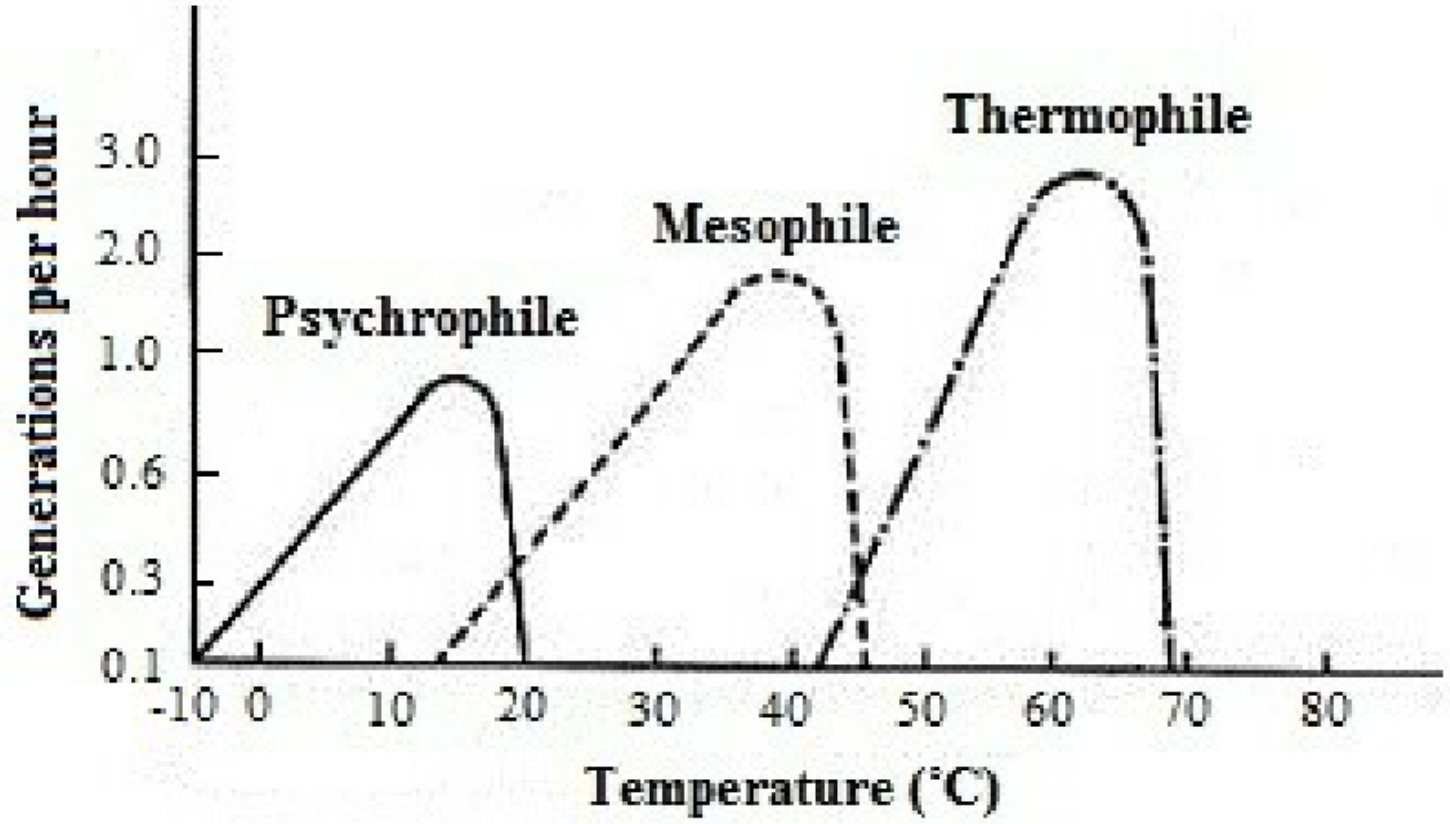
Ghaani M., Gozzolino C.A., Castelli G., Farris S. 2016
An overview of intelligent packaging technologies in the food sector
Trends in Food Science & Technology, 51, 1-11

UNIWERSYTET EKONOMICZNY W POZNANIU
19 26
al. Niepodległości 10, 61-875 Poznań
tel. +48 61 856 90 00
fax +48 61 852 57 22



Mendoza T.F., Welt B.A., Berger K., Otwell S., Kristonson H. 2002, Verification of Time Temperature Integrators as science based controls for safe use of vacuum packaged seafood. Proceedings of the 6th Joint Meeting of SST and AFT Advancing Seafood Technology for Harvested and Cultured Products, October 9-11, Orlando, USA

Stopień wzrostu i zakresy temperatur optymalne dla rozwoju mikroorganizmów psychro-, mezo- i termofilnych



Zhang B. 2010. Bioremediation of creosote-treated wood waste

UNIWERSYTET EKONOMICZNY W POZNANIU
19 26
al. Niepodległości 10, 61-875 Poznań
tel. +48 61 856 90 00
fax +48 61 852 57 22

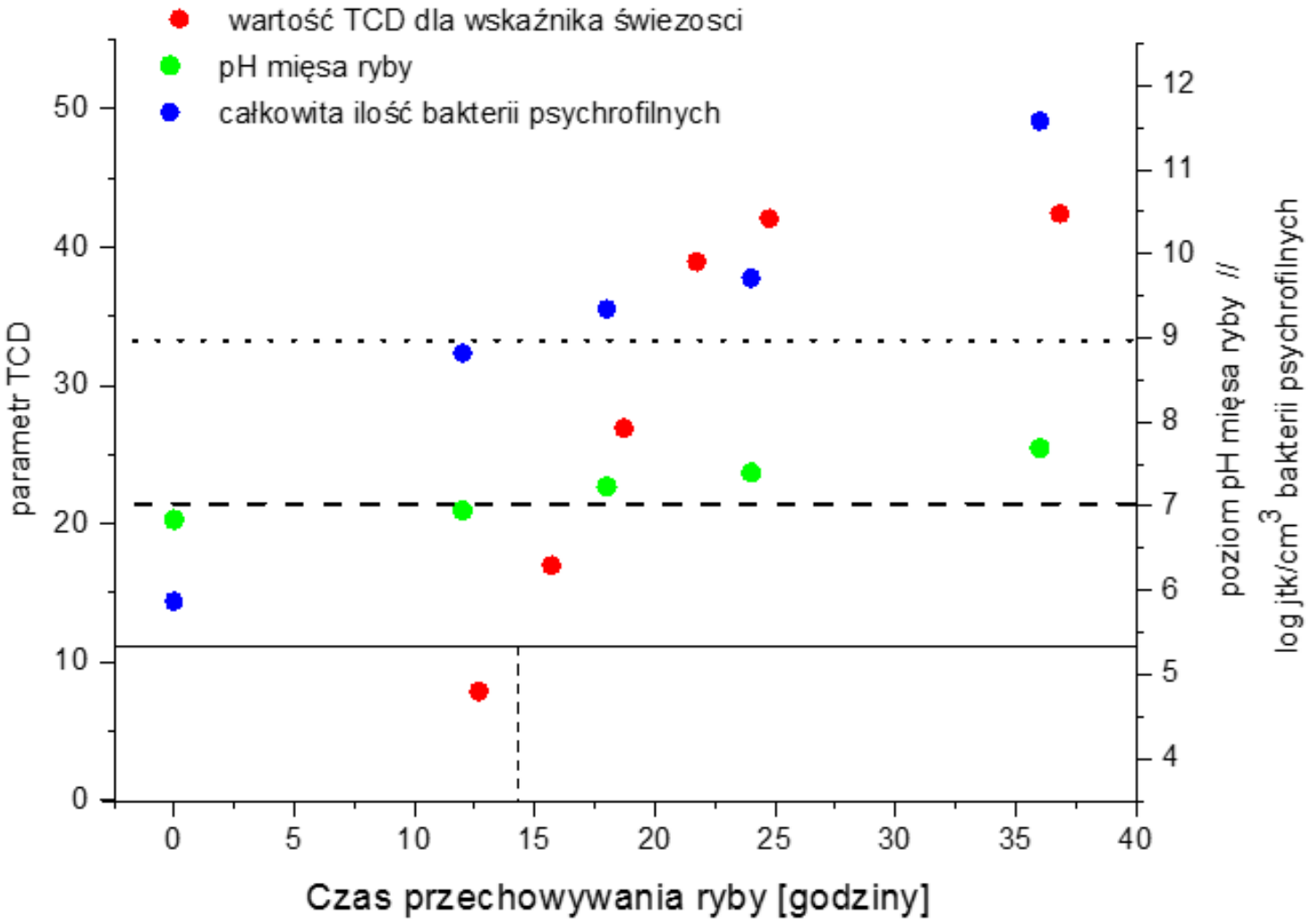
Wskaźnik świeżości

Początek oddziaływania z mięsem ryb		12 godzin oddziaływania z mięsem ryb		15 godzin oddziaływania z mięsem ryb		18 godzin oddziaływania z mięsem ryb		21 godzin oddziaływania z mięsem ryb		24 godzin oddziaływania z mięsem ryb		36 godzin oddziaływania z mięsem ryb	
PEG9	PEG34	PEG9	PEG34	PEG9	PEG34	PEG9	PEG34	PEG9	PEG34	PEG9	PEG34	PEG9	PEG34

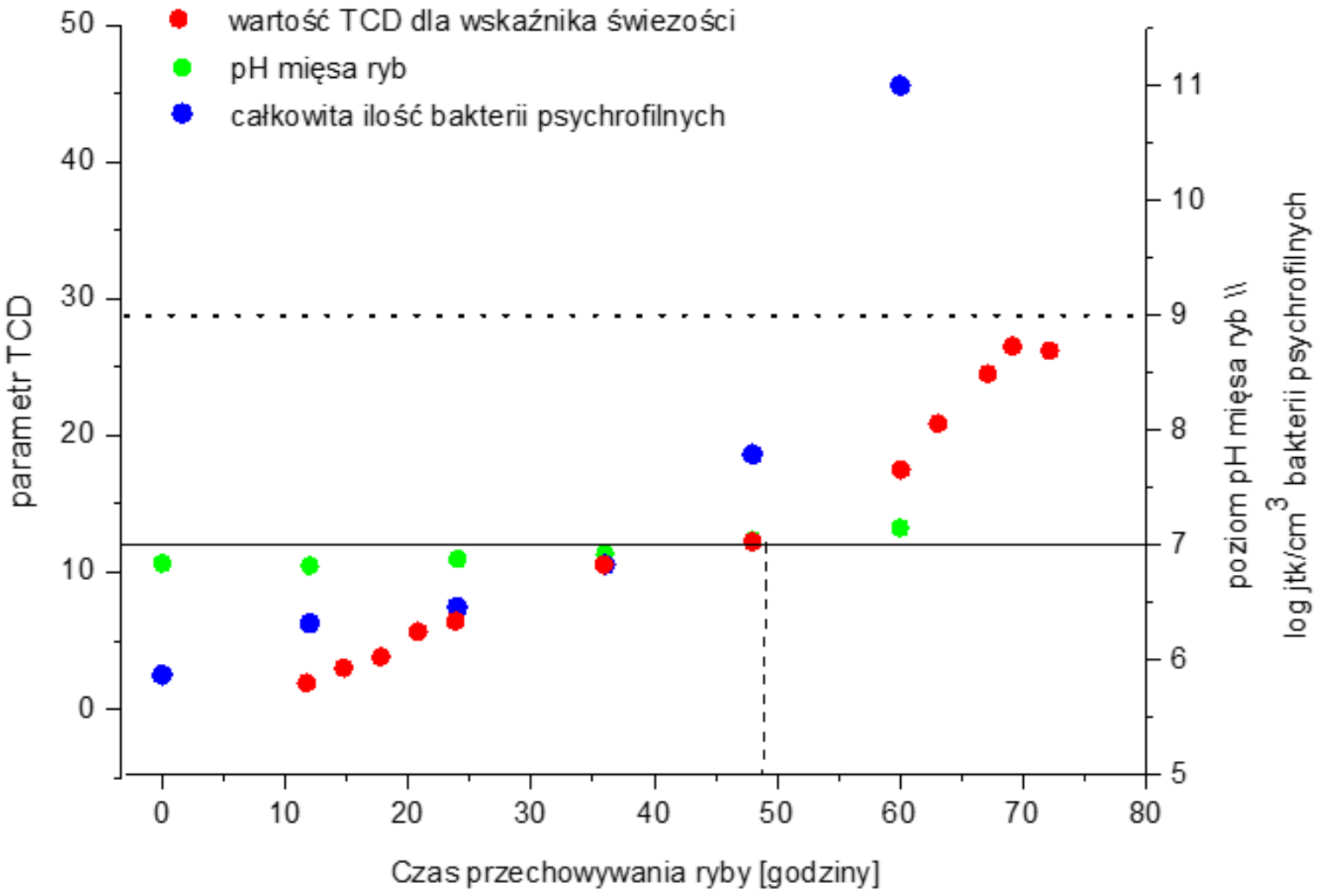
Tichoniuk, M., Cierpiszewski, R., Krysińska N. 2016, Application of food freshness indicators in intelligent packaging. w: Śmigielska H.(red.), Current Trends in Commodity Science: Food Safety and Analysis of Bioactive Substances, UEP, Poznań, s. 189-202

Pomiar barwy	Start	Po 12 godzinach	Po 15 godzinach	Po 18 godzinach	Po 21 godzinach	Po 24 godzinach	Po 36 godzinach
L*	69,43	57,29	59,79	76,5	79,88	79,18	70,87
a*	33,47	42,15	39,73	24,59	16,32	14,7	10,98
b*	38,71	40,9	38,61	39,91	44,09	49,13	51,71
TCD	-	**7,9**	**11,0**	**26,9**	**39,0**	**42,1**	**42,4**
Obraz							

Korelacja reakcji wskaźnika ze zmianą pH mięsa ryb i stopniem zanieczyszczenia mikrobiologicznego – temp. pokojowa



Korelacja reakcji wskaźnika ze zmianą pH mięsa ryb i stopniem zanieczyszczenia mikrobiologicznego – temp. chłodnicza



Wskaźniki obecności gazów i szczelności opakowania

Wskaźnik obecności tlenu

(a)

(b)

(c)

(d)

a) Pakowanie
b) Aktywacja
c) Przechowywanie
d) Naruszenie szczelności opakowania

Mills A. 2005 Oxygen indicators and intelligent inks for packaging food, Chem. Soc. Rev. 34, 1003–1011

Podsumowanie

- Opakowania aktywne i inteligentne umożliwiają bieżący wpływ na zapakowane produkty spożywcze i kontrolę ich właściwości w trakcie transportu, przechowywania i dystrybucji
- Wzmacniają one funkcję ochronną i komunikacyjną w stosunku do konwencjonalnych opakowań
- Posiadają duży potencjał poprawy bezpieczeństwa żywności
- Dostępnych jest już wiele komercyjnych rozwiązań z zakresu opakowań/materiałów aktywnych i inteligentnych, ale jeszcze więcej jest w fazie badań
- Wykorzystanie opakowań aktywnych i inteligentnych wymaga oceny ich działania, kalkulacji kosztów i wpływu na obecny sposób produkcji i dystrybucji żywności

UNIWERSYTET EKONOMICZNY W POZNANIU
1926
al. Niepodległości 10, 61-875 Poznań
tel. +48 61 856 90 00
fax +48 61 852 57 22

Dziękuję za uwagę

UNIWERSYTET
EKONOMICZNY
W POZNANIU

al. Niepodległości 10, 61-875 Poznań
tel. +48 61 856 90 00
fax +48 61 852 57 22