

PRZYJĘTA: 10 marca 2021

doi: 10.2903/j.efsa.2021.6510

Wytyczne dotyczące oznaczania daty i powiązanych informacji na temat żywności: część 2 (informacje na temat żywności)

Panel EFSA ds. zagrożeń biologicznych (BIOHAZ),
Konstantinos Koutsoumanis, Ana Allende, Avelino Alvarez-Ordóñez, Declan Bolton,
Sara Bover-Cid, Marianne Chemaly, Robert Davies, Alessandra De Cesare, Lieve Herman,
Friederike Hilbert, Maarten Nauta, Luisa Peixe, Giuseppe Ru, Marion Simmons,
Panagiotis Skandamis, Elisabetta Suffredini, Liesbeth Jacxsens, Taran Skjerdal,
Maria Teresa Da Silva Felicio, Michaela Hempfen, Winy Messens i Roland Lindqvist

Streszczenie

Podejście oparte na ryzyku zostało wykorzystane do opracowania wytycznych, które mają być przestrzegane przez podmioty działające na rynku spożywczym (FBO) przy podejmowaniu decyzji dotyczących informacji o żywności związanych z warunkami przechowywania i/lub limitami czasowymi do spożycia po otwarciu opakowania żywności i rozmrożeniu mrozonek. Po otwarciu opakowania może dojść do zanieczyszczenia, wprowadzając nowe patogeny do żywności, a czynniki wewnętrzne (np. pH i a_w), zewnętrzne (np. temperatura i atmosfera gazowa) i ukryte (np. interakcje z konkurującą mikroflorą tła) mogą ulec zmianie, wpływając na mikrobiologiczne bezpieczeństwo żywności. Ustalenie limitu czasu spożycia po otwarciu opakowania (wtórny okres przydatności do spożycia (shelf-life)) jest skomplikowane ze względu na wiele czynników wpływających i braki w informacjach. Drzewko decyzyjne (DT) zostało opracowane, aby pomóc FBO w podjęciu decyzji, czy termin spożycia po otwarciu, ze względów bezpieczeństwa, jest potencjalnie krótszy niż początkowy termin przydatności do spożycia środka w nieotwartym opakowaniu. W przypadku środków, w których otwarcie opakowania prowadzi do zmiany rodzaju mikroorganizmów chorobotwórczych obecnych w żywności i/lub czynników zwiększających ich wzrost w porównaniu z nieotwartym środkiem, odpowiedni byłby krótszy termin spożycia po otwarciu. Zamrażanie zapobiega rozwojowi patogenów, jednak większość mikroorganizmów chorobotwórczych może przetrwać przechowywanie w stanie zamrożonym, odrodzić się podczas rozmrażania, a następnie rosnąć i/lub wytwarzać toksyny w żywności, jeśli warunki są sprzyjające. Ponadto może dojść do dodatkowego zanieczyszczenia od rąk, powierzchni kontaktowych lub innych środków spożywczych i przyborów kuchennych. Dobre praktyki w zakresie rozmrażania powinny, z punktu widzenia bezpieczeństwa żywności, minimalizować wzrost i zanieczyszczenie patogenami między rozmrażaną żywnością a inną żywnością i/lub powierzchniami z którymi się styka, zwłaszcza podczas wyjmowania żywności z opakowania w trakcie rozmrażania. Przedstawiono najlepsze praktyki dotyczące rozmrażania żywności w celu wsparcia FBO.

© 2021 Europejski Urząd ds. Bezpieczeństwa Żywności. Dziennik EFSA opublikowany przez John Wiley and Sons Ltd. w imieniu Europejskiego Urzędu ds. Bezpieczeństwa Żywności.

Słowa kluczowe: oznaczenie daty, informacje o żywności, przechowywanie żywności, wtórny okres przydatności do spożycia (shelf-life), otwarte opakowanie, rozmrażanie, zdrowie publiczne

Wnioskodawca: Komisja Europejska

Numer zapytania: EFSA-Q-2019-00439

Korespondencja: biohaz@efsa.europa.eu

Członkowie panelu: Ana Allende, Avelino Alvarez-Ordóñez, Declan Bolton, Sara Bover-Cid, Marianne Chemaly, Robert Davies, Alessandra De Cesare, Lieve Herman, Friederike Hilbert, Konstantinos Koutsoumanis, Roland Lindqvist, Maarten Nauta, Luisa Peixe, Giuseppe Ru, Marion Simmons, Panagiotis Skandamis i Elisabetta Suffredini.

Odstąpienie: Zgodnie z art. 21 Decyzji Dyrektora Wykonawczego w sprawie zarządzania konkurencyjnymi interesami zastosowano odstąpienie od egzekwowania decyzji względem eksperta Grupy Roboczej. Zgodnie z art. 21 ust. 6 wyżej wymienionej decyzji, ekspertowi zezwolono na udział w dyskusjach i opracowywaniu wyników naukowych, ale nie zezwolono mu na objęcie roli przewodniczącego w tych ramach czasowych. Wszelkie sprzeczne interesy są odnotowywane w odpowiednich protokołach z posiedzeń grupy roboczej panelu BIOHAZ.

Deklaracje o braku konfliktu interesów: Deklaracje o braku konfliktu interesów wszystkich ekspertów naukowych uczestniczących w pracach EFSA są dostępne pod adresem <https://ess.efsa.europa.eu/doi/doiweb/doisearch>.

Sugerowana adnotacja przy cytowaniu: Panel EFSA BIOHAZ (Panel EFSA ds. Zagrożeń Biologicznych), Koutsoumanis K, Allende A, Alvarez-Ordóñez A, Bolton D, Bover-Cid S, Chemaly M, Davies R, De Cesare A, Herman L, Hilbert F, Nauta M, Peixe L, Ru G, Simmons M, Skandamis P, Suffredini E, Jacxsens L, Skjerdal T, Da Silva Felicio MT, Hempen M, Messens W i Lindqvist R, 2021. Wytyczne dotyczące oznaczania daty i powiązanych informacji na temat żywności: część 2 (informacje na temat żywności). Dziennik EFSA 2021;19(4):6510, 45 str. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2021.6510>

ISSN: 1831-4732

© 2021 Europejski Urząd ds. Bezpieczeństwa Żywności. Dziennik EFSA opublikowany przez John Wiley and Sons Ltd. w imieniu Europejskiego Urzędu ds. Bezpieczeństwa Żywności.

Jest to artykuł z otwartym dostępem na warunkach licencji [Creative Commons Uznanie autorstwa-Bez utworów zależnych](#) Licencji, która zezwala na wykorzystanie i rozpowszechnianie na dowolnym nośniku, pod warunkiem odpowiedniego cytowania oryginalnego utworu i braku modyfikacji lub adaptacji.



Dziennik EFSA jest publikacją Europejskiego Urzędu ds. Bezpieczeństwa Żywności, europejskiej agencji finansowanej przez Unię Europejską.



Podsumowanie

Na wniosek Komisji Europejskiej Panel EFSA ds. Zagrożeń Biologicznych (BIOHAZ) został poproszony o opinie naukowe zawierające wytyczne dotyczące oznaczania daty i powiązanych informacji o żywności w związku ze stosowaniem przez podmioty działające na rynku spożywczym (FBO) rozporządzenia (UE) nr 1169/2011 w sprawie przekazywania konsumentom informacji na temat żywności jako integralnej części ich systemu zarządzania bezpieczeństwem żywności (FSMS). Opinie opracowały podejście oparte na ryzyku, które powinno być stosowane przez FBO przy podejmowaniu decyzji o rodzaju oznaczenia daty, ustalaniu okresu przydatności do spożycia (shelf-life) i powiązanych informacjach o żywności, które należy podawać w celu zapewnienia bezpieczeństwa żywności.

W szczególności Europejski Urząd ds. Bezpieczeństwa Żywności (EFSA) został poproszony o dostarczenie opinii naukowej w **Zakresie Zadań 1** na temat czynników, które sprawiają, że niektóre środki spożywcze łatwo się psują, a zatem po krótkim czasie mogą stanowić bezpośrednie zagrożenie dla zdrowia ludzkiego. Oceniono również, w jaki sposób czynniki te powinny być uwzględniane przez FBO przy podejmowaniu decyzji, czy wymagany jest termin przydatności do spożycia („należy spożyć do” / „use by”), czy data minimalnej trwałości („najlepiej spożyć przed” / „best before”), a także przy ustalaniu okresu przydatności do spożycia (shelf-life) i wymaganych warunków przechowywania. Podobnie w **Zakresie Zadań 2** oceniono czynniki, które sprawiają, że niektóre środki spożywcze stają się niezdatne do spożycia przez ludzi, ale nie stanowią bezpośredniego zagrożenia dla zdrowia ludzkiego. W **Zakresie Zadań 3** zwrócono się o poradę mającą na celu uniknięcie wzrostu zagrożeń dla bezpieczeństwa żywności, w szczególności związaną z warunkami przechowywania i/lub ograniczeniami czasowymi spożycia po otwarciu opakowania, natomiast w **Zakresie Zadań 4** zwrócono się o poradę, jakiej FBO może udzielić konsumentom w odniesieniu do rozmrażania mrożonek, w tym dobrych praktyk, warunków przechowywania i/lub ograniczeń czasowych spożycia po rozmrożeniu. Zakresy Zadań 1 i 2 zostały omówione w poprzedniej opinii (Panel BIOHAZ EFSA, 2020a), natomiast Zakresy Zadań 3 i 4 zostały omówione w niniejszej opinii.

W celu spełnienia Zakresu Zadań 3 opisano czynniki wewnętrzne, zewnętrzne i ukryte, które mogą ulec zmianie po otwarciu opakowania i wpływać na mikrobiologiczne bezpieczeństwo żywności. Opracowano drzewko decyzyjne (DT), aby pomóc FBO w podjęciu decyzji, czy właściwe jest wskazanie terminu i warunków przechowywania do spożycia po otwarciu opakowania.

W celu realizacji Zakresu Zadań 4, wytyczne, literatura naukowa i informacje z innych źródeł zostały podsumowane, poddane krytycznej ocenie i dostosowane w celu zapewnienia zaktualizowanych wytycznych dla FBO w zakresie informacji o żywności, które należy przekazywać konsumentom w odniesieniu do najlepszych praktyk rozmrażania, warunków przechowywania i/lub terminów spożycia po rozmrożeniu.

Po otwarciu opakowania z żywnością może dojść do zanieczyszczenia poprzez przepływ powietrza, kapanie płynów lub w wyniku kontaktu konsumenta z żywnością za pośrednictwem rąk, przyborów kuchennych, pojemników itp.

Otwarcie opakowania żywności może zmienić warunki związane z żywnością, wpływając na zdolność mikroorganizmów chorobotwórczych do wzrostu i/lub wytwarzania toksyn (tj. czynniki zewnętrzne, wewnętrzne lub ukryte). Czynniki zewnętrzne (takie jak skład atmosfery) są prawdopodobnie najważniejszymi czynnikami, które mogą ulec zmianie po otwarciu opakowania. Ochrona zapewniana przez pakowanie próżniowe lub pakowanie w atmosferze modyfikowanej (MAP) zostaje utracona i można oczekiwać zmiany w zachowaniu wzrostowym (zwykle zwiększenie zdolności/szybkości wzrostu) patogenów w żywności. Należy również wziąć pod uwagę wpływ zmian czynników wewnętrznych (takich jak a_w lub pH) i ukrytych (takich jak konkurencyjna mikroflora) na wzrost patogenów po otwarciu opakowań.

Ustalenie limitu czasu spożycia po otwarciu opakowania (wtórny okres przydatności do spożycia (shelf-life)) jest skomplikowane ze względu na wiele czynników wpływających i braki w informacjach. Dodatkowy poziom złożoności wynika z potrzeby uwzględnienia zachowań konsumentów i dających się rozsądnie przewidzieć warunków używania, jak opisano w części 1 opinii.

Otwarcie opakowania środka spożywczego może mieć wpływ zarówno na jego bezpieczeństwo, jak i jakość. Do celów niniejszej opinii właściwe jest ustalenie terminu spożycia i warunków przechowywania po otwarciu opakowania, gdy otwarcie może mieć wpływ na bezpieczeństwo środka.

Drzewko decyzyjne (DT), składające się z sekwencji pięciu pytań, zostało opracowane i poparte różnymi przykładami zastosowań, aby pomóc FBO w podjęciu decyzji, czy termin spożycia po otwarciu, ze względów bezpieczeństwa, jest potencjalnie krótszy niż początkowy termin przydatności do spożycia środka w nieotwartym opakowaniu.¹ Założenia leżące u podstaw DT są następujące: a) po otwarciu opakowania zanieczyszczenie środka mikroorganizmami chorobotwórczymi jest zawsze możliwe oraz b) termin spożycia po otwarciu opakowania w odniesieniu do początkowego terminu przydatności do spożycia lub terminu przydatności do spożycia zależy od tego, czy otwarcie opakowania zmienia rodzaj mikroorganizmów chorobotwórczych w żywności (np. zanieczyszczenie komórkami roślinnymi nieobecnymi w nieotwartym opakowaniu żywności o ogólnie szerszym zakresie zdolności wzrostu w porównaniu do wzrostu i/lub produkcji toksyn z zarodników), np. zanieczyszczenie komórkami roślinnymi nieobecnymi w nieotwartym opakowaniu z ogólnie szerszym zakresem możliwości wzrostu w porównaniu do wzrostu i/lub produkcji toksyn z zarodników) lub czynników wpływających na wzrost mikroorganizmów chorobotwórczych w porównaniu do nieotwartego środka.

Zgodnie z DT, w przypadku środków, dla których otwarcie opakowania prowadzi do zmiany rodzaju mikroorganizmów chorobotwórczych obecnych w żywności i/lub czynników zwiększających ich wzrost w porównaniu z nieotwartym środkiem, wynikiem jest krótszy termin spożycia po otwarciu opakowania w porównaniu z początkowym terminem przydatności do spożycia nieotwartej żywności.

Ogólnie rzecz biorąc, uważa się, że drzewko decyzyjne doprowadzi do odpowiednich i spójnych wyników w zakresie ograniczeń czasowych i warunków przechowywania w ramach interpretacji przepisów i założeń przyjętych przy jego sporządzaniu. Żadne ze zidentyfikowanych źródeł niepewności nie zostało uznane za ważniejsze od pozostałych. Łącznie uważa się, że niepewności wpłynęły na fakt, że DT może zawyżać ryzyko dla niektórych środków spożywczych.

Z punktu widzenia bezpieczeństwa żywności mrożenie zapobiega rozwojowi patogenów. Jednakże, mimo że stężenie

¹ Drzewko decyzyjne jest dostępne w języku francuskim, niemieckim, włoskim i hiszpańskim w części „Informacje pomocnicze”. Należy pamiętać, że oficjalną wersją jest drzewko decyzyjne w języku angielskim.

patogenów może z czasem spadać, eliminacja zwykle nie jest całkowita w okresie zamrażania, w zależności od patogenu i początkowego stężenia, czasu przechowywania w stanie zamrożonym i warunków podczas zamrażania/rozmrężania.

Drobnoustroje chorobotwórcze, które przetrwały przechowywanie w stanie zamrożonym, mogą rozwijać się podczas rozmrażania i wytwarzać toksyny w żywności podczas lub po rozmrożeniu, jeśli pH, aktywność wody i temperatura przechowywania sprzyjają ich rozwojowi. Co więcej, podczas obchodzenia się z rozmrożoną żywnością może dojść do dodatkowego zanieczyszczenia od rąk, powierzchni z którymi się styka (np. przyborów kuchennych) lub innej żywności.

Dobre praktyki w zakresie rozmrażania powinny minimalizować zanieczyszczenie patogenami między rozmrażaną żywnością a inną żywnością i/lub powierzchniami styku, gdy żywność jest wyjmowana z opakowania podczas rozmrażania, oraz ograniczać warunki sprzyjające ich rozwojowi.

Porady, których FBO może udzielić konsumentom w zakresie dobrych praktyk dotyczących rozmrażania zamrożonej żywności, warunków przechowywania i terminów spożycia rozmrożonej żywności, obejmują stosowanie trybu rozmrażania, który zapewnia wystarczające rozmrożenie w kombinacji czasu i temperatury, która zapobiega rozwojowi patogenów, które przetrwały podczas zamrażania, a także rozważenie dalszego wykorzystania, przechowywanie rozmrożonej żywności w oryginalnym opakowaniu lub w czystym pojemniku oraz używanie wyłącznie czystych przyborów i rąk podczas obchodzenia się z żywnością w celu uniknięcia zanieczyszczenia.

Ponadto stosowanie rozmrożonej żywności w środkach spożywczych lub przechowywanie rozmrożonej żywności powinno odbywać się zgodnie z instrukcjami FBO. FBO powinien rozważyć udzielenie porad dotyczących limitów dotyczących czasu i temperatury przechowywania rozmrożonej żywności i zalecić wystarczającą obróbkę cieplną rozmrożonej żywności w celu wyeliminowania patogenów przed spożyciem.

Porady FBO obejmują również informowanie konsumentów, że mrożonki są przeznaczone do obróbki cieplnej/gotowania, chyba że proces produkcji sugeruje, że rozmrożony środek jest bezpieczny i może być spożywany bez gotowania jako żywność gotowa do spożycia.

Zalecenia obejmują gromadzenie danych dotyczących czasu i temperatury dających się rozsądnie przewidzieć warunków przechowywania żywności w państwach członkowskich Unii Europejskiej (UE) oraz wyjaśnienie i dostarczenie wytycznych dotyczących sposobu wykorzystania tych danych w decyzjach dotyczących wtórnego okresu przydatności do spożycia (shelf-life) oraz opracowanie odpowiedniego poziomu ochrony (ALOP) / celu bezpieczeństwa żywności (FSO) dla odpowiednich kombinacji żywność-patogen, ponieważ brak takich danych stanowi przeszkodę w ustalaniu pierwotnego i wtórnego okresu przydatności do spożycia (shelf-life) żywności w odniesieniu do bezpieczeństwa żywności.

Spis treści

Streszczenie	1
Podsumowanie	3
Spis treści	5
1. Wstęp	6
1.1. Kontekst i zakres zadań dostarczony przez Komisję Europejską	6
1.1.1. Informacje ogólne przedstawione przez Komisję Europejską	6
1.1.2. Zakres zadań dostarczony przez Komisję Europejską	6
1.2. Interpretacja zakresów zadań	7
2. Dane i metodologie	9
2.1. Przegląd literatury	9
2.2. Podejście do odpowiedzi na Zakresy Zadań	9
2.3. Analiza niepewności	9
3. Ocena	9
3.1. Czynniki wewnętrzne, zewnętrzne i ukryte, które mogą ulec zmianie po otwarciu opakowania i wpływać na mikrobiologiczne bezpieczeństwo żywności (Zakres zadań 3a)	9
3.1.1. Czynniki wpływające na rodzaje i początkowe stężenie mikroorganizmów chorobotwórczych	10
3.1.1.1. Punkt czasowy w okresie trwałości środka po otwarciu opakowania	10
3.1.1.2. Zanieczyszczenie żywności po otwarciu opakowania	12
3.1.2. Czynniki wpływające na wzrost mikroorganizmów	12
3.1.2.1. Zmiana czynników zewnętrznych	12
3.1.2.2. Zmiana czynników wewnętrznych	13
3.1.2.3. Zmiana czynników ukrytych	13
3.1.3. Uwagi końcowe	15
3.2. Wytyczne dotyczące decyzji o dostarczeniu dodatkowych informacji na temat otwartych opakowań (Zakres zadań 3 b)	15
3.2.1. Opracowanie drzewka decyzyjnego dla terminu spożycia po otwarciu opakowania	15
3.2.2. Przykłady zastosowań drzewka decyzyjnego dla terminu spożycia po otwarciu opakowania	17
3.2.3. Ocena niepewności drzewka decyzyjnego na potrzeby informacji o terminie przydatności do spożycia i warunkach przechowywania	19
3.2.4. Uwagi końcowe	19
3.3. Wytyczne dla podmiotów działających na rynku spożywczym dotyczące porad dla konsumentów w zakresie rozmrażania zamrożonej żywności, w tym warunków i czasu przechowywania (Zakres zadań 4)	24
3.3.1. Krytyczne etapy rozmrażania zamrożonej żywności, w tym warunki i czas przechowywania	24
3.3.1.1. Transfer ciepła podczas zamrażania i rozmrażania	24
3.3.1.2. Wpływ kryształków lodu i przepływu cieczy na żywność	25
3.3.1.3. Wpływ zamrażania i rozmrażania na przeżywalność i wzrost mikroorganizmów chorobotwórczych	26
3.3.2. Przegląd wytycznych dla konsumentów dotyczących dobrych praktyk w zakresie rozmrażania mrożonek, w tym warunków i czasu przechowywania	27
3.3.2.1. Kluczowe elementy wytycznych	27
3.3.2.2. Tryby rozmrażania	27
3.3.2.3. Praktyki higieniczne i warunki przechowywania rozmrożonej żywności	28
3.3.2.4. Obróbka termiczna (gotowanie) rozmrożonej żywności	28
3.3.2.5. Ponowne zamrażanie	28
3.3.3. Porady dotyczące dobrych praktyk w zakresie rozmrażania żywności, w tym warunków i czasu przechowywania	28
3.3.4. Uwagi końcowe	31
4. Wnioski	31
5. Zalecenia	32
Bibliografia	33

1. Wstęp

1.1. Kontekst i Zakres zadań dostarczony przez Komisję Europejską

1.1.1. Informacje ogólne przedstawione przez Komisję Europejską

Zapobieganie marnotrawieniu żywności jest priorytetem określonym w unijnym planie działania na rzecz gospodarki o obiegu zamkniętym, przyjętym przez Komisję Europejską w grudniu 2015 r.² W ramach tego planu działania Komisja została wezwana do zbadania sposobów poprawy stosowania oznaczeń daty przez podmioty w łańcuchu żywnościowym i ich zrozumienia przez konsumentów. „Oznaczenie daty” jest używane jako termin zbiorczy w odniesieniu zarówno do daty minimalnej trwałości, jak i terminu przydatności do spożycia. Warunkiem wstępnym jest, aby inicjatywy mające na celu ograniczenie marnotrawstwa żywności nigdy nie zagrażały bezpieczeństwu żywności.

W badaniu Komisji opublikowanym w lutym 2018 r.³ oszacowano, że do 10% z 88 milionów ton odpadów spożywczych generowanych rocznie w UE jest związanych ze oznaczeniami daty na opakowaniu. Przy wsparciu podgrupy ds. oznaczania dat i zapobiegania marnotrawieniu żywności⁴ Platformy UE ds. strat i marnotrawienia żywności,⁵ natychmiastowym priorytetem jest opracowanie wytycznych UE w oparciu o istniejące wymogi UE w celu zapewnienia bardziej spójnego oznaczania dat i powiązanych praktyk w zakresie informacji o żywności. W badaniu stwierdzono również, że oznaczenie daty jest szczególnie istotne dla zapobiegania marnotrawieniu żywności w kategoriach wyrobów mlecznych, soków owocowych, schłodzonego mięsa i ryb.

Ważne jest, aby podmioty działające na rynku spożywczym (FBO) stosowały podejście oparte na ryzyku przy podejmowaniu decyzji o rodzaju oznaczenia daty (tj. terminu przydatności do spożycia lub daty minimalnej trwałości), ustalaniu okresu przydatności do spożycia (shelf-life) i powiązanych informacji o żywności, które powinny być podawane na etykietach w celu zapewnienia bezpieczeństwa żywności. Takie podejście oparte na ryzyku powinno stanowić integralną część Systemu Zarządzania Bezpieczeństwem Żywności (FSMS), który wszystkie FBO są zobowiązane opracować i wdrożyć zgodnie z obowiązującym prawodawstwem UE w zakresie bezpieczeństwa żywności, z uwzględnieniem wcześniejszych opinii naukowych Europejskiego Urzędu ds. Bezpieczeństwa Żywności i wytycznych Komisji.

W szczególności potrzebna jest jasność co do rozróżnienia między żywnością, która pod upływie okresu przydatności do spożycia (shelf-life) może stanowić „bezpośrednie zagrożenie dla zdrowia ludzkiego”/stać się „szkodliwa dla zdrowia” z powodu rozwoju mikroorganizmów chorobotwórczych, a żywnością, która pod koniec okresu przydatności do spożycia (shelf-life) może stać się „niezdatna do spożycia przez ludzi” z powodu rozwoju niepatogennych mikroorganizmów powodujących psucie się żywności.⁶

W związku z tym, aby wesprzeć FBO i władze krajowe we wdrażaniu prawidłowych i spójnych praktyk, potrzebne jest doradztwo naukowe EFSA.

1.1.2. Zakres zadań dostarczony przez Komisję Europejską

Zgodnie z art. 29 rozporządzenia (WE) nr 178/2002 Komisja Europejska zwraca się do EFSA o opinie naukowe zawierające wytyczne dotyczące oznaczania daty i powiązanych informacji na temat żywności w związku ze stosowaniem przez FBO rozporządzenia (UE) nr 1169/2011 w sprawie przekazywania konsumentom informacji na temat żywności jako integralnej części ich FSMS.

W opiniach należy opracować podejście oparte na ryzyku, które powinno być stosowane przez FBO przy podejmowaniu decyzji o rodzaju oznaczenia daty (tj. terminu przydatności do spożycia lub daty minimalnej trwałości), ustalaniu okresu przydatności do spożycia (shelf-life) i powiązanych informacji o żywności, które powinny być podawane na etykiecie w celu zapewnienia bezpieczeństwa żywności.

W szczególności EFSA jest proszony o zapewnienie doradztwa naukowego w zakresie:

Zakres zadań 1) Czynniki, które z mikrobiologicznego punktu widzenia sprawiają, że niektóre środki spożywcze są łatwo psujące się i w związku z tym mogą po krótkim czasie stanowić bezpośrednie zagrożenie dla zdrowia ludzkiego, a także sposobu, w jaki czynniki te powinny być uwzględniane przez FBO przy podejmowaniu decyzji, czy wymagany jest termin przydatności do spożycia oraz przy ustalaniu okresu przydatności do spożycia (shelf-life) i wymaganych warunków przechowywania, w szczególności w odniesieniu do:

- a) Istotnych zagrożeń mikrobiologicznych, które powinny być brane pod uwagę przez FBO przy określaniu, czy żywność, z mikrobiologicznego punktu widzenia, może stanowić bezpośrednie zagrożenie dla zdrowia ludzkiego;

² http://ec.europa.eu/environment/circular-economy/index_en.htm

³ <https://publications.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/e7be006f-0d55-11e8-966a-01aa75ed71a1/language-en>

⁴ https://ec.europa.eu/food/safety/food_waste/eu_actions/date_marking_en

⁵ https://ec.europa.eu/food/safety/food_waste/eu_actions/eu-platform_en

⁶ Art. 24 ust. 1 rozporządzenia (UE) nr 1169/2011 i art. 14 ust. 2-5 rozporządzenia (WE) nr 178/2002.

Wytyczne dotyczące oznaczania datą i informacji na temat żywności, część 2

- b) Rodzaje żywności, w których istnieje większe prawdopodobieństwo znalezienia tych patogennych mikroorganizmów;
- c) Czynniki wewnętrzne/zewnętrzne, które mogą wpływać na wzrost tych patogennych mikroorganizmów i w konsekwencji mieć wpływ na: 1) decyzję, czy wymagany jest termin przydatności do spożycia, 2) okres przydatności do spożycia (okres, dla którego nie jest prawdopodobne, aby żywność stanowiła bezpośrednie zagrożenie dla zdrowia ludzkiego), albo związany ze składem żywności (np. pH, a_w , obecność dodatków do żywności), albo z procesem produkcji i/lub sposobem, w jaki żywność jest wprowadzana do obrotu (np. procesy produkcyjne, takie jak pasteryzacja, rodzaj opakowania), oraz 3) warunki przechowywania w całym łańcuchu żywnościowym i zamierzone zastosowanie żywności;
- d) W jaki sposób czynniki określone powyżej wpływają na decyzję, czy wymagany jest termin przydatności do spożycia, ustalenie okresu przydatności do spożycia (shelf-life) i wymagane warunki przechowywania.

Zakres zadań 2) Czynników, które z mikrobiologicznego punktu widzenia i ograniczone do żywności przeznaczonej do przechowywania w kontrolowanych temperaturach powodują, że niektóre środki spożywcze nie nadają się do spożycia przez ludzi, ale nadal nie stanowią bezpośredniego zagrożenia dla zdrowia ludzkiego, oraz sposobu w jaki czynniki te powinny być brane pod uwagę przez FBO przy podejmowaniu decyzji, czy data minimalnej trwałości jest odpowiednia, oraz przy ustalaniu okresu przydatności do spożycia (shelf-life) i wymaganych warunków przechowywania, w szczególności:

- a) Czynniki wewnętrzne/zewnętrzne, które mogą wpływać na wzrost zepsucia przez niepatogenne mikroorganizmów i w konsekwencji mieć wpływ na: (1) okres przydatności do spożycia (okres, dla którego nie jest prawdopodobne, aby żywność stała się niezdatna do spożycia przez ludzi), albo związany ze składem żywności (np. pH, a_w , obecność dodatków do żywności), albo w związku z procesem produkcji i/lub sposobem, w jaki żywność jest wprowadzana do obrotu (np. procesy produkcyjne, takie jak pasteryzacja, rodzaj opakowania), oraz (2) warunki przechowywania w całym łańcuchu żywnościowym i zamierzone zastosowanie żywności;
- b) W jaki sposób czynniki określone powyżej wpływają na ustalenie okresu przydatności do spożycia (shelf-life) i wymagane warunki przechowywania.
- c) Orientacyjne terminy, które należy stosować na poziomie UE, aby ułatwić wprowadzanie do obrotu lub przekazywanie żywności po upływie daty „najlepiej spożyć przed”, pod warunkiem, że przed końcem tego okresu żywność ta nie stanie się niezdatna do spożycia przez ludzi. Niektóre państwa członkowskie opracowały krajowe wytyczne w tym zakresie.⁷

EFSA jest również proszona o dostarczenie wytycznych, które powinny być brane pod uwagę przez FBO przy podejmowaniu decyzji dotyczących informacji na temat żywności, które mają być przekazywane konsumentom w odniesieniu do okresu przydatności do spożycia (shelf-life) i wymaganych warunków przechowywania, w szczególności w zakresie:

Zakres Zadań 3) Warunków przechowywania i/lub limitu czasu do spożycia po otwarciu opakowania w celu uniknięcia zwiększenia ryzyka zwiazanego z bezpieczeństwem żywności, w szczególności w zakresie:

- a) Właściwości żywności i czynników wewnętrznych/zewnętrznych, które mogą ulec zmianie po otwarciu opakowania, a w szczególności, które z tych czynników należy wziąć pod uwagę przy dostarczaniu takich informacji.
- b) Czynników, które należy wziąć pod uwagę przy podejmowaniu decyzji, czy właściwe, a w konsekwencji obowiązkowe, jest wskazanie warunków przechowywania lub terminu spożycia po otwarciu opakowania zgodnie z art. 25 ust. 2 rozporządzenia (UE) nr 1169/2011.

Zakres Zadań 4) Rozmrażania zamrożonej żywności, w tym dobrych praktyk, warunków przechowywania i/lub ograniczeń czasowych dotyczących spożycia w celu uniknięcia wzrostu zagrożeń dla bezpieczeństwa żywności, w szczególności w zakresie:

- a) Porad dla konsumentów dotyczących dobrych praktyk, warunków przechowywania i/lub terminu spożycia w celu ochrony konsumentów przed możliwymi zagrożeniami dla zdrowia.

1.2. Interpretacja zakresów zadań

Powyższy zakres zadań został omówiony z wnioskodawcą mandatu (KE). Niektóre aspekty zostały wyjaśnione i zinterpretowane, jak wyjaśniono poniżej. Wytyczne dotyczące Zakresów zadań 1 i 2 przedstawiono w części 1 opinii (panel EFSA BIOHAZ, 2020a), a wytyczne dotyczące wymagań 3 i 4 przedstawiono w niniejszej opinii (część 2). W opiniach opracowano oparte na ryzyku wytyczne, którymi powinny kierować się podmioty działające na rynku spożywczym przy podejmowaniu decyzji o rodzaju oznaczenia daty (tj. terminu przydatności do spożycia lub daty minimalnej trwałości), ustalaniu okresu przydatności do spożycia (shelf-life) oraz przekazywaniu powiązanych informacji na temat żywności (np. warunków przechowywania, terminu spożycia po otwarciu itp.) w celu zapewnienia bezpieczeństwa żywności. Obejmuje to również warunki przechowywania i limity czasowe dla otwartych opakowań oraz te same czynniki, a także dobre praktyki dotyczące rozmrażania, dla mrożonek.

Sformułowanie zakresu uprawnień opiera się na tekstach prawnych rozporządzenia (UE) nr 1169/2011 i rozporządzenia (WE) nr 178/2002. Do celów niniejszej opinii oraz w odniesieniu do Zakresów zadań 3 i 4, sformułowanie odnoszące się do uniknięcia wzrostu zagrożenia dla bezpieczeństwa żywności i ochronę konsumentów przed możliwym zagrożeniem dla zdrowia jest interpretowane jako dotyczące czynników i warunków odpowiedniej żywności, która może przenosić patogenne i/lub toksynotwórcze mikroorganizmy i może sprzyjać ich rozwojowi podczas przechowywania i przed spożyciem, a zatem mogą powodować, że żywność stanie się szkodliwa dla zdrowia.

Żywność będąca przedmiotem zainteresowania Zakresu zadań 3 to żywność niemrożona, zarówno surowa, jak i przetworzona, opakowana. Po otwarciu żywność może być przechowywana w innym pojemniku lub używana jako składnik wieloskładnikowego posiłku (tj. podczas przygotowywania posiłku w domu), a ograniczenia czasowe po otwarciu odnoszą się do okresu przed spożyciem lub przed jakimkolwiek dalszym przetwarzaniem żywności w posiłku. W Zakresie zadań 4 uwzględniono wyłącznie

⁷ Włochy - Przewodnik po dobrych praktykach dla organizacji charytatywnych, Caritas Italiana, Fondazione Banco Alimentare Onlus, marzec 2016 r. (s. 29); Belgia - Okólnik w sprawie przepisów mających zastosowanie do banków żywności i organizacji charytatywnych (FR; NL), belgijska agencja ds. bezpieczeństwa żywności (Agence Federale pour la Securite de la Chaine Alimentaire), 2017 r.

mrożonki.

Zakres zadań 3 jest interpretowany jako odnoszący się do wzrostu drobnoustrojów w okresie przydatności do spożycia (shelf-life), a mikroorganizmy chorobotwórcze będące przedmiotem zainteresowania to bakterie, drożdże, pleśnie i ich toksyny, w tym aminy biogenne / histaminy. Pleśnie, drożdże i mykotoksyny nie zostały uznane za główne zagrożenia w odniesieniu do oceny zwiększonego ryzyka po otwarciu opakowań żywności i zostały wyłączone z oceny (zob. Panel BIOHAZ EFSA, 2020a,b). Drobnoustroje chorobotwórcze, które nie mogą rosnąć w żywności, takie jak wirusy i pasożyty przenoszone przez żywność, nie mają znaczenia dla Zakresu zadań 3. Uważa się, że zanieczyszczenie żywności drobnoustrojami chorobotwórczymi po otwarciu opakowania jest zawsze możliwe. W związku z tym zagrożeniami istotnymi w Zakresie zadań 3, zwanymi dalej drobnoustrojami chorobotwórczymi, są bakterie obecne w żywności po przetworzeniu i zapakowaniu, gdy żywność opuszcza kontrolę FBO, lub wprowadzone po otwarciu opakowania, które mogą potencjalnie rosnąć i/lub wytwarzać toksyny w okresie przydatności do spożycia (shelf-life) środka, w dających się rozsądnie przewidzieć warunkach przechowywania lub rozmrażania. W odniesieniu do Zakresu zadań 3 i do celów niniejszej opinii, art. 25 ust. 2 rozporządzenia (UE) nr 1169/2011 *Aby umożliwić odpowiednie przechowywanie lub użycie żywności po otwarciu opakowania, w stosownych przypadkach podaje się warunki przechowywania lub termin przydatności do spożycia*, a związaną z tym decyzję w sprawie odpowiednich i obowiązkowych informacji uznaje się za odnoszącą się wyłącznie do zagrożeń dla bezpieczeństwa żywności, tj. negatywnych skutków dla zdrowia. W związku z tym decyzja ta jest interpretowana jako związana wyłącznie z tym, czy ryzyko po otwarciu wzrośnie z czasem, czy nie, tj. czy patogeny mikrobiologiczne obecne lub potencjalnie wprowadzone po otwarciu opakowania mogą rosnąć i / lub wytwarzać toksyny w równoważnym lub wyższym tempie podczas przechowywania otwartych opakowań. Decyzja ta będzie zależeć od odpowiednich mikroorganizmów chorobotwórczych i właściwości żywności.

Okres przydatności do spożycia (shelf-life) żywności zazwyczaj odnosi się do tego, jak długo może być ona przechowywana przed jej spożyciem lub wykorzystaniem, i do celów niniejszej opinii jest interpretowany jako kończący się, gdy stężenie mikroorganizmów staje się wyższe niż z góry określony poziom progowy jakości lub bezpieczeństwa (Panel BIOHAZ EFSA, 2020a,b). Jak podano i wyjaśniono w Panelu BIOHAZ EFSA (2020a), w przypadku braku takich zdefiniowanych poziomów, termin „dopuszczalny poziom” jest używany do opisanego dowolnego poziomu mikroorganizmów istotnego dla decyzji w sprawie oznaczenia daty podjętej przez FBO dla ich wyrobu, biorąc pod uwagę właściwości żywności i dające się rozsądnie przewidzieć zastosowanie. Termin ten nie ma charakteru normatywnego, ale jest synonimem wyrażen takich jak „poziom istotności”, „poziom obaw”, „poziom graniczny”, „poziom progowy”, „limit mikrobiologiczny” lub „poziom dla okresu przydatności do spożycia”. W przypadkach, w których próg ten może zostać przekroczony wcześniej po otwarciu pojemnika lub opakowania, rozważane są dwa różne okresy przydatności do spożycia (Nicoli i Calligaris, 2018). Pierwotny okres przydatności do spożycia przed otwarciem, reprezentowany i wyrażony przez oznaczenie daty, oraz wtórny okres przydatności do spożycia po otwarciu opakowania, reprezentowany przez limit czasowy (zwykle dni).

Zakres zadań 4 jest interpretowany jako zapewnienie wytycznych dla FBO produkujących mrożoną żywność pakowaną przy podejmowaniu decyzji o tym, jakie informacje o żywności należy przekazać konsumentom, a nie jako bezpośrednie wytyczne lub porady EFSA dla konsumentów. Wytyczne dotyczą dobrych praktyk w zakresie rozmrażania zamrożonej żywności, warunków przechowywania w trakcie i po rozmrożeniu i/lub ograniczeń czasowych dotyczących spożycia po rozmrożeniu w celu ochrony konsumentów przed zagrożeniami dla bezpieczeństwa żywności. To ostatnie wiąże się z potencjalnym przetrwaniem, wzrostem i wytwarzaniem toksyn przez mikroorganizmy chorobotwórcze podczas i po rozmrożeniu i zależy od konkretnych patogenów, właściwości żywności, dających się rozsądnie przewidzieć warunków przechowywania i zamierzonego zastosowania (np. z gotowaniem lub bez i instrukcji gotowania). W związku z tym w Zakresie zadań 4, mającym na celu przedstawienie wytycznych dotyczących dobrych praktyk w zakresie rozmrożonej żywności w celu ochrony konsumentów przed możliwym ryzykiem, wirusy przenoszone przez żywność są również uważane za istotne zagrożenia. Zakres jest ograniczony do rozmrażania w warunkach domowych. Działalność komercyjna będzie wiązać się z większymi ilościami żywności i innymi okolicznościami w odniesieniu do kompetencji i kontroli, a działania te powinny zostać uwzględnione w FSMS (w tym w planie HACCP) FBO rozmrażającego żywność. Placówki obejmujące catering instytucjonalny (organizacje charytatywne/banki żywności/ placówki opieki zdrowotnej), restauracje itp. nie zostały uwzględnione, chociaż niektóre z porad mogą być również istotne dla tych placówek.

2. Dane i metodologie

2.1. Przegląd literatury

Odpowiednie dokumenty zostały określone i poddane przeglądowi w oparciu o wiedzę i doświadczenie członków Grupy Roboczej (WG) i Panelu BIOHAZ sporządzających niniejszą opinię naukową. Dokumenty te obejmowały artykuły naukowe, rozdziały książek, artykuły nierecenzowane (szara literatura, taka jak czasopisma branżowe, aktualizacje wiadomości i strony internetowe), przepisy, wytyczne organów krajowych i międzynarodowych, opinie naukowe i raporty znane samym ekspertem lub uzyskane w wyniku wyszukiwania. Bibliografia tych dokumentów została następnie sprawdzona w celu zidentyfikowania dodatkowych istotnych publikacji, aż do osiągnięcia zakresu wiedzy na dany temat uznanego przez WG za wystarczający.

2.2. Podejście do odpowiedzi na Zakresy Zadań

Wytyczne dotyczące Zakresu zadań 3a zostały opracowane na podstawie przeglądu literatury naukowej i istniejących wytycznych.

Podejście do opracowania wytycznych dotyczących Zakresu zadań 3b polegało na opracowaniu drzewka decyzyjnego (DT), które może być stosowane przez FBO dla określonego środka spożywczego. DT opiera się na informacjach podsumowanych w części 1 (panel EFSA BIOHAZ, 2020a,b) oraz w niniejszej opinii (część 2). DT został opracowany i oceniony na reprezentatywnych przykładach (część 3.2.2).

W celu realizacji Zakresu zadań 4, wytyczne, literatura naukowa i informacje z innych źródeł zostały podsumowane, poddane krytycznej ocenie i dostosowane w celu zapewnienia zaktualizowanych wytycznych.

2.3. Analiza niepewności

Stosując wytyczne EFSA (Komitet Naukowy EFSA, 2018), szczególną uwagę zwrócono na omówienie, czy pytania oceniające można zdefiniować w odniesieniu do Zakresu zadań, zidentyfikowanie odpowiednich źródeł niepewności, i ocenę ich wpływu na pytanie oceniające.

Główną część opinii stanowi przegląd i podsumowanie odpowiedniej literatury znalezionej w określonych źródłach informacji. Najważniejszym pytaniem dotyczącym oceny było to, czy właściwe byłoby uwzględnienie dodatkowych informacji, wskazujących warunki przechowywania i ograniczenia czasowe po otwarciu środka spożywczego. Odpowiedź na to pytanie opiera się na wynikach DT opracowanego w opinii. DT opiera się na danych, założeniach i metodach. Wszystkie te czynniki mogą być źródłem niepewności i mogą przyczynić się do niepewności przy podejmowaniu decyzji o potrzebie uzyskania informacji dotyczących warunków przechowywania i/lub terminów.

Aby ocenić niepewność dotyczącą decyzji o zapotrzebowaniu na informacje o żywności, wymieniono źródła niepewności związane z samym DT (w ramach którego uwzględniono odpowiednie pytania i struktury) i oceniono je na podstawie wiedzy ekspertów (załącznik A). Struktura DT została oceniona pod kątem tego, czy pominięto jakiegokolwiek istotne pytania lub czy uwzględniono jakiegokolwiek pytania, które nie były istotne, badając różne przykłady żywności. Oceniono również wpływ (kierunek i wielkość) źródeł niepewności na decyzję. Kierunek wpływu został wyrażony jako niedoszacowanie ryzyka, przeszacowanie ryzyka lub jako niejednoznaczny. Ponieważ istnieją tylko dwa alternatywne wyniki drzewka decyzyjnego, niedoszacowanie odnosi się do scenariusza, w którym żywność wymagająca wtórnego okresu przydatności do spożycia (shelf-life) zostałaby sklasyfikowana przez drzewko decyzyjne jako niewymagająca tego; przeszacowanie odnosi się do decyzji dotyczącej żywności niewymagającej wtórnego okresu przydatności do spożycia (shelf-life), która błędnie zostałaby sklasyfikowana jako wymagająca takiego okresu, a nierozstrzygające, gdy błąd może być w obu kierunkach. Wpływ niepewności na decyzję (wielkość) został oceniony przy użyciu trzypoziomowej skali porządkowej od mniejszego do większego znaczenia.

3. Ocena

3.1. Czynniki wewnętrzne, zewnętrzne i ukryte które mogą ulec zmianie po otwarciu opakowania i wpływać na mikrobiologiczne bezpieczeństwo żywności (Zakres zadań 3a)

Znaczenie FSMS, wpływ właściwości żywności i warunków przechowywania (tj. czynników wewnętrznych, zewnętrznych i ukrytych), wpływ przetwarzania żywności na obecność i poziomy mikroorganizmów chorobotwórczych oraz ich zdolność do wzrostu i/lub wytwarzania toksyn w okresie przydatności do spożycia (shelf-life) opisano w Opinii Część 1 (Panel EFSA BIOHAZ, 2020a,b). Jak opisano, na ryzyko dla zdrowia związane z żywnością mają wpływ właściwości żywności i jej wykorzystanie, w tym przechowywanie i obchodzenie się z nią (np. przygotowywanie, gotowanie itp.) przez konsumenta. Wpływ tych czynników na bezpieczeństwo mikrobiologiczne środka spożywczego jest brany pod uwagę przez FBO przy podejmowaniu decyzji o rodzaju oznaczenia daty, okresie przydatności do spożycia (dacie) oraz dostarczonych informacjach o warunkach przechowywania i zamierzonym użyciu żywności. Jednakże, ponieważ otwarcie opakowania żywności może zmienić warunki wpływające na występowanie i zdolność mikroorganizmów chorobotwórczych do wzrostu i/lub wytwarzania toksyn, właściwe może być podanie dodatkowych informacji na temat warunków przechowywania i terminów spożycia po otwarciu opakowania. W takich przypadkach termin (dni) przydatności do spożycia po otwarciu opakowania (wtórny okres przydatności do spożycia) będzie odnosił się do wcześniejszej lub, w niektórych przypadkach, tej samej daty, ale nigdy późniejszej niż pierwotny termin przydatności do spożycia (pierwotny okres przydatności do spożycia nieotwartego środka).

Kluczową kwestią przy rozważaniu warunków przechowywania i limitów czasowych dla otwartych opakowań jest to, czy otwarcie opakowania spowoduje:

- zwiększenie występowania i/lub początkowego stężenia mikroorganizmów chorobotwórczych z powodu np. zanieczyszczenia przez konsumenta (część 3.1.1), i/lub

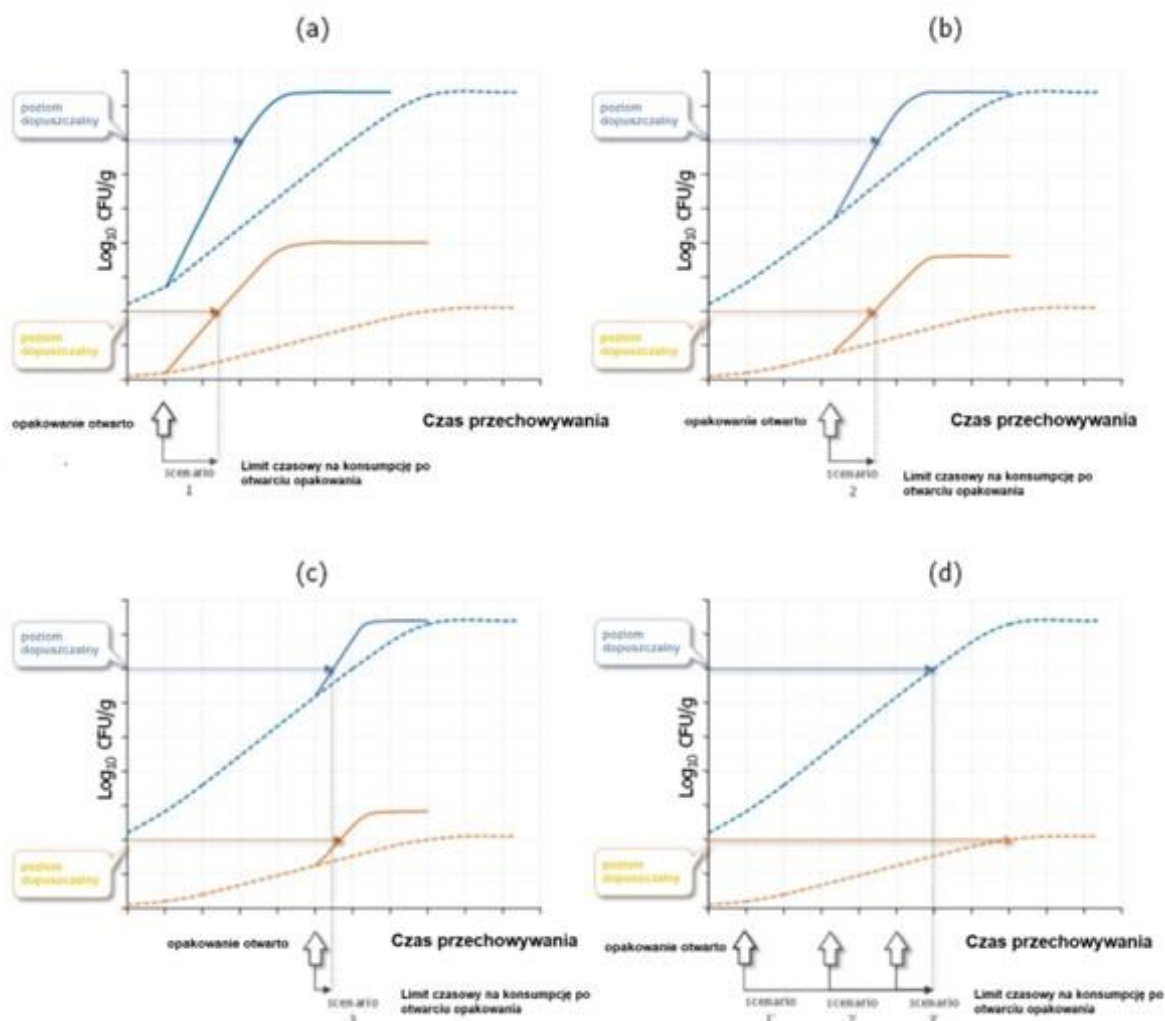
- zmianę jakichkolwiek zewnętrznych, wewnętrznych i ukrytych czynników determinujących potencjalny wzrost i produkcję toksyn przez mikroorganizmy chorobotwórcze obecne w żywności przed otwarciem opakowania lub nowo wprowadzone w wyniku (ponownego) zanieczyszczenia po otwarciu opakowania (Panel BIOHAZ EFSA, 2012) (część 3.1.2).

3.1.1. Czynniki wpływające na rodzaj i początkowe stężenie mikroorganizmów chorobotwórczych

Czynniki, które mogą wpływać na rodzaj i początkowe stężenie mikroorganizmów chorobotwórczych w żywności po otwarciu opakowania przez konsumentów, obejmują czas otwarcia opakowania w okresie przydatności do spożycia środka (pierwotny okres przydatności do spożycia) oraz możliwe zanieczyszczenie żywności po otwarciu opakowania.

3.1.1.1. Punkt czasowy w okresie trwałości środka po otwarciu opakowania

Mikroorganizmy obecne w łatwo psującej się żywności opakowanej mogą rosnąć (zwiększać się), przetrwać (pozostawać na stałym poziomie) lub ginąć (zmniejszać się) podczas przechowywania w zależności od czynników wewnętrznych, zewnętrznych i/lub ukrytych, które będą miały wpływ na ich stężenie w przypisanym okresie przydatności do spożycia (Panel BIOHAZ EFSA, 2020a, b). Dlatego też czas otwarcia opakowania żywności w okresie przydatności do spożycia (shelf-life) środka może mieć wpływ na stężenie mikroorganizmów (patogennych lub powodujących psucie się żywności) obecnych w czasie otwarcia. Gdy opakowanie żywności wspomagającej wzrost jest otwierane blisko końca okresu przydatności do spożycia (shelf-life), można spodziewać się wyższych stężeń bakterii niż w przypadku otwarcia opakowania na wcześniejszych etapach okresu przydatności do spożycia. Sytuacja ta skutkuje skróceniem wtórnego okresu przydatności do spożycia (shelf-life) w porównaniu z żywnością otwieraną bliżej daty produkcji. Rysunek 1 ilustruje tę koncepcję za pomocą różnych scenariuszy, w których wtórny okres przydatności do spożycia (limit czasu po otwarciu opakowania) zależy od czasu otwarcia opakowania środka spożywczego. W trzech różnych scenariuszach (rysunek 1a, b i c), zmiana czynnika zewnętrznego (tj. pakowanie w atmosferze modyfikowanej) powoduje wzrost tempa wzrostu mikroorganizmów, zarówno specyficznych organizmów powodujących psucie (SSO), jak i mikroorganizmów chorobotwórczych. Na czwartym wykresie (d) przedstawiono trzy dodatkowe scenariusze otwarcia opakowania (1^o, 2^o i 3^o), w których otwarcie pakietu nie zmienia czynników zewnętrznych ani tempa wzrostu. W tym przypadku wtórny okres przydatności do spożycia (shelf-life) jest taki sam jak pierwotny okres przydatności do spożycia (shelf-life) nietwartego opakowania (Panel BIOHAZ EFSA, 2020a,b).



Zmiana czynnika zewnętrznego (tj. pakowanie w atmosferze modyfikowanej) powoduje zwiększenie tempa wzrostu (nachylenia linii) zarówno specyficznych organizmów powodujących psucie (SSO), jak i mikroorganizmów chorobotwórczych. Trzy scenariusze (a, b i c) z różnymi punktami czasowymi otwarcia opakowania są reprezentowane przez linie ciągłe, podczas gdy linie przerywane

reprezentują wzrost drobnoustrojów w zapakowanej żywności (nieotwarte opakowanie). Pozostały czas przed przekroczeniem dopuszczalnych poziomów SSO lub patogenów staje się krótszy, im później w pierwotnym okresie przydatności do spożycia (shelf-life) opakowanie zostanie otwarte. Czwarty wykres (d) przedstawia scenariusz, w którym otwarcie opakowania nie zmienia czynników zewnętrznych ani tempa wzrostu drobnoustrojów. W tym przypadku okres przydatności do spożycia (shelf-life) jest taki sam jak okres przydatności do spożycia (shelf-life) nieotwartego opakowania (EFSA BIOHAZ Panel, 2020a). Potencjalny wpływ wzajemny patogenów i SSO nie został zilustrowany na rycinie.

Ryc. 1: Przedstawienie koncepcyjne ilustrujące trzy scenariusze (a, b, c), w których wtórny okres przydatności do spożycia (shelf-life) środka spożywczego (limit czasu po otwarciu opakowania) zależy od czasu otwarcia opakowania podczas pierwotnego okresu przydatności do spożycia (shelf-life)

Lianou i in. przeprowadzili badania nad wpływem punktu w czasie w pierwotnym okresie przydatności do spożycia (shelf-life) środka na stężenie *Listeria monocytogenes* obecnych w czasie otwarcia opakowania (próżniowego) i późniejsze zachowanie w różnych gotowanych wyrobach mięsnych gotowych do spożycia (RTE). (2007a,b) oraz Byelashov i in. (2008). Wyniki testów prowokacyjnych wykazały, że stężenie *L. monocytogenes* może znacznie wzrosnąć wraz z długością okresu przechowywania w lodówce wyrobu zapakowanego próżniowo przed jego otwarciem. Wielkość tego wzrostu różniła się w zależności od rodzaju środka i obecności środków przeciwdrobnoustrojowych (takich jak kwasy organiczne) w ich składzie. Tabela 1 przedstawia względną zmianę (pod względem wzrostu log₁₀) stężenia *L. monocytogenes* zaszczepionych w opakowanych gotowanych wyrobach mięsnych w różnym czasie po otwarciu opakowania próżniowego.

Tabela 1: Wpływ punktu w czasie w pierwotnym okresie przydatności do spożycia (shelf-life) środka po otwarciu opakowania na potencjał wzrostu *Listeria monocytogenes* w gotowanych wyrobach mięsnych RTE

Punkt czasowy w pierwotnym okresie trwałości środka (dni w temperaturze 4° C)	Gotowana szynka peklowana (Lianou i in., 2007a)		Gotowana pierś z indyka niepeklowana (Lianou i in., 2007b)		Frankfurterki (Byelashov i in., 2008)	
	Bez kwasów organicznych	Z mleczanem i dwuocetanem ^(a)	Bez kwasów organicznych	Z mleczanem (1,5%) i dwuocetanem (0,05%)	Bez kwasów organicznych	Z mleczanem (1,5%) i dwuocetanem (0,1%)
5	(b)		1,3	0,1		
10	1,9	0,2				
15			4,2	0,9		
20	3,5	0,6			1,6	0,0
25			5,7	1,8		
35	5,6	1,0				
40					3,8	0,0
50			5,6	2,7		
60	5,6	2,9			4,8	0,0

RTE: gotowe do spożycia.

Uwaga: Wyniki są wyrażone jako log₁₀ wzrostu stężenia *L. monocytogenes* pomiędzy różnymi punktami czasowymi w pierwotnym okresie trwałości środka (wiek środka pakowanego próżniowo w dniach w temperaturze 4° C) a początkowym stężeniem pakowanego środka, bezpośrednio po przetworzeniu.

(a): Stężenie kwasów organicznych nie zostało podane.

(b): Nie określono.

Punkt w czasie, w okresie trwałości środka, w którym opakowanie jest otwierane, określa również stężenie mikroorganizmów tła powodujących psucie, które mogą wchodzić w interakcje z nowo wprowadzonymi patogenami podczas późniejszego przechowywania otwartego opakowania. Na przykład Lianou i in. (2007b) zaobserwowali wzrost stężenia mikroorganizmów powodujących psucie wraz z długością okresu przechowywania przed otwarciem opakowań próżniowych gotowanej nieutwardzonej piersi indyka bez kwasów organicznych (np. 1,7; 2,7; 3,3 i 4,5 log₁₀ CFU/cm² odpowiednio po 5, 15, 35 i 50 dniach przechowywania w temperaturze 4° C). Wzrost stężenia mikroorganizmów powodujących psucie się żywności był związany ze spadkiem tempa wzrostu bakterii chorobotwórczych podczas późniejszego wzrostu w otwartym opakowaniu (w warunkach tlenowych) w temperaturze 7° C (np. odpowiednio 0,51; 0,47; 0,32 i 0,25 log₁₀/dzień).

W gotowanej, nieutwardzonej piersi indyka z dodatkiem mleczanu i dwuocetanu, stężenia bakterii powodujących psucie się podczas przechowywania w opakowaniu próżniowym były znacznie niższe (np. 1,7; 1,6; 2,0 i 2,9 log₁₀ CFU/cm² odpowiednio po 5, 15, 35 i 50 dniach w temperaturze 4° C) i nie miały wpływu na tempo wzrostu patogenu podczas późniejszego wzrostu w otwartym opakowaniu (w warunkach tlenowych) w temperaturze 7° C (np. średnio 0,15 log₁₀/dzień, niezależnie od czasu, w którym opakowanie było otwarte). Wyniki te są zgodne z badaniami przeprowadzonymi na delikatесowych wędlinach typu cook-in-bag (zawierających kwasy organiczne) (Geornaras i in., 2013), wykazującymi, że mikroorganizmy powodujące psucie utrzymywały się na poziomie poniżej 2 log₁₀ CFU/cm² przez 180 dni w temperaturze 1,7° C, a wiek środka przed otwarciem, pokrojeniem i zanieczyszczeniem *L. monocytogenes* oraz ponownym zapakowaniem nie miał wpływu na zachowanie patogenu podczas późniejszego przechowywania w temperaturze 4° C przez 13 tygodni.

W innym przykładzie dotyczącym różnych rodzajów sera zaobserwowano znaczące zahamowanie wzrostu zaszczepionych *L. monocytogenes* w próbkach znajdujących się blisko końca okresu przydatności do spożycia (shelf-life), tj. o wysokim stężeniu mikroorganizmów tła (całkowita liczba drobnoustrojów zdolnych do przeżycia), w porównaniu ze wzrostem patogenu

zaszczepionego w próbkach znajdujących się blisko daty produkcji (Kapetanakou i in., 2017).

Z tych przykładów jasno wynika, że punkt w czasie w którym nastąpiło otwarcie opakowania żywności może wpływać nie tylko na początkowe stężenie patogenów w czasie otwarcia, ale także na stężenie drobnoustrojów powodujących psucie się żywności i potencjał wzrostu patogenów (początkowo obecnych lub wprowadzonych po otwarciu) (Ryc. 1). Wszystkie te czynniki mogą mieć wpływ na wtórny okres przydatności do spożycia (shelf-life) i dlatego trudno jest zdefiniować pojedynczy wtórny okres przydatności do spożycia (shelf-life), o ile nie upraszcza się sprawy i nie opiera się wtórnego okresu przydatności do spożycia (shelf-life) na najgorszym scenariuszu. Warunkowy wtórny okres przydatności do spożycia (shelf-life) uwzględniający powyższe czynniki (np. różne terminy w zależności od czasu otwarcia) może być bardziej odpowiednią, ale bardziej złożoną alternatywą.

3.1.1.2. Zanieczyszczenie żywności po otwarciu opakowania

Po otwarciu zapakowanej żywności może ona być narażona na zanieczyszczenie mikroorganizmami chorobotwórczymi i powodującymi psucie się żywności. Narażenie na zanieczyszczenie po otwarciu opakowania może wprowadzić nowe mikroorganizmy chorobotwórcze lub zwiększyć stężenie już obecnych mikroorganizmów chorobotwórczych. Drogami zakażenia mogą być: przepływ powietrza (w lodówce lub okolicznych pomieszczeniach), kapanie płynów, zanieczyszczone powierzchnie kuchenne, przybory kuchenne, a w szczególności ręce podczas wyjmowania kawałków żywności z opakowania. Ogólnie rzecz biorąc, warunki obsługi na etapie konsumenckim nie osiągają standardów higienicznych i świadomości higienicznej zwykłe stosowanej w przemyśle spożywczym i zakładach z wdrożonymi programami wstępnymi (dobra praktyka higieniczna, GHP) (Haysom i Sharp, 2005; Kennedy i in., 2011; Mihalache i in., 2021). Na przykład *L. monocytogenes* mogą być obecne w lodówkach konsumentów, na ściereczkach do naczyń, szczotkach do mycia naczyń i powierzchniach kuchennych i mogą zanieczyszczać żywność przechowywaną w otwartych opakowaniach (Beumer i in., 1996; Dumitrascu i in., 2020). Ręce i naczynia konsumentów mogą być zanieczyszczone patogenami jelitowymi, takimi jak *Salmonella* spp., *E. coli* (Scott, 2000) lub konsumenci mogą być nosicielami *Staphylococcus aureus* (Acco i in., 2003; Uyttendaele i in., 2018). Gdy te patogeny zostaną przeniesione do żywności, może nastąpić wzrost i/lub produkcja toksyn w zależności od czynników wewnętrznych, zewnętrznych i ukrytych (patrz część 3.1.2).

Żywność o przedłużonej trwałości poddana obróbce cieplnej (z terminem przydatności do spożycia, np. warzywa w puszkach, dżemy/marmolady, zakwaszone sosy), w której obróbka sterylizująca wyeliminowała wszystkie zarodniki i bakterie wegetatywne zdolne do rozwoju w żywności, może być przechowywana w temperaturze otoczenia w nieotwartym opakowaniu. Jednak po otwarciu żywność musi być przechowywana w lodówce przez pozostały okres przydatności do spożycia (shelf-life), jeśli wewnętrzne i zewnętrzne czynniki wpływające na żywność sprzyjają rozwojowi mikroorganizmów chorobotwórczych lub powodujących psucie się żywności, które mogą zostać wprowadzone po otwarciu opakowania (patrz część 3.1.2).

Innym przykładem jest wzrost i produkcja toksyn przez koagulazo-dodatnie *S. aureus*, gdy zanieczyszczenie przez osoby zajmujące się żywnością występuje w żywności poddanej obróbce cieplnej, takiej jak posiłki RTE, gdzie konkurencyjna mikroflora została wyeliminowana podczas przetwarzania żywności, a temperatura przechowywania jest odpowiednia dla wzrostu patogenu i produkcji toksyn (np. temperatura > 12° C) (Panel BIOHAZ EFSA, 2012).

Ilościowe informacje na temat względnego znaczenia różnych dróg skażenia są skąpe, ale niektóre drogi zostały zbadane przy użyciu metod eksperymentalnych (Kusumaningrum i in., 2003) i/lub ilościowej oceny ryzyka mikrobiologicznego (QMRA) (Yang i in., 2006). Szybkość przenoszenia patogenów będzie następować poprzez różne drogi zanieczyszczenia żywności (w otwartym opakowaniu). Szybkość transferu jest wyrażona jako ułamek transferu ze źródła zanieczyszczenia do żywności w oparciu o eksperymenty naśladujące sytuacje w (domowych) kuchniach. Na przykład, *Salmonella Enteritidis*, *Staphylococcus aureus* i *Campylobacter jejuni* były łatwo przenoszone z mokrych gąbek na powierzchnie ze stali nierdzewnej i z tych powierzchni na plasterki ogórka i fileta z kurczaka, a wskaźniki przenoszenia wahały się od 20% do 100% zanieczyszczenia środka (Kusumaningrum i in., 2003). Inne przykłady naśladujące sytuacje w domu obejmują badania określające ilościowo wskaźniki skażenia bakteryjnego między różnymi patogenami a świeżo pokrojonymi produktami i rękami (Jensen i in., 2017), wskaźniki transferu między kurczakiem, deskami do krojenia, rękami i nożami w kuchni (Van Asselt i in., 2008) oraz sałatą i nożami (Zilelidou i in., 2015).

3.1.2. Czynniki wpływające na wzrost mikroorganizmów

3.1.2.1. Zmiana czynników zewnętrznych

W przypadku żywności pakowanej w atmosferze modyfikowanej (MAP) lub pakowanej próżniowo, otwarcie opakowania ma duży wpływ na atmosferę gazową, powodując utratę zamierzonego efektu ochronnego kompozycji gazowej wewnątrz nienaruszonego opakowania (np. utrata niskiego stężenia O₂ i/lub wysokiego stężenia CO₂). Sytuacja ta może skutkować korzystniejszymi warunkami dla rozwoju mikroorganizmów chorobotwórczych już obecnych lub wprowadzonych w wyniku zanieczyszczenia (zob. część 3.1.1.2). Na przykład Tsigarida i in. (2000) stwierdzili brak lub ograniczony wzrost *L. monocytogenes* w próbkach mięsa przechowywanych w opakowaniach próżniowych lub MAP (40% CO₂/30% O₂/30% N₂) w nieprzepuszczalnej dla tlenu folii, niezależnie od obecności mikroflory tła. Jednak w innym badaniu *L. monocytogenes* rosły w mięsie pakowanym w warunkach tlenowych (tempo wzrostu 0,31 log₁₀/dzień), ale także w próżni (0,28 log₁₀/dzień) lub MAP (0,13 log₁₀/dzień) z materiałem o wysokiej przepuszczalności. Dlatego po otwarciu opakowania można spodziewać się przejścia od braku wzrostu do tempa wzrostu odpowiadającego warunkom tlenowym. Inne badania, ilustrujące różnice we wzroście w MAP lub próżni, w porównaniu z powietrzem, zostały zgłoszone dla bakterii we frankfurterkach (Byelashov i in., 2008), posiłkach RTE (Daelman i in., 2013c) i surowym łososiu (Kuuliala i in., 2019).

Zachowanie *L. monocytogenes* w łososiu wędzonym na zimno w różnych scenariuszach przechowywania i otwierania opakowań oceniono za pomocą modelu Przewidywania Psucia i Bezpieczeństwa Żywności⁸ (FSSP) (VKM, 2018). Zgodnie z wynikami, wzrost tempa wzrostu *L. monocytogenes* spowodowany utratą CO₂ podczas otwierania opakowania na poziomie konsumenta, spowodowałby skrócenie o około 40% czasu potrzebnego patogenowi do osiągnięcia maksymalnego dopuszczalnego poziomu (tj. wyrażonego jako wzrost o 2 log, około 6 dni w otwartym opakowaniu i 10 dni w nieotwartym opakowaniu). Przewidywania oparto na czynnikach wewnętrznych wędzonego łososia, które uznano za najbardziej

⁸ FSSP v4.0, <http://fssp.food.dtu.dk/>

prawdopodobne.

W przypadku stosowania aktywnych opakowań, w których środki przeciwdrobnoustrojowe znajdują się na lub w materiale mającym kontakt z żywnością, największego wpływu na wzrost patogenów można oczekiwać, gdy żywność zostanie usunięta do innego pojemnika, a aktywne związki nie będą już miały kontaktu z samą żywnością (Yildirim i in., 2018).

W porównaniu z nieotwartą, zapakowaną żywnością przechowywaną w lodówce, otwarta, zapakowana żywność, jeśli nie jest spożywana od razu, może być narażona na działanie wysokiej temperatury (otoczenia) przez zmienne lub powtarzające się okresy, gdy konsument wyjmuje opakowanie z lodówki w celu obróbki i przygotowania przed spożyciem. Wpływ nadmiernych temperatur związanych z domowymi lodówkami na nieotwarte i otwarte opakowania (resztek) oraz przechowywanie otwartych opakowań na blacie został stochastycznie oceniony w QMRA dla *L. monocytogenes* w wędlinach delikatesowych opracowanych przez Yang i in. (2006). Wyniki modelowania wykazały, że nieodpowiednie przechowywanie związane z temperaturami chłodzenia wykazało największy wkład w 10⁶-krotny wzrost ryzyka spowodowany obchodzeniem się z żywnością w domach.

3.1.2.2. Zmiana czynników wewnętrznych

Zapakowana żywność ma pewne nieodłączne właściwości, które określają potencjał wzrostu mikroorganizmów chorobotwórczych w okresie przydatności do spożycia (EFSA BIOHAZ Panel, 2020a,b). Jednak po otwarciu opakowania może dojść do zmiany tych właściwości, chociaż może to nie być tak oczywiste, jak w przypadku czynników zewnętrznych (atmosfera i temperatura) opisanych w części 3.1.2.1. Zmiana czynników wewnętrznych może spowodować zwiększony lub zmniejszony wzrost, a nawet doprowadzić do zmniejszenia liczby niektórych obecnych mikroorganizmów.

Na przykład, w zależności od równowagi między wilgotnością względną powietrza w kontakcie z żywnością (np. w lodówce) a wilgotnością produktu, żywność może ulec odwodnieniu, a powierzchnia może ulec zmniejszeniu, co może spowodować zmniejszenie tempa wzrostu mikroorganizmów. Alternatywnie, żywność może wchłaniać wodę, prowadząc do zwiększonego a_w , sprzyjając w ten sposób rozwojowi drobnoustrojów (Devlieghere i in., 2016).

Gaz CO₂ w opakowaniach MAP częściowo rozpuszcza się w żywności i może powodować obniżenie pH z powodu tworzenia się kwasu węglowego (H₂CO₃) (Devlieghere i in., 1998). Jednak po otwarciu CO₂ gwałtownie spada, odwracając reakcję, a rozpuszczony CO₂ jest ponownie uwalniany, co powoduje wzrost pH produktu.

Ponadto na pH i/lub obecność substancji przeciwdrobnoustrojowych może mieć również wpływ proliferacja mikrobiologiczna i związany z nią metabolizm mikroorganizmów. Efekty te są dalej omówione w ramach czynników ukrytych.

3.1.2.3. Zmiana czynników ukrytych

Wszelkie zmiany czynników wewnętrznych i zewnętrznych po otwarciu opakowania będą miały wpływ na interakcje między mikroorganizmami i mogą skutkować zmianą konkurencyjności między różnymi mikroorganizmami. Ogólnie rzecz biorąc, zmiany w interakcjach między patogenami i organizmami powodującymi psucie obecnymi w żywności, po otwarciu opakowania żywności, są ważnym czynnikiem pośrednim w określaniu wtórnego okresu przydatności do spożycia (shelf-life). Jedna grupa patogenów lub mikroorganizmów powodujących psucie może mieć mniejsze znaczenie przy określaniu pierwotnego okresu przydatności do spożycia (shelf-life), ale ze względu na zmiany zachodzące po otwarciu opakowania, może stać się ważniejsza we wtórnym okresie przydatności do spożycia (shelf-life). Wpływ zmiany ukrytych czynników występujących podczas otwierania opakowania jest zazwyczaj mniej oczywisty niż zmiany w zachowaniu drobnoustrojów spowodowane zmianami czynników zewnętrznych lub wewnętrznych.

Zmiany czynników zewnętrznych (np. atmosfery) mogą w różnym stopniu modyfikować tempo wzrostu mikroorganizmów powodujących psucie żywności i patogenów. W takich okolicznościach czas, w którym wzrost patogenu jest hamowany, tj. gdy dominujący mikroorganizm powodujący psucie osiąga maksymalną gęstość, tj. efekt Jamesona (Jameson, 1962), będzie inny. Zjawisko to można zilustrować, łącząc modele predykcyjne wzrostu *L. monocytogenes* i bakterii kwasu mlekowego (LAB) w celu zidentyfikowania „obszarów ryzyka” lub „scenariuszy ryzyka”, w których patogen osiąga maksymalny dopuszczalny poziom (tj. 100 CFU/g), zanim LAB osiągnie maksymalną gęstość populacji (i zatrzyma swój wzrost oraz wzrost patogenu) lub poziom psucia się (i spowoduje odrzucenie produktu) (Devlieghere i in., 2001; Jofre i in., 2019). Podejście to zostało zastosowane w niniejszej opinii w celach ilustracyjnych do oceny wpływu otwarcia opakowania gotowanego wyrobu mięsnego w różnych temperaturach poprzez symulacje dostarczone przez model predykcyjny Mejlholm i Dalgaard (2013) dostępny w narzędziu FSPP (Tabela 2).

W tym narzędziu przewiduje się, że po otwarciu opakowania utrata CO₂ powoduje wzrost tempa wzrostu drobnoustrojów, który jest wyższy dla *L. monocytogenes* w porównaniu z LAB. W rezultacie po otwarciu opakowania patogen będzie w stanie osiągnąć limit ($m = M = 100$ CFU/g) w kryterium mikrobiologicznym (Rozporządzenie Komisji (WE) nr 2073/2005) szybciej niż wtedy, gdy jego wzrost jest zahamowany z powodu interakcji z LAB. W porównaniu z nieotwartym opakowaniem, wystąpiłoby to w nieco szerszym zakresie scenariuszy temperatury i stężenia LAB w czasie otwarcia opakowania.

Tabela 2: Wyniki symulacji zmiany interakcji wzrostu między *L. monocytogenes* i bakteriami kwasu mlekowego (LAB) podczas otwierania opakowania ze zmodyfikowaną atmosferą (MAP) gotowanego wyrobu mięsnego^(a). W nawiasach podano stosunek czasu osiągnięcia akceptowalnego poziomu przez *L. monocytogenes* do czasu osiągnięcia przez LAB maksymalnej gęstości populacji. Kod kolorów znajduje się w przypisie

Temperatura	<i>L. monocytogenes</i>			Bakterie kwasu mlekowego (LAB)					
	Tempo wzrostu (log ₁₀ /dzień)	Czas (dni) do osiągnięcia akceptowalnego poziomu (10 ² CFU/g) od		Tempo wzrostu (log _w /dzień)	Czas (dni) do osiągnięcia maksymalnej gęstości populacji LAB z różnych stężeń (stosunek czasu do osiągnięcia akceptowalnego poziomu przez <i>L. monocytogenes</i> do czasu, w którym LAB osiąga maksymalną gęstość populacji)				
		1 CFU/g	10 CFU/g		10 CFU/g	102 CFU/g	103 CFU/g	104 CFU/g	105 CFU/g
MAP (nieotwarte opakowanie)									
4° C	0,06	32,0 ^(b)		0,32	23,2 (1,4) ^(c)	20,1 (1,6)	17,0 (1,9)	13,9 (2,3)	10,8 (3,0)
			16,0		23,2 (0,7) ^(d)	20,1 (0,8)	17,0 (0,9) ^(e)	13,9 (1,1)	10,8 (1,5)
6° C	0,15	13,0		0,48	15,6 (0,8)	13,5 (1,0)	11,4 (1,1)	9,3 (1,4)	7,3 (1,8)
			6,5		15,6 (0,4)	13,5 (0,5)	11,4 (0,6)	9,3 (0,7)	7,3 (0,9)
8° C	0,27	7,4		0,67	11,2 (0,7)	9,7 (0,8)	8,2 (0,9)	6,7 (1,1)	5,2 (1,4)
			3,7		11,2 (0,3)	9,7 (0,4)	8,2 (0,5)	6,7 (0,6)	5,2 (0,7)
10° C	0,38	5,2		0,90	8,4 (0,6)	7,3 (0,7)	6,1 (0,8)	5,0 (1,0)	3,9 (1,3)
			2,6		8,4 (0,3)	7,3 (0,4)	6,1 (0,4)	5,0 (0,5)	3,9 (0,7)
Otwarte opakowanie (utrata CO₂)									
4° C	0,09	22,1		0,36	20,7 (1,1)	18,0 (1,2)	15,2 (1,5)	12,4 (1,8)	9,7 (2,3)
			11,0		20,7 (0,5)	18,0 (0,6)	15,2 (0,7)	12,4 (0,9)	9,7 (1,1)
6° C	0,21	9,7		0,53	14 (0,7)	12,2 (0,8)	10,3 (0,9)	8,4 (1,2)	6,5 (1,5)
			4,8		14 (0,3)	12,2 (0,4)	10,3 (0,5)	8,4 (0,6)	6,5 (0,7)
8° C	0,34	5,9		0,74	10,1 (0,6)	8,8 (0,7)	7,4 (0,8)	6,1 (1,0)	4,7 (1,3)
			3,0		10,1 (0,3)	8,8 (0,3)	7,4 (0,4)	6,1 (0,5)	4,7 (0,6)
10° C	0,47	4,2		0,98	7,6 (0,6)	6,6 (0,6)	5,6 (0,8)	4,6 (0,9)	3,6 (1,2)
			2,1		7,6 (0,3)	6,6 (0,3)	5,6 (0,4)	4,6 (0,5)	3,6 (0,6)

(a): Przewidywania przeprowadzono za pomocą modelu predykcyjnego dostępnego w narzędziu FSSP v4.0 przy użyciu wartości wejściowych reprezentujących gotowane wyroby mięsne RTE, jak opisano w Jofre i in. (2019). Maksymalną gęstość populacji LAB przyjęto na poziomie $2,3 \cdot 10^8$ CFU/g.

(b): Przewidywania bez uwzględnienia interakcji spowodowanej efektem Jamesona. Jeśli LAB osiągnie maksymalną gęstość populacji we wcześniejszym czasie, *L. monocytogenes* przestanie rosnąć i pozostanie poniżej akceptowalnego poziomu 100 CFU/g.

(c): Bezpieczny scenariusz (zielone tło): *L. monocytogenes* nie osiąga maksymalnego dopuszczalnego poziomu, ponieważ zatrzymuje swój wzrost, ponieważ LAB osiąga maksymalną gęstość populacji (stosunek > 1).

(d): Zagrożony scenariusz (czerwone tło): *L. monocytogenes* osiąga maksymalny dopuszczalny poziom, zanim LAB osiągnie maksymalną gęstość populacji (stosunek < 1).

(e): Scenariusz (pośredniego) ryzyka (pomarańczowe tło, współczynnik bliski 1): LAB osiąga maksymalny dopuszczalny poziom (związany z psuciem się), zanim *L. monocytogenes* osiągnie maksymalny dopuszczalny poziom, jednak patogen nadal rośnie i osiąga maksymalny dopuszczalny poziom, zanim LAB osiągnie maksymalną gęstość populacji.

Zmiany w interakcjach między mikroorganizmami mogą również wystąpić z powodu wzrostu niektórych grup mikroorganizmów i ich aktywności metabolicznej. Na przykład, aktywność metaboliczna *Pseudomonas* spp. na mięsie kurczaka może być wykryta po utracie zmodyfikowanej atmosfery beztlenowej po otwarciu opakowania, powodując aktywność autolityczną (denaturację proteolityczną białek mięsa) i prowadząc do wzrostu pH.

3.1.3. Uwagi końcowe

- Punkt czasowy otwarcia opakowania w pierwotnym okresie przydatności do spożycia (shelf-life) może wpływać na rodzaj i stężenie mikroorganizmów obecnych w żywności (tj. im bliżej końca okresu przydatności do spożycia (shelf-life), tym wyższe spodziewane stężenie większości mikroorganizmów).
- Po otwarciu opakowania z żywnością może dojść do zanieczyszczenia poprzez przepływ powietrza, kapanie płynów lub w wyniku kontaktu konsumenta z żywnością za pośrednictwem rąk, przyborów kuchennych, pojemników itp. Informacje ilościowe na temat względnego znaczenia różnych dróg skażenia są skąpe, zgłaszany jest szeroki zakres wskaźników przenoszenia patogenów do żywności naśladujących sytuacje w domu.
- Otwarcie opakowania żywności może zmienić warunki związane z żywnością, wpływając na zdolność mikroorganizmów chorobotwórczych do wzrostu i/lub wytwarzania toksyn (tj. czynniki zewnętrzne, wewnętrzne lub ukryte). Czynniki zewnętrzne (takie jak skład atmosfery) są prawdopodobnie najważniejszymi czynnikami, które mogą ulec zmianie po otwarciu opakowania. Ochrona zapewniana przez pakowanie próżniowe lub pakowanie MAP zostaje utracona i można oczekiwać zmiany w zachowaniu wzrostowym (zwykle zwiększenie zdolności/szybkości wzrostu) patogenów w żywności. Należy również wziąć pod uwagę wpływ zmian czynników wewnętrznych (takich jak a_w lub pH) i ukrytych (takich jak konkurencyjna mikroflora) na wzrost patogenów po otwarciu opakowań.
- Ustalenie limitu czasu spożycia po otwarciu opakowania (wtórny okres przydatności do spożycia) jest skomplikowane ze względu na wiele czynników wpływających i braki w informacjach. Dodatkowy poziom złożoności wynika z potrzeby uwzględnienia zachowań konsumentów i dających się rozsądnie przewidzieć warunków używania, jak opisano przez Panel BIOHAZ EFSA (2020a)

3.2. Wytyczne dotyczące decyzji o dostarczeniu dodatkowych informacji na temat otwartych opakowań (Zakres zadań 3 b)

Celem tej części jest zapewnienie wytycznych dla FBO w zakresie określania warunków przechowywania i limitu czasu po otwarciu opakowania z żywnością.

3.2.1. Opracowanie drzewka decyzyjnego dla terminu spożycia po otwarciu opakowania

DT pomoże FBO w podjęciu decyzji, czy właściwe jest wskazanie warunków przechowywania i terminu spożycia po otwarciu opakowania. Podstawowe założenia DT są następujące:

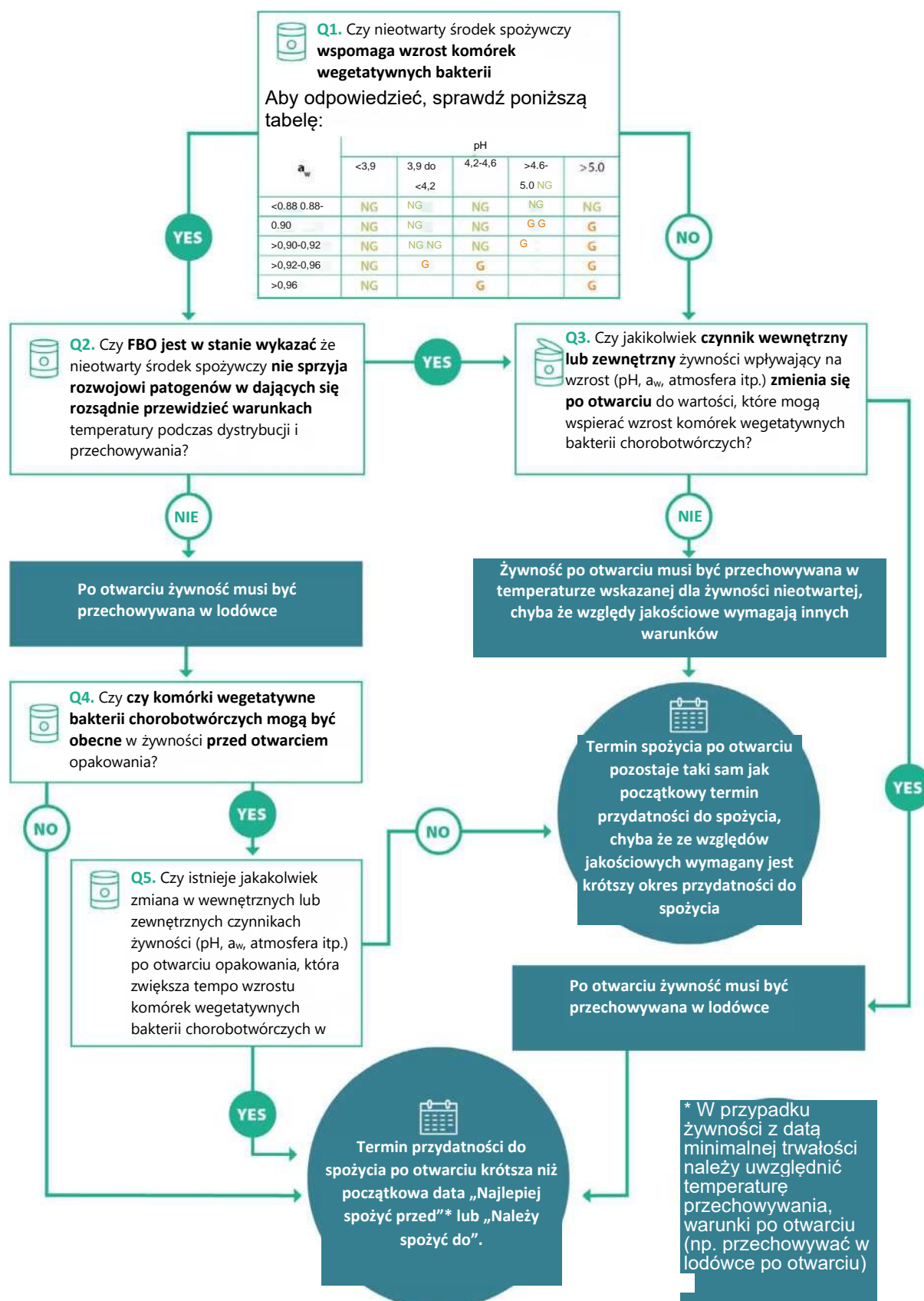
- Po otwarciu opakowania zawsze możliwe jest zanieczyszczenie środka mikroorganizmami chorobotwórczymi
- Termin spożycia po otwarciu opakowania w odniesieniu do początkowego terminu przydatności do spożycia lub daty minimalnej trwałości zależy od tego, czy otwarcie opakowania zmienia:

o rodzaj mikroorganizmów chorobotwórczych w żywności (np. zanieczyszczenie komórkami wegetatywnymi nieobecnymi w nieotwartym opakowaniu żywności, które generalnie mają szerszy zakres możliwości wzrostu w porównaniu do wzrostu i/lub produkcji toksyn z zarodników), lub

o czynniki wpływające na wzrost mikroorganizmów chorobotwórczych w porównaniu ze środkiem nieotwartym.

DT składa się z sekwencji pięciu pytań, które prowadzą do decyzji, czy wtórny okres przydatności do spożycia (tj. termin spożycia po otwarciu opakowania) powinien być taki sam (nie ma potrzeby podawania dodatkowych informacji) czy krótszy (należy wskazać warunki przechowywania i/lub terminy spożycia) w porównaniu z pierwotnym okresem przydatności do spożycia („najlepiej spożyć przed” lub „należy spożyć do” nieotwartej żywności (Ryc. 2)).⁹ Należy zauważyć, że pierwotny okres przydatności do spożycia jest wskazany na etykiecie nieotwartej żywności jako data, podczas gdy wtórny okres przydatności do spożycia jest wskazany w dniach (po otwarciu). W sporządzonym DT termin ‘krótszy termin do spożycia po otwarciu opakowania niż początkowa data „należy spożyć do” lub „najlepiej spożyć przed” oznacza, że wtórny okres przydatności do spożycia (shelf-life) w dniach powinien być krótszy niż (lub w niektórych przypadkach okaże się taki sam jak) liczba dni między czasem otwarcia opakowania a terminem przydatności do spożycia lub minimalnej trwałości. W przypadku daty „należy spożyć do” termin „krótszy” odnosi się wyłącznie do okresu przydatności do spożycia (shelf-life), który jest określony przez bezpieczeństwo, a nie przez jakość.

⁹ Drzewko decyzyjne jest dostępne w języku francuskim, niemieckim, włoskim i hiszpańskim w części „Informacje pomocnicze”. Należy pamiętać, że oficjalną wersją jest drzewko decyzyjne w języku angielskim.



Ryc. 2: Drzewko decyzyjne służące do podejmowania decyzji, czy dodatkowe informacje o warunkach przechowywania i terminie spożycia po otwarciu opakowania są odpowiednie

Pytanie 1 (Q1) odnosi się do zdolności środka spożywczego, przed otwarciem opakowania, do wspierania wzrostu vegetatywnych komórek mikroorganizmów chorobotwórczych, co jest oceniane na podstawie zmierzonego pH i a_w za pomocą tabeli dostarczonej w DT. Należy zauważyć, że tabela odnosi się do optymalnej temperatury wzrostu i optymalnych warunków dla wszystkich innych czynników wpływających na wzrost drobnoustrojów (np. brak konserwantów i brak MAP lub pakowania próżniowego). W związku z tym wyższe pH i/lub a_w w połączeniu z dodatkowymi przeszkodami może również hamować wzrost patogennych bakterii vegetatywnych, ale należy przedstawić dowody naukowe potwierdzające zahamowanie wzrostu (Q2). W przypadku żywności mieszanej, w której czynniki wewnętrzne, takie jak pH i a_w , mogą się zmieniać podczas mieszania składników i/lub podczas późniejszego przechowywania, odpowiedzi na pytania Q1 i Q2 powinny opierać się na wartościach czynników wewnętrznych w stanie równowagi. Gdy konwergencja do stanu równowagi jest powolna, odpowiedzi na pytania Q1 i Q2 powinny opierać się na składnikach o bardziej korzystnych czynnikach wewnętrznych dla wzrostu drobnoustrojów.

Środki spożywcze, których pH i a_w przed otwarciem umożliwiają wzrost komórek vegetatywnych patogenu (Q1: Tak), muszą być przechowywane w warunkach chłodniczych, chyba że FBO jest w stanie wykazać, że środek nie sprzyja wzrostowi patogenów w racjonalnie przewidywalnych warunkach temperatury podczas dystrybucji i przechowywania, na przykład z powodu dodatkowych przeszkód (takich jak konserwanty, atmosfera pakowania) (Q2: Tak). Wykazanie tego ostatniego może wymagać szczegółowych badań, np. testów prowokacyjnych koncentrujących się na odpowiednich mikroorganizmach chorobotwórczych w oparciu o żywność, jej cechy i warunki przechowywania (zob. panel BIOHAZ EFSA, 2020a, część 3.4.2).

W przypadku środków spożywczych, które na podstawie właściwości (pH i a_w) przed otwarciem opakowania nie sprzyjają wzrostowi komórek vegetatywnych mikroorganizmów chorobotwórczych (Q1: Nie), nie oczekuje się, aby czas przechowywania po otwarciu opakowania wpływał na ryzyko dla konsumenta, o ile otwarcie opakowania nie spowoduje zmiany czynników wewnętrznych lub zewnętrznych (pH, a_w , atmosfera itp.) środka spożywczego do wartości, które mogą sprzyjać wzrostowi komórek vegetatywnych mikroorganizmów chorobotwórczych (Q3: Nie). W takim przypadku wtórny okres przydatności do spożycia (shelf-life) po otwarciu jest taki sam jak początkowy termin przydatności do spożycia, chyba że ze względów jakościowych wymagany jest krótszy wtórny okres przydatności do spożycia (shelf-life). W przypadku środka spożywczego, dla którego otwarcie opakowania powoduje zmianę czynników wewnętrznych lub zewnętrznych (pH, wilgotność, atmosfera itp.) do wartości, które mogą sprzyjać wzrostowi komórek vegetatywnych mikroorganizmów chorobotwórczych (Q3: Tak), środek musi być przechowywany w warunkach chłodniczych, a termin spożycia po otwarciu musi być krótszy niż początkowy termin przydatności do spożycia lub data minimalnej trwałości, jeśli ta pierwsza została określona na podstawie bezpieczeństwa środka.

W przypadku środków spożywczych, które wspierają wzrost komórek vegetatywnych mikroorganizmów chorobotwórczych przed otwarciem, w oparciu o pH i a_w (Q1: Tak), a FBO nie jest w stanie wykazać, że środek nie wspiera wzrostu w racjonalnie przewidywalnych warunkach temperatury podczas dystrybucji i przechowywania z powodu dodatkowych przeszkód (Q2: Nie), Q4 odnosi się do obecności komórek vegetatywnych mikroorganizmów chorobotwórczych w produkcie przed otwarciem opakowania, a Q5 do tego, czy otwarcie opakowania powoduje jakąkolwiek zmianę czynników wewnętrznych lub zewnętrznych (pH, a_w , atmosfera itp.) środka spożywczego, która zwiększa tempo wzrostu komórek vegetatywnych mikroorganizmów chorobotwórczych w porównaniu z opakowaniem nieotwartym. Na przykład, gdy komórki vegetatywne bakterii chorobotwórczych mogą być obecne przed otwarciem (Q4: Tak), a środek spożywczy jest pakowany w warunkach tlenowych, nie oczekuje się, że otwarcie opakowania zmieni rodzaj mikroorganizmu chorobotwórczego, ponieważ komórki vegetatywne o większym potencjale wzrostu niż zarodniki mogą już być obecne w żywności lub czynnikach wpływających na ich wzrost (Q5: Nie). W związku z tym termin spożycia po otwarciu może być taki sam, jak początkowy termin przydatności do spożycia, chyba że ze względów jakościowych wymagany jest krótszy wtórny okres przydatności do spożycia (shelf-life). W przypadku środka spożywczego, w którym komórki vegetatywne mikroorganizmów chorobotwórczych są nieobecne (ze względu na etapy produkcji/przetwarzania) (Q4: Nie) lub komórki vegetatywne są obecne, a po otwarciu opakowania nastąpiła zmiana czynników wewnętrznych lub zewnętrznych żywności, która zwiększa tempo wzrostu komórek vegetatywnych bakterii chorobotwórczych w porównaniu z nieotwartym opakowaniem (Q5: Tak), wówczas termin spożycia po otwarciu musi być krótszy niż początkowy termin przydatności do spożycia lub data minimalnej trwałości, gdy ta pierwsza została określona na podstawie bezpieczeństwa środka. Wynika to z faktu, że w tym drugim przypadku oczekuje się, że otwarcie opakowania zmieni rodzaj patogennych mikroorganizmów (np. z zarodników na komórki vegetatywne) obecnych w żywności i/lub czynniki (atmosferę) wpływające na ich wzrost.

3.2.2. Przykłady zastosowań drzewka decyzyjnego dla terminu spożycia po otwarciu opakowania

Tabela 3 przedstawia kilka przykładów zastosowania DT w celu określenia limitu czasu spożycia po otwarciu opakowania dla określonych środków spożywczych. Jak wspomniano wcześniej, odpowiedzi na pytania DT zależą od warunków przetwarzania/pakowania oraz czynników wewnętrznych i zewnętrznych określonego środka spożywczego. Oznacza to, że wynik DT może być różny nawet dla środków o tej samej nazwie rodzajowej. W związku z tym przyjęto pewne założenia dotyczące warunków przetwarzania/pakowania, np. warunków aseptycznych lub płukania gazem obojętnym, a także czynników wewnętrznych. W kolejnych akapitach omówiono przykłady zastosowań, ilustrując, jak niewielkie różnice w składzie/ warunkach przetwarzania/pakowania oraz czynnikach wewnętrznych/zewnętrznych mogą wpływać na wynik DT.

Mleko i wyroby mleczne

Mleko UHT o pH > 6,5 i a_w > 0,99 sprzyja rozwojowi vegetatywnych komórek mikroorganizmów chorobotwórczych, gdy jest nieotwarte (Q1: Tak) i zwykle FBO nie może przedstawić dowodów na to, że jest inaczej, biorąc pod uwagę dające się rozsądnie przewidzieć warunki temperaturowe podczas dystrybucji i przechowywania (Q2: Nie). Oczekuje się, że obróbka UHT (> 135°C przez 2-5 s) wyeliminuje zarodniki bakterii przenoszonych przez żywność. Przemysł mleczarski często korzysta z aseptycznych urządzeń napełniających do pakowania wyrobów, a zatem nie ma możliwości ponownego skażenia po obróbce cieplnej i przed pakowaniem. W oparciu o powyższe, komórki vegetatywne mikroorganizmów chorobotwórczych nie mogą być obecne w żywności przed otwarciem opakowania (Q4: Nie), a zatem wynik DT jest taki, że termin spożycia po otwarciu opakowania musi być krótszy niż początkowy termin przydatności do spożycia. W przypadku braku aseptycznego pakowania, komórki vegetatywne mikroorganizmów chorobotwórczych mogą być obecne w żywności przed otwarciem opakowania (Q4: Tak) i nie ma zmian w wewnętrznych lub zewnętrznych czynnikach mleka UHT o otwarciu opakowania, które zwiększyłyby tempo wzrostu komórek vegetatywnych bakterii chorobotwórczych w porównaniu z nieotwartym opakowaniem (Q5: Nie), wówczas termin spożycia po otwarciu może być zgodny z początkowym terminem przydatności do spożycia, chyba że ze względów jakościowych wymagany

jest krótszy wtórny okres przydatności do spożycia (shelf-life).

Jogurt o $pH > 4,3$ i $a_w > 0,990$ może wspomagać wzrost komórek vegetatywnych mikroorganizmów chorobotwórczych (Q1: Tak). Jeśli istnieją inne czynniki hamujące wzrost, takie jak kultura starterowa, które mogą być wykorzystane przez FBO jako dowód, że środek spożywczy nie sprzyja wzrostowi patogenów w dających się rozsądnie przewidzieć warunkach temperaturowych podczas dystrybucji i przechowywania (Q2: Tak) oraz przy założeniu, że czynniki wewnętrzne i zewnętrzne (np. pH , a_w) wpływające na środek spożywczy po otwarciu nie zmieniają się do wartości, które mogą wspierać wzrost komórek vegetatywnych mikroorganizmów chorobotwórczych (Q3: Nie), termin spożycia po otwarciu może być zgodny z początkowym terminem przydatności do spożycia, chyba że ze względów jakościowych wymagany jest krótszy wtórny okres przydatności do spożycia (shelf-life). Jeśli odpowiedź na pytanie Q2 brzmi Nie, FBO nie ma dowodów na to, że środek spożywczy nie sprzyja rozwojowi patogenów w racjonalnie przewidywalnych warunkach temperatury podczas dystrybucji i przechowywania. Wynik DT byłby taki sam (termin spożycia po otwarciu może być zgodny z początkowym terminem przydatności do spożycia - gdy początkowy termin przydatności do spożycia został określony na podstawie bezpieczeństwa wyrobu - chyba że ze względów jakościowych wymagany jest krótszy wtórny okres przydatności do spożycia), ponieważ komórki vegetatywne mikroorganizmów chorobotwórczych mogą być obecne w żywności przed otwarciem opakowania (Q4: Tak), a otwarcie opakowania jogurtu zwykle nie powoduje żadnych zmian w czynnikach wewnętrznych lub zewnętrznych środka spożywczego (pH , wilgotność, atmosfera itp.), które zwiększają tempo wzrostu komórek bakterii chorobotwórczych w porównaniu z nieotwartym opakowaniem (Q5: Nie).

Mięso i wyroby mięsne

Świeże mięso (np. świeża wieprzowina) o $pH > 5,7$ i $a_w > 0,99$ sprzyja rozwojowi vegetatywnych komórek mikroorganizmów chorobotwórczych (Q1: Tak) i FBO nie przedstawia dowodów dla to, że jest inaczej, biorąc pod uwagę dające się rozsądnie przewidzieć warunki temperaturowe podczas dystrybucji i przechowywania (Q2: Nie). Komórki vegetatywne mikroorganizmów chorobotwórczych mogą być obecne w żywności przed otwarciem opakowania (Q4: Tak) i nie ma zmian w wewnętrznych lub zewnętrznych czynnikach przewidywanych po otwarciu opakowania, które zwiększyłyby tempo wzrostu komórek vegetatywnych bakterii chorobotwórczych w porównaniu z nieotwartym opakowaniem (Q5: Nie), wówczas termin spożycia po otwarciu może być zgodny z początkowym terminem przydatności do spożycia, chyba że ze względów jakościowych wymagany jest krótszy wtórny okres przydatności do spożycia (shelf-life). Z drugiej strony, w przypadku świeżych wyrobów mięsnych pakowanych próżniowo lub MAP otwarcie opakowania może spowodować zmiany czynników wewnętrznych i zewnętrznych, co zwiększa tempo wzrostu patogenów tlenowych podczas późniejszego przechowywania w porównaniu z nieotwartym opakowaniem (Q5: Tak), a zatem termin spożycia po otwarciu opakowania musi być krótszy niż początkowy termin przydatności do spożycia, gdy ta ostatnia została określona na podstawie bezpieczeństwa środka.

A pakowany próżniowo gotowany wyrób mięsny w plastrach o $pH = 6,2$ i $a_w = 0,975$ może sprzyjać wzrostowi komórek vegetatywnych mikroorganizmów chorobotwórczych (Q1: Tak). Jeśli w żywności nie ma dodatkowych przeszkód (np. mleczanu), FBO nie wykazuje, że środek spożywczy nie sprzyja rozwojowi patogenów w racjonalnie przewidywalnych warunkach temperatury podczas dystrybucji i przechowywania (Q2: Nie). W przypadku wyrobów, które nie zostały poddane zatwierdzonej obróbce letalnej lub postletalnej zastosowanej w opakowaniu, komórki vegetatywne mikroorganizmów chorobotwórczych mogą być obecne w środku spożywczym przed otwarciem opakowania (Q4: Tak) i jeśli nie oczekuje się zmian w wewnętrznych lub zewnętrznych czynnikach żywności po otwarciu opakowania, które zwiększyłyby tempo wzrostu vegetatywnych komórek bakterii chorobotwórczych w porównaniu z nieotwartym opakowaniem (np. zapakowanym w warunkach tlenowych) (Pytanie 5: Nie), wówczas wynik DT jest taki, że termin spożycia po otwarciu może być zgodny z początkowym terminem przydatności do spożycia, chyba że ze względów jakościowych wymagany jest krótszy wtórny okres przydatności do spożycia (shelf-life). Jednak w przypadku pakowania próżniowego lub MAP, otwarcie opakowania powoduje potencjalnie szybszy wzrost patogenów podczas późniejszego przechowywania w porównaniu z zapakowanym środkiem (Q5: Tak), a zatem termin spożycia po otwarciu opakowania musi być krótszy niż początkowy termin przydatności do spożycia, gdy ta ostatnia została określona na podstawie bezpieczeństwa środka.

W przypadku środka opisanego powyżej, chociaż w oparciu o jego pH i a_w odpowiedź na pytanie Q1 jest twierdząca, FBO może stosować określone preparaty, np. z wystarczającą ilością mleczanu, aby były przeciwdrobnoustrojowe, wraz z pakowaniem próżniowym lub MAP, aby udowodnić, że środek nie wspiera wzrostu patogenów (Q2: Tak). W przypadku braku zatwierdzonej obróbki letalnej lub postletalnej zastosowanej w opakowaniu, komórki vegetatywne patogenu mogą być obecne w środku spożywczym przed otwarciem opakowania (Q4: Tak), a ponieważ po otwarciu opakowania spodziewane są zmiany w wewnętrznych lub zewnętrznych czynnikach żywności, które zwiększają tempo wzrostu komórek vegetatywnych bakterii chorobotwórczych w porównaniu z nieotwartym opakowaniem (tj. zapakowanym próżniowo lub MAP) (Q5: Tak), termin spożycia po otwarciu opakowania musi być krótszy niż początkowy termin przydatności do spożycia, gdy ten ostatni został określony na podstawie bezpieczeństwa środka.

Środki pochodzące z owoców i warzyw

Świeży sok owocowy (np. świeży sok pomarańczowy) o $pH = 3,6$ i $a_w = 0,995$ nie może wspierać wzrostu vegetatywnych komórek mikroorganizmów chorobotwórczych (Q1: Nie) i nie oczekuje się, że wewnętrzne i zewnętrzne czynniki wpływające na środek spożywczy po otwarciu zmieniają się do wartości, które mogą wspierać wzrost vegetatywnych komórek mikroorganizmów chorobotwórczych (Q3 = Nie). W związku z tym nie oczekuje się wzrostu patogenów po otwarciu opakowania, a termin spożycia po otwarciu może być zgodny z początkowym terminem przydatności do spożycia, chyba że ze względów jakościowych wymagany jest krótszy wtórny okres przydatności do spożycia (shelf-life). Powyższe odnosi się również do **pasteryzowanego soku owocowego** o tym samym $pH = 3,6$ i $a_w = 0,995$.

Inne środki spożywcze

Innym przykładem jest **mieszana sałatka ze świeżymi i konserwowanymi składnikami**, która ma kombinację pH i a_w (tutaj $pH = 5,5$, $a_w = 0,94$) w stanie równowagi, która wspiera wzrost komórek vegetatywnych mikroorganizmów chorobotwórczych (Q1: Tak) i dla której FBO nie może wykazać inaczej (Q2: Nie). W tym przykładzie, w którym czynniki wewnętrzne, takie jak pH i a_w , mogą ewoluować/zmieniać się podczas mieszania składników i/lub podczas późniejszego przechowywania, odpowiedzi na pytania Q1 i Q2 powinny opierać się na wartościach pH i a_w i/lub innych czynnikach wewnętrznych w stanie równowagi. Gdy konwergencja do stanu równowagi jest powolna, odpowiedzi na pytania Q1 i Q2 powinny opierać się na składnikach o bardziej korzystnych

czynnikach wewnętrznych dla wzrostu drobnoustrojów. Ponieważ patogenne komórki wegetatywne mogą być obecne w żywności przed otwarciem opakowania (Q4: Tak) i nie oczekuje się zmian w wewnętrznych lub zewnętrznych czynnikach żywności (np. pakowanie w warunkach tlenowych) (Q5: Nie), termin spożycia po otwarciu może być zgodny z początkowym terminem przydatności do spożycia, chyba że ze względów jakościowych wymagany jest krótszy wtórny okres przydatności do spożycia (shelf-life). Jednakże, jeśli środek jest pakowany w ramach MAP (Q5: Tak), wówczas termin spożycia po otwarciu opakowania musi być krótszy niż początkowy „termin przydatności do spożycia”.

3.2.3. Ocena niepewności drzewka decyzyjnego na potrzeby informacji o terminie przydatności do spożycia i warunkach przechowywania

Na podstawie dyskusji i oceny przykładów środków spożywczych wykorzystujących DT uznano, że wszystkie istotne kwestie dotyczące bezpieczeństwa żywności zostały zidentyfikowane i uwzględnione. Podczas opracowywania DT omówiono sformułowania, znaczenie i kolejność pytań. Struktura drzewka została uznana za logiczną i odzwierciedlającą istotne zdarzenia, które mogą mieć miejsce i wpływać na wynik decyzji. Kluczowymi pytaniami w DT były pytania Q3 i Q5, które miały na celu zidentyfikowanie żywności, dla której po otwarciu następuje zmiana potencjału wzrostu. Odpowiedzi na te pytania zostały następnie przedstawione w kontekście tego, czy zmieniłoby to rodzaje obecnych mikroorganizmów chorobotwórczych (Q4) lub zmieniłoby zachowanie wzrostu w porównaniu z warunkami określającymi pierwotny okres przydatności do spożycia (Q5). Ogólnie rzecz biorąc, uważa się, że drzewko decyzyjne doprowadzi do odpowiednich i spójnych wyników w zakresie ograniczeń czasowych i warunków przechowywania w ramach interpretacji przepisów i założeń przyjętych przy jego sporządzaniu. Żadne ze zidentyfikowanych źródeł niepewności nie zostało uznane za ważniejsze od pozostałych. Łącznie uważa się, że niepewności wpłynęły na fakt, że DT może zawyżać ryzyko dla niektórych środków spożywczych.

3.2.4. Uwagi końcowe

- Otwarcie opakowania środka spożywczego może mieć wpływ zarówno na jego bezpieczeństwo, jak i jakość. Do celów niniejszej opinii właściwe jest ustalenie warunków przechowywania i terminu spożycia po otwarciu opakowania, gdy otwarcie może mieć wpływ na bezpieczeństwo środka.
- Drzewko decyzyjne (DT), składające się z sekwencji pięciu pytań, zostało opracowane i poparte różnymi przykładami zastosowań, aby pomóc FBO w podjęciu decyzji, czy termin spożycia po otwarciu, ze względów bezpieczeństwa, jest potencjalnie krótszy niż początkowy termin przydatności do spożycia środka w nieotwartym opakowaniu.
- Podstawowe założenia DT są następujące:
 - o Po otwarciu opakowania zawsze możliwe jest zanieczyszczenie środka mikroorganizmami chorobotwórczymi
 - o Termin spożycia po otwarciu opakowania w odniesieniu do początkowego terminu przydatności do spożycia lub terminu przydatności do spożycia zależy od tego, czy otwarcie opakowania zmienia:
 - rodzaj mikroorganizmów chorobotwórczych w żywności (np. zanieczyszczenie komórkami wegetatywnymi nieobecnymi w nieotwartym opakowaniu żywności, które generalnie mają szerszy zakres możliwości wzrostu w porównaniu do wzrostu i/lub produkcji toksyn z zarodników), lub
 - czynniki wpływające na wzrost mikroorganizmów chorobotwórczych w porównaniu ze środkiem nieotwartym.
- Zgodnie z DT, w przypadku środków, dla których otwarcie opakowania prowadzi do zmiany rodzaju mikroorganizmów chorobotwórczych obecnych w żywności i/lub czynników zwiększających ich wzrost w porównaniu z nieotwartym środkiem, wynikiem jest krótszy termin spożycia po otwarciu opakowania w porównaniu z początkowym terminem przydatności do spożycia nieotwartej żywności.
Termin „krótszy termin do spożycia po otwarciu oznacza, że wtórny okres przydatności do spożycia (shelf-life) w dniach powinien być krótszy niż (lub w niektórych przypadkach może okazać się taki sam jak) liczba dni między czasem otwarcia opakowania a terminem przydatności do spożycia lub minimalnej trwałości. W przypadku daty „należy spożyć do” termin „krótszy” odnosi się wyłącznie do sytuacji, gdy okres przydatności do spożycia jest określony przez bezpieczeństwo, a nie przez jakość.
- Ogólnie rzecz biorąc, uważa się, że drzewko decyzyjne doprowadzi do odpowiednich i spójnych wyników w zakresie ograniczeń czasowych i warunków przechowywania w ramach interpretacji przepisów i założeń przyjętych przy jego sporządzaniu. Żadne ze zidentyfikowanych źródeł niepewności nie zostało uznane za ważniejsze od pozostałych. Łącznie uważa się, że niepewności wpłynęły na fakt, że DT może zawyżać ryzyko dla niektórych środków spożywczych.

Tabela 3: Przykłady zastosowania decyzji drzewka decyzyjnego w zakresie etykietowania warunków przechowywania i terminów spożycia po otwarciu opakowań z żywnością

Pytania DT	Mleko i wyroby mleczne				Mięso i wyroby mięsne				Środki pochodzące z owoców i warzyw		Inne środki spożywcze		
	Mleko UHT (np. pH = 6,6, a _w = 0,995)		Jogurt (np. pH = 4,3, a _w = 0,995)		Świeże mięso (np. świeża wieprzowina o pH = 5,7, a _w = 0,99)		Pakowany próżniowo gotowany wyrób mięsny w plasterkach (np. pH = 6,2, a _w = 0,975)		Świeży sok owocowy (np. świeży sok pomarańczowy o pH = 3,6, a _w = 0,995)	Pasteryzowany sok owocowy (np. pasteryzowany sok pomarańczowy o pH = 3,6, a _w = 0,995)	Sałatka mieszana ze świeżymi i konserwowymi składnikami (np. sałata liściasta z kukurydzą konserwową, o kombinacji pH = 5,5, a _w = 0,94 dla przynajmniej jednego składnika)		
	Aseptyczne pakowanie	Bez aseptycznego pakowania	Z kulturą starterową hamującą wzrost patogenów w warunkach chłodniczych	Z kulturą starterową hamującą wzrost patogenów w warunkach chłodniczych	Opakowanie zawierające powietrze	MAP lub próżniowe	Bez mleczanu	Opakowanie zawierające powietrze	Z mleczanem, MAP lub próżniowe			Opakowanie zawierające powietrze	MAP
Q1. Czy nieotwarty środek spożywczy [na podstawie pH i/lub a _w] wspiera wzrost komórek wegetatywnych bakterii chorobotwórczych?	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Nie	Nie	Tak	Tak

Pytania DT	Mleko i wyroby mleczne				Mięso i wyroby mięsne				Środki pochodzące z owoców i warzyw		Inne środki spożywcze	
	Nie	Nie	Tak	Nie	Nie	Nie	Nie	Tak	NA	NA	Nie	Nie
Q2. Czy FBO jest w stanie wykazać że nieotwarty środek spożywczy nie sprzyja rozwojowi patogenów w dających się rozsądnie przewidzieć warunkach temperatury podczas dystrybucji i przechowywania?	Nie	Nie	Tak	Nie	Nie	Nie	Nie	Tak	NA	NA	Nie	Nie
Q3. Czy jakikolwiek czynnik wewnętrzny lub zewnętrzny żywności wpływający na wzrost (pH, a _w , atmosfera itp.) zmienia się po otwarciu do wartości, które mogą wspierać wzrost komórek wegetatywnych bakterii chorobotwórczych?	NA	NA	Nie	NA	NA	NA	NA	Tak	Nie	Nie	NA	NA

Pytania DT	Mleko i wyroby mleczne				Mięso i wyroby mięsne				Środki pochodzące z owoców i warzyw		Inne środki spożywcze	
	Nie	Tak	NA	Tak	Tak	Tak	Tak	NA	NA	NA	Tak	Tak
Q4. Czy czy komórki roślinne bakterii chorobotwórczych mogą być obecne w żywności przed otwarciem opakowania?	Nie	Tak	NA	Tak	Tak	Tak	Tak	NA	NA	NA	Tak	Tak
Q5. Czy istnieje jakakolwiek zmiana w wewnętrznych lub zewnętrznych czynnikach żywności (pH, a _w , atmosfera, itp.) po otwarciu opakowania, która zwiększa tempo wzrostu komórek roślinnych bakterii chorobotwórczych w porównaniu z nieotwartym opakowaniem?	NA	Nie	NA	Nie	Nie	Tak	Nie	NA	NA	NA	Nie	Tak

Pytania DT	Mleko i wyroby mleczne			Mięso i wyroby mięsne				Środki pochodzące z owoców i warzyw		Inne środki spożywcze		
Limit czasu dla zużycia po otwarciu krótszy niż początkowa data minimalnej trwałości lub termin przydatności do spożycia	Krótszy niż początkowa data minimalnej trwałości	Zgodnie z początkowym terminem przydatności do spożycia o ile ze względów jakościowych wtórny okres przydatności do spożycia nie jest wymagany	Zgodnie z początkowym terminem przydatności do spożycia o ile ze względów jakościowych wtórny okres przydatności do spożycia nie jest wymagany	Zgodnie z początkowym terminem przydatności do spożycia o ile ze względów jakościowych wtórny okres przydatności do spożycia nie jest wymagany	Zgodnie z początkowym terminem przydatności do spożycia o ile ze względów jakościowych wtórny okres przydatności do spożycia nie jest wymagany	Krótszy niż początkowa data minimalnej trwałości o ile ze względów jakościowych wtórny okres przydatności do spożycia nie jest wymagany	Zgodnie z początkową datą minimalnej trwałości o ile ze względów jakościowych wtórny okres przydatności do spożycia nie jest wymagany	Krótszy niż początkowa data minimalnej trwałości	Zgodnie z początkową datą minimalnej trwałości o ile ze względów jakościowych wtórny okres przydatności do spożycia nie jest wymagany	Zgodnie z początkową datą minimalnej trwałości o ile ze względów jakościowych wtórny okres przydatności do spożycia nie jest wymagany	Zgodnie z początkowym terminem przydatności do spożycia o ile ze względów jakościowych wtórny okres przydatności do spożycia nie jest wymagany	Krótszy niż początkowy termin przydatności do spożycia

DT: drzewko decyzyjne; FBO: podmiot działający na rynku spożywczym; NA: nie dotyczy.

3.3. Wytyczne dla podmiotów działających na rynku spożywczym dotyczące porad dla konsumentów w zakresie rozmrażania zamrożonej żywności, w tym warunków i czasu przechowywania (Zakres zadań 4)

Zdarzały się ogniska chorób przenoszonych przez żywność mrożoną po rozmrożeniu, a praktyki rozmrażania i/lub brak podstawowej wiedzy na temat higieny mogły być czynnikiem przyczyniającym się do ich wystąpienia. Przykładem jest wybuch w wielu krajach inwazyjnych zakażeń *L. monocytogenes* związanych z mrożoną kukurydzą (EFSA i ECDC, 2018), gdzie skażona mrożona kukurydza była spożywana po rozmrożeniu i bez gotowania. Nie jest jasne, czy warunki rozmrażania zwiększyły ryzyko, a nie początkowe zanieczyszczenie zamrożonego materiału i wpływ późniejszych warunków przechowywania, ale nie można tego wykluczyć. Innym przykładem jest wybuch listeriozy spowodowany lodami użytymi w koktajlach mlecznych, które były przechowywane w niewłaściwej temperaturze, co pozwoliło na wzrost stężenia *L. monocytogenes* (Chen i in., 2016). Po wybuchu epidemii spowodowanej mrożoną kukurydzą panel BIOHAZ EFSA (2020b) stwierdził, że dobre praktyki, takie jak przechowywanie mrożonych lub rozmrożonych warzyw w zamrażarce lub lodówce w odpowiedniej temperaturze oraz przestrzeganie instrukcji na etykietach w celu bezpiecznego przygotowania, mają kluczowe znaczenie dla uzyskania bezpiecznej mrożonej lub rozmrożonej żywności. Co więcej, ryzyko jest zmniejszone lub można go uniknąć, jeśli warzywa są odpowiednio ugotowane po rozmrożeniu.

Wśród nawyków rozmrażania budzących obawy znajduje się rozmrażanie łatwo psującej się żywności w gorącej wodzie lub w temperaturze pokojowej przez noc, ponieważ prowadzi to do przechowywania żywności w "strefie zagrożenia temperaturowego", w której mogą rozwijać się patogeny, przez okres dłuższy niż uznawany za dopuszczalny (Byrd-Bredbenner i in., 2013; Tomaszewska i in., 2020).

W tej części omówiono krytyczne etapy rozmrażania zamrożonej żywności (część 3.3.1), a następnie przegląd istniejących wytycznych dla konsumentów dotyczących dobrych praktyk w zakresie rozmrażania żywności i sposobu przechowywania rozmrożonej żywności (część 3.3.2). W części 3.3.3 przedstawiono porady dla FBO dotyczące najlepszych praktyk rozmrażania, warunków przechowywania i czasów przechowywania rozmrożonej żywności.

3.3.1. Krytyczne etapy rozmrażania zamrożonej żywności, w tym warunki i czas przechowywania

Zamrażanie i rozmrażanie obejmują procesy takie jak wymiana ciepła, przepływ cieczy i tworzenie kryształów. Procesy te mogą zakłócać matrycę żywnościową i obecne w niej mikroorganizmy. Wpływają one również na szybkość rozmrażania. Aspekty kinetyczne zamrażania i rozmrażania są dobrze opisane w podręcznikach i badaniach dotyczących przetwarzania żywności (np. Haugland, 2002; Schluster, 2003). Tworzenie się kryształków lodu w żywności podczas zamrażania i rozmrażania może skutkować uszkodzeniem błony komórkowej, powodując wyciek i utratę wewnątrzkomórkowej wody hydratacyjnej otaczającej białka i makrocząsteczki, prowadząc do utraty przez wyciek w matrycy żywnościowej. Te zmiany fizyczne podczas zamrażania i rozmrażania zostały szerzej omówione w częściach 3.3.1.1 i 3.3.1.2. W części 3.3.1.3 opisano wpływ zamrażania i rozmrażania na przeżywalność i wzrost bakterii.

3.3.1.1. Transfer ciepła podczas zamrażania i rozmrażania

Żywność składa się z wielu różnych substancji, a jej temperatura zamrażania jest zazwyczaj niższa od temperatury zamrażania wody. Każda żywność zamraża się i rozmraża w różny sposób w zależności od właściwości fizykochemicznych, takich jak proporcje wody, soli, cukrów, białek lub powietrza w żywności. Szybkość wymiany ciepła między żywnością a otaczającym ją środowiskiem zależy od:

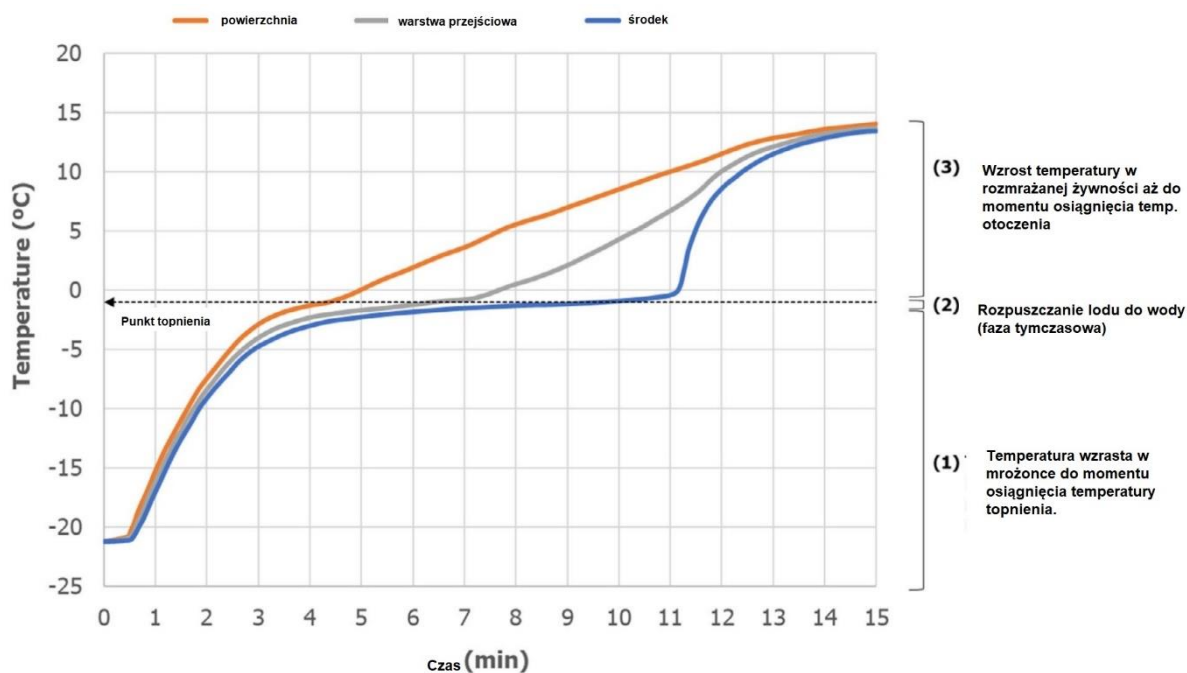
- różnicy temperatur między zamrożoną żywnością a otoczeniem;
- współczynnika przenikania ciepła na powierzchni między zamrożoną żywnością a otoczeniem, który jest związany z przepływem powietrza/wody;
- powierzchni żywności.

Rozmrażanie może wydawać się jedynie odwrotnością zamrażania, ale jest operacją trudniejszą niż zamrażanie. Wymaga to dodatkowej ostrożności, ponieważ rozmrażanie tworzy obszar, który ma niższą przewodność cieplną niż żywność, która jest nadal zamrożona, co utrudnia przepływ ciepła. Ponadto podczas rozmrażania nie jest możliwe wytworzenie tak dużej różnicy temperatur między żywnością a otoczeniem, jak podczas zamrażania, bez zmiany części żywności z powodu wysokich temperatur. Ponadto, kombinacje temperatury i czasu podczas rozmrażania mogą umożliwić rozwój bakterii (Nesvadba, 2008).

Całkowita ilość energii potrzebnej do rozmrożenia zamrożonej żywności zależy od energii potrzebnej do wzrostu temperatury i energii potrzebnej do przejścia fazowego wody z fazy zamrożonej do fazy ciekłej (Kumar i in., 2020). Ciepło utajone to energia cieplna, która po dodaniu (pochłonięciu) lub usunięciu (uwolnieniu) powoduje zmianę stanu materiału bez zmiany temperatury (np. z lodu na wodę). Do zmiany stanu potrzebne są stosunkowo duże ilości ciepła (energii) (Pham, 2016). Ciepło jawne to energia cieplna dodawana lub usuwana z materiału, która powoduje zmianę temperatury bez zmiany stanu, np. ogrzanie wody (Pham, 2016).

Proces rozmrażania jest powolny, a powierzchnia może osiągnąć temperaturę otoczenia na długo przed rozmrożeniem środka żywności. Im większa różnica temperatur między zamrożoną żywnością a otoczeniem, tym szybsze rozmrażanie. Wokół żywności znajduje się jednak warstwa oporu, zwana warstwą stagnacji, która podlega warunkom stanu ustalonego. Opór przenoszenia ciepła między żywnością a powietrzem jest większy niż między żywnością a wodą. Rozmrażanie w wodzie jest zatem szybsze niż w powietrzu. Warstwą zastoju można jednak manipulować, na przykład poprzez nadmuch powietrza przez wentylator. Przyspieszy to rozmrażanie, nawet jeśli różnica temperatur w skali makro między żywnością a otoczeniem jest taka sama jak bez ruchu powietrza. Podczas większości trybów rozmrażania, transfer ciepła odbywa się nad powierzchnią żywności. Im większa powierzchnia, tym szybsze rozmrażanie. Podobnie, im mniejszy stosunek powierzchni do objętości, tym mniejszy względny obszar wymiany ciepła z otoczeniem i tym wolniejsze rozmrażanie. Rozmrażanie w kuchence mikrofalowej jest inne, ponieważ ciepło generowane jest w wewnętrznej części żywności. Ciepło potrzebne do przekształcenia wody z fazy stałej w ciekłą jest duże (Klinbun i Rattanadecho, 2019), co jest powodem, dla którego żywność o wysokiej zawartości wody rozmraża się wolniej niż żywność o niskiej zawartości wody (Kumar i in., 2020). Typowe profile temperatury podczas rozmrażania wykazują różne fazy, o różnym czasie trwania i szybkości w zależności od lokalizacji w żywności (np. centrum termiczne, powierzchnia lub lokalizacja

pośrednia), jak pokazano na rysunku 3.



Profile temperatury zostały pobrane i zaadaptowane ze Schleter (2003), odpowiadające procesowi rozmrażania 13-milimetrowego cylindra ziemniaka w kąpeli wodnej pod ciśnieniem atmosferycznym. Przedstawiono temperaturę centrum termicznego, powierzchni i lokalizacji pośredniej.

Ryc. 3: Fazy rozmrażania żywności pod względem szybkości zmian temperatury

Pierwsza faza to szybki wzrost temperatury zamrożonej żywności (absorpcja ciepła jawnego). Gdy temperatura zbliży się do temperatury topnienia (około -1°C , ale różni się w zależności od składu żywności), przejście lodu w wodę rozpoczyna się od bardzo niewielkiego wzrostu temperatury spowodowanego absorpcją ciepła utajonego (faza 2). Faza 2 jest dłuższa w centrum termicznym w porównaniu do powierzchni żywności w bliskim kontakcie z otaczającymi mediami. Gdy lód w matrycy żywnościowej stopi się, temperatura ponownie wzrośnie szybciej, a następnie tempo wzrostu temperatury stopniowo zwalnia, gdy matryca zbliży się do temperatury otoczenia (faza 3). W przypadku dużych środków spożywczych (np. zamrożonych tusz mięsnych) fazy te mogą występować jednocześnie; powierzchnia może osiągnąć temperaturę wyższą od zera, podczas gdy w wewnętrznych częściach żywności nadal znajduje się lód. Na temperaturę na powierzchni wpływa zarówno efekt chłodzenia topniejącego lodu w częściach wewnętrznych, jak i wymiana ciepła z otaczającym medium (np. powietrzem lub wodą).

Z punktu widzenia bezpieczeństwa żywności różnice temperatur są ważne, ponieważ mikroorganizmy w zamrożonej żywności, niezależnie od tego, czy zostały wprowadzone przed zamrożeniem, czy przez ponowne zanieczyszczenie podczas rozmrażania, mogą zacząć rosnąć, gdy temperatura jest wystarczająco wysoka. Na powierzchni rozmrażanej żywności mogą pojawić się wzrost, nawet jeśli jej środek jest nadal zamrożony.

3.3.1.2. Wpływ kryształków lodu i przepływu cieczy na żywność

Przepływ cieczy w zamrożonej i rozmrożonej żywności jest związany z faktem, że część wody pozostanie w fazie ciekłej i utworzy równowagę z wodą w stanie stałym. Podczas procesu zamrażania w żywności tworzą się kryształki wody. Krystalizacja lodu w mrożonych środkach spożywczych i optymalizacja procesu zamrażania zostały przeanalizowane przez Zhu i in. (2019) oraz Dalvi-Isfahan i in. (2019). Jak opisano w tych analizach, szybkie zamrażanie do niskiej temperatury prowadzi do powstania małych kryształków, podczas gdy powolne zamrażanie prowadzi do powstania większych kryształków. Jednak podczas przechowywania w stanie zamrożonym kryształy mogą rosnąć w żywności. Proces ten jest bardzo powolny, ale można zaobserwować różnicę w działaniu różnych temperatur zamrażania. W niskich temperaturach, tj. -25°C i poniżej, ilość ciekłej wody jest niewielka, a kryształy są małe. W wyższych temperaturach, tj. -20°C i wyższych, większa część wody znajduje się w fazie ciekłej i wymienia się z fazą stałą, w wyniku czego kryształy lodu zwiększają swój rozmiar. Kryształy znajdujące się w błonach komórkowych mogą, gdy staną się wystarczająco duże, przenikać przez błony bakterii i / lub komórek zwierzęcych lub roślinnych obecnych w matrycy żywnościowej. Rezultatem jest zmniejszona frakcja przeżyjących bakterii (patrz część 3.3.1.3 w celu uzyskania dalszych szczegółów) oraz utrata płynu z matrycy żywności podczas rozmrażania. Efekt ten można zaobserwować w żywności o wysokiej zawartości wody, takiej jak jagody, a także np. w mrożonych rybach. Innym efektem przepływu wody w mrożonej żywności jest to, że makrocząsteczki są otoczone wodą hydratacyjną, tj. wodą w fazie ciekłej. Podczas zamrażania woda ta jest powoli tracona, co skutkuje bardziej suchą teksturą żywności. Podczas szybkiego rozmrażania, ciecz i składniki żywności, które są w roztworze, są tracone w postaci kroplówki. Tym niemniej, podczas powolnego rozmrażania część skroplin jest wchłaniana przez żywność i uzyskuje się bardziej soczystą jakość żywności. Sposób rozmrażania, w tym temperatura, jest zatem ważny dla jakości cech organoleptycznych żywności, a także dla bezpieczeństwa żywności, a porady dotyczące rozmrażania zwykle uwzględniają nie tylko aspekty bezpieczeństwa, ale także jakości cech organoleptycznych.

3.3.1.3. Wpływ zamrażania i rozmrażania na przeżywalność i wzrost mikroorganizmów chorobotwórczych

Zamrażanie generalnie zmniejsza liczbę żywych mikroorganizmów w żywności do około 20-90% pierwotnej społeczności (Geiges, 1996), co oznacza spadek nawet o jedną jednostkę log₁₀. Wiele czynników wpływa na zachowanie poszczególnych gatunków mikroorganizmów podczas przechowywania zamrożonej żywności, a przeżywalność jest różna dla różnych grup mikroorganizmów. Najważniejszymi czynnikami związanymi z mikroorganizmami są liczba komórek, zarówno wegetatywnych, jak i zarodników, a także faza wzrostu i gatunek mikroorganizmów. Podczas zamrażania i rozmrażania ważnymi czynnikami są szybkość zamrażania, temperatura zamrażania, czas przechowywania, właściwości żywności (np. składniki, pH, a_w, substancje ochronne), rodzaj materiałów opakowaniowych (np. grubość, przepuszczalność wody), szybkość i temperatura rozmrażania. Wreszcie, ponieważ uszkodzenia subletalne mogą wystąpić w mikroorganizmach w żywności, która została zamrożona, a następnie rozmrożona, mikroorganizmy chorobotwórcze, mimo że są żywotne, mogą nie być w stanie rosnąć w środkach selektywnych powszechnie stosowanych w pożywkach wzbogacających lub pożywkach do hodowli i izolacji (Archer, 2004). Może to prowadzić do fałszywych wniosków na temat skutków zamrażania, ponieważ uszkodzone, ale potencjalnie zakaźne mikroorganizmy mogą stać się zdolne do hodowli, jeśli zostaną umieszczone w pożywce ułatwiającej naprawę (resuscytację). W związku z tym metody stosowane do wykrywania i ilościowego oznaczania mikroorganizmów mają kluczowe znaczenie (np. etap resuscytacji, pożywki, temperatura/czas inkubacji) (Geiges, 1996; Archer, 2004; Berry i in., 2008).

Efekt tworzenia się kryształów lodu podczas zamrażania jest bardziej wyraźny w matrycach żywnościowych o wysokiej zawartości wody w porównaniu z wysoką zawartością lipidów. Bakterie w żywności bogatej w lipidy są zatem lepiej chronione podczas zamrażania. Podobnie, niektóre naturalne składniki żywności i dodatki mogą działać jako krioprotektanty, zwiększając w ten sposób przeżywalność mikroorganizmów podczas przechowywania w niskich temperaturach (np. NicAogain i O'Byrne, 2016 i odniesienia do nich).

Proces zamrażania-rozmrażania może być związany ze zniszczeniem lub uszkodzeniem komórek poprzez szok termiczny, wewnątrzkomórkowe i zewnątrzkomórkowe tworzenie się kryształów lodu, zwiększone stężenie rozpuszczalnych ciał stałych wpływających na stabilność białek w komórkach drobnoustrojów, uszkodzenie błony, odpływ wody z komórki (co jest związane ze wzrostem zewnątrzkomórkowego ciśnienia osmotycznego) oraz przejścia fazowe błona-lipid, a prawdopodobnie również przez stres oksydacyjny, a zatem stanowi poważny stres dla mikroorganizmów (Berry i in., 2008). Powtarzające się cykle zamrażania-rozmrażania generalnie prowadzą do większej inaktywacji i niższego stężenia drobnoustrojów, ale patogeny mogą przetrwać, tj. być kriotolerancyjne; definiowane jako zdolność do przetrwania powtarzających się cykli zamrażania-rozmrażania (Azizoglu i Kathariou, 2010). Aktywnie rosnące bakterie są bardziej podatne na inaktywację przez zamrażanie i rozmrażanie niż komórki w fazie stacjonarnej (np. Azizoglu i in., 2009), a historia komórek, w tym poprzednia temperatura wzrostu, może wpływać na kriotolerancję. Wpływ wcześniejszej temperatury wzrostu może być specyficzny dla gatunku, na co wskazują badania opisujące wpływ wcześniejszych temperatur wzrostu na kriotolerancję w podłożach laboratoryjnych dla *Yersinia enterocolitica* (Azizoglu i Kathariou, 2010) i *L. monocytogenes* (Azizoglu i in., 2009). Dowody na przetrwanie i różne reakcje mikroorganizmów chorobotwórczych w mrożonej żywności są dobrze opisane (np. ICMSF, 1996, Leroi i in., 2008), w tym Norowirus (np. Jacxsens i in., 2017) i *Campylobacter* (np. Umaraw i in., 2017). Przeżywalność patogenów jest dobrze udokumentowana w ogniskach związanych z mrożoną żywnością (np. norowirus i mrożone jagody i owoce (Rispiens i in., 2019, Nasheri i in., 2019), *L. monocytogenes* na mrożonej kukurydzy (EFSA i ECDC, 2018 i panel EFSA BIOHAZ, 2020a,b) i *Li. monocytogenes* w lodach (Pouillot i in., 2016). Uogólniając, bakterie Gram-ujemne są bardziej wrażliwe na zamrażanie niż bakterie Gram-dodatnie. Wirusy są nadal zdolne do infekowania komórek gospodarza po zamrożeniu, a zamrożenie ma minimalny wpływ na przetrwalniki bakterii (Berry i in., 2008).

W związku z tym, mimo że zamrażanie i przechowywanie w stanie zamrożonym zmniejsza stężenie mikroorganizmów chorobotwórczych, część, w zależności od stężenia i mikroorganizmu, mikroorganizmów, które przeżyły, zwykle pozostaje, a podstawowym środkiem kontroli jest wówczas unikanie lub minimalizowanie wzrostu mikroorganizmów chorobotwórczych podczas rozmrażania i późniejszego przechowywania poprzez kontrolowanie temperatury. Dolna granica temperatury dla wzrostu bakterii chorobotwórczych w żywności wynosi powyżej -1,5° C (Panel BIOHAZ EFSA, 2020a). Zakres wzrostu będzie zależał od właściwości żywności (czynniki wewnętrzne, zewnętrzne, ukryte), a zwłaszcza od warunków temperaturowych (EFSA BIOHAZ Panel, 2020a).

Zwykle przed zaobserwowaniem wzrostu występuje faza opóźnienia, podczas której następuje regeneracja po subletalnym uszkodzeniu i aklimatyzacja do środowiska wzrostu. Długość tej fazy opóźnienia, a tym samym wpływ na zakres wzrostu, jest trudna do przewidzenia i zależy zarówno od czynników środowiskowych, np. zakresu subletalnych obrażeń i metod hodowli (Fratamico i Bagi, 2007; Jasson i in., 2009), jak i czynników genetycznych/ewolucyjnych (Sleight i Lenski, 2007). Wystąpienie fazy opóźnienia, która byłaby korzystna dla bezpieczeństwa żywności rozmrożonej, pod warunkiem, że nie dojdzie do ponownego skażenia podczas rozmrażania, nie może być zatem brane za pewnik. Tempo wzrostu zwiększa się wraz z temperaturą, a wyższa temperatura w pobliżu powierzchni w stosunku do temperatury środka żywności podczas rozmrażania może prowadzić do wzrostu mikroorganizmów, które przetrwały podczas zamrażania lub zanieczyściły żywność podczas rozmrażania. Rozmrażanie w niskiej temperaturze jest zatem ważne dla bezpieczeństwa żywności (Panel BIOHAZ EFSA, 2020a,b).

Przepływ cieczy podczas zamrażania i rozmrażania może zmieniać zarówno aktywność wody, jak i pH żywności, przynajmniej w mikrośrodkowiskach żywności, a ze względu na wymywanie komórek dostępność składników odżywczych może wzrosnąć (np. Archer, 2004; Devlieghere i in., 2016), ale inne mechanizmy, takie jak zmiany mikrostrukturalne wpływające zarówno na tempo wzrostu, jak i czas trwania fazy opóźnienia mogą również odgrywać rolę (Verheyen i in., 2019). Dlatego tempo wzrostu patogenów w rozmrożonej żywności może nie być równe tempu wzrostu w tej samej żywności przechowywanej w stanie schłodzonej, ale niezamrożonej, zwłaszcza jeśli żywność składa się ze składników komórkowych, które łatwo pękają podczas zamrażania i rozmrażania. Należy to uwzględnić przy szacowaniu dopuszczalnego czasu przechowywania żywności po rozmrożeniu, jak podkreślili Zoellner i in. (2019) w modelowaniu wzrostu *L. monocytogenes* w rozmrożonych warzywach, panel EFSA BIOHAZ (2020b) oraz Kataoka i in. (2017) w odniesieniu do rozmrożonych warzyw i owoców morza.

Dlatego też, jeśli rozmrożona żywność nie zostanie natychmiast wykorzystana, musi być przechowywana w lodówce i tylko przez ograniczony czas, aby zminimalizować rozwój patogenów. Większość mrożonek nie jest RTE i może zawierać patogeny, które mogą zacząć rosnąć po rozmrożeniu. Dlatego rozmrożona żywność, taka jak mięso, ryby, warzywa, które mogą być zanieczyszczone patogenami, które mogą się rozwijać, musi być przechowywana w warunkach chłodniczych przez ograniczony

czas i powinna być gotowana przed spożyciem. Zostało to podkreślone przez EFSA w odniesieniu do mrożonych warzyw (panel EFSA BIOHAZ, 2020a, b) oraz przez Zoellnera i in. (2019), którzy opracowali model "FLLoRA" zapewniający producentom mrożonek narzędzie do oceny zanieczyszczenia i wzrostu *L. monocytogenes* w wyniku zachowania konsumentów podczas zajmowania się rzadkimi i/lub minimalnymi przypadkami zanieczyszczenia mrożonek.

Rozmrażanie i przechowywanie mogą również wpływać na tworzenie się w żywności amin biogennych (BA), np. histaminy, tyraminy. Na przykład Buchtova i in. (2019) wykazali powstawanie amin biogennych w wyniku włączenia rozmrożonego tuńczyka do dań sushi. Aminy biogenne powstają podczas wzrostu bakterii wytwarzających BA w żywności zawierającej pewne wolne aminokwasy (Panel BIOHAZ EFSA, 2011). Aktywność enzymów dekarboksylujących spada w temperaturach chłodniczych, poniżej 5-10° C. Jednak aktywność enzymów pozostaje stabilna podczas zamrażania, a po rozmrożeniu enzymy mogą zostać ponownie aktywowane, nawet jeśli stężenie bakterii wytwarzających enzymy może być poniżej wykrywalności (Berry i in., 2008).

3.3.2. Przegląd wytycznych dla konsumentów dotyczących dobrych praktyk w zakresie rozmrażania mrożonek, w tym warunków i czasu przechowywania

Dostępne są wytyczne zarówno dla firm, jak i konsumentów. Skupiamy się tutaj na wytycznych skierowanych do konsumentów. Wiele porad dla konsumentów dotyczących rozmrażania żywności jest dostępnych w Internecie. Niektóre z nich są opracowywane przez szefów kuchni, inne przez właściwe organy i organizacje konsumenckie. Istnieją również ukierunkowane wytyczne dla organizacji charytatywnych dotyczące mrożonek.

3.3.2.1. Kluczowe elementy wytycznych

Dokonano przeglądu ponad 40 dokumentów zawierających wytyczne dotyczące zamrażania i rozmrażania dla konsumentów i producentów z większości krajów europejskich, a także z Australii, USA i Kanady (Załącznik B). Wszystkie wytyczne opierają się na podobnych zasadach:

- Mrożonki mogą zawierać patogeny i muszą być uważane za środki o ukrytym ryzyku.
- Rozmrażanie i późniejsze przechowywanie muszą ograniczać wzrost i rozprzestrzenianie się patogenów.
- Rozmrażanie jest procesem powolnym. W przypadku przyspieszonego rozmrażania, wytyczne koncentrują się na ograniczeniu czasu przebywania w "strefie niebezpiecznej temperatury" pomiędzy 8 a 63° C (<https://www.food.gov.uk/safety-hygiene/chilling>).
- Temperatura podczas i po rozmrożeniu musi być wystarczająco niska, aby ograniczyć wzrost patogenów.
- Mrożonki można gotować bezpośrednio. Pozwoli to uniknąć okresu przechowywania rozmrożonej żywności, w którym może wystąpić wzrost.
- Unikanie zanieczyszczenia krzyżowego mrożonek innymi środkami spożywczymi i odwrotnie.

Istnieją jednak pewne różnice między wytycznymi w sposobie, w jaki odnoszą się one do tych elementów. Przykładowo, wytyczne dotyczące żywności mrożonej przeznaczonej do darowizn i żywności produkowanej z myślą o mrożonej dystrybucji mają inny cel. Niektóre kraje określają, jakie informacje powinny być podane na etykiecie, a niektóre określają, w jaki sposób można wykorzystać zamrożoną żywność w przypadku niezamierzonego rozmrożenia. Żywność produkowana i sprzedawana jako wyroby mrożone bezpośrednio od FBO jest zwykle zamrażana natychmiast po przetworzeniu, co oznacza, że rozwój patogenów w żywności przed zamrożeniem został ograniczony (rozporządzenie (WE) nr 853/2004). FBO, którzy sprzedają mrożonki, muszą uwzględnić warunki rozmrażania i odpowiednio dostosować instrukcje dla konsumentów. Żywność przeznaczona do przekazania w darowiznie jest często zamrażana na krótko przed końcem okresu przydatności do przechowywania w warunkach chłodniczych, co oznacza, że stężenie patogenów może być bliskie dopuszczalnemu limitowi bezpieczeństwa żywności. Rozmrażanie w nadmiernych temperaturach może prowadzić do wzrostu tych patogenów do niedopuszczalnych stężeń. Prawidłowe zarządzanie warunkami rozmrażania ma zatem zasadnicze znaczenie dla bezpieczeństwa żywności.

3.3.2.2. Tryby rozmrażania

Jeśli chodzi o tryby rozmrażania, kluczowymi elementami branymi pod uwagę są temperatura i czas trwania rozmrażania (Ryc. 3). Wytyczne określają temperaturę rozmrażania i/lub warunki rozmrażania. Poniższa lista nie jest wyczerpująca, ale wskazuje najczęstsze porady:

- **W lodówce, tj. w warunkach chłodniczych.** Metoda ta prowadzi do powolnego rozmrażania, a wzrost patogenów w żywności jest ograniczony. Rozmrażanie w warunkach chłodniczych jest uwzględnione we wszystkich przeanalizowanych wytycznych. Niektóre wytyczne określają, że temperatura powinna wynosić maksymalnie 4° C, inne 8° C, podczas gdy większość nie określa temperatury bardziej szczegółowo niż temperatura domowych lodówek.
- **W wodzie bieżącej lub stojącej, z pakietem lub bez.** Ten tryb rozmrażania jest uwzględniony w większości wytycznych. Przenikanie ciepła jest szybsze w przypadku powierzchni żywność-woda niż w przypadku powierzchni żywność-powietrze w tej samej temperaturze. W wodzie stojącej różnica temperatur między zamrożonym pokarmem a wodą zmniejsza się z czasem, ale gradient może być utrzymywany, gdy stosowana jest bieżąca woda lub woda jest zmieniana.
- **We wrzącej wodzie, gorącej wodzie (np. sous vide), w piekarniku lub na patelni.** Rozmrażanie w temperaturach powyżej temperatury letalnej dla odpowiednich patogenów w żywności zapewnia zarówno szybkie rozmrażanie, jak i eliminację patogenów w ramach jednej czynności, pod warunkiem, że patogeny znajdują się na powierzchni i/lub że temperatury letalne zostały osiągnięte również wewnątrz żywności. Około połowa wytycznych uwzględnia ten tryb rozmrażania na liście zalecanych procedur.
- **W kuchenke mikrofalowej.** Rozmrażanie w kuchenke mikrofalowej jest szybką metodą i ma tę zaletę, że ciepło jest przekazywane do wewnętrznych części żywności, a nie tylko do jej powierzchni. Wytyczne sugerujące rozmrażanie w kuchenke mikrofalowej wskazują również, że żywność rozmrożona w ten sposób powinna być natychmiast wykorzystana. Dotyczy to również innych środków spożywczych rozmrażanych w temperaturze otoczenia lub w niekontrolowanej temperaturze.

Rozmrażanie w temperaturze otoczenia nie jest wymienione wśród bezpiecznych trybów rozmrażania w żadnej z wytycznych. Jednak duże środki spożywcze, takie jak indyki, które w niektórych przypadkach nie mogą być umieszczone w lodówce ze względu na ograniczenia przestrzenne, są przykładem, w którym niektóre wytyczne określają, że rozmrażanie w temperaturze otoczenia musi być akceptowane, nawet jeśli nie jest optymalne.

Kilka wytycznych wskazuje czas potrzebny do rozmrożenia środka spożywczego o wadze 500 g, na przykład „Przewodnik bezpiecznego rozmrożenia kurczaka”,¹⁰ i wskazuje, że wielkość opakowań mrozonek powinna być ograniczona do 500 g, ponieważ małe ilości mogą być rozmrażane szybciej.

Powyższe wytyczne są zgodne z literaturą naukową dotyczącą kinetyki wzrostu w temperaturach przechowywania opisaną w części 1 opinii oraz w artykułach cytowanych powyżej w tym rozdziale.

3.3.2.3. Praktyki higieniczne i warunki przechowywania rozmrożonej żywności

Kilka wytycznych wskazuje, jakie informacje powinny być podane na etykiecie w odniesieniu do praktyk higienicznych dla konsumenta. Większość wytycznych wskazuje, że należy unikać zanieczyszczenia krzyżowego, przechowując rozmrażaną żywność w pewnej odległości od innych środków spożywczych, że należy używać czystych przyborów kuchennych itp.

Wytyczne z kilku krajów stwierdzają, że etykieta powinna zawierać zdania typu "spożyć natychmiast po rozmrożeniu" lub w inny sposób zawierać instrukcje, że żywność powinna być przechowywana w lodówce podczas rozmrażania i natychmiast gotowana. Tylko jedna wytyczna zezwala na przechowywanie rozmrożonej żywności, ograniczone do 3 dni po rozmrożeniu (Domestic Practice, The Food Safety Authority of Ireland).¹¹ W przypadku darowizn żywności, gdzie można spodziewać się większego obciążenia mikrobiologicznego w czasie zamrażania, EFSA zaleca wykorzystanie żywności w ciągu 24 godzin po rozmrożeniu (EFSA BIOHAZ Panel, 2017).

3.3.2.4. Obróbka termiczna (gotowanie) rozmrożonej żywności

Kilka wytycznych sugeruje bezpośrednie wykorzystanie mrozonek do gotowania bez uprzedniego rozmrażania. Niektórzy wskazują, że jest to preferowana metoda, z uzasadnieniem, że unika się czasu przechowywania w „strefie niebezpiecznej temperatury”. Inne wytyczne wskazują, że rozmrożona żywność musi być podgrzewana przez cały czas, w tym po zmieszaniu z gorącymi potrawami. Najnowsze wytyczne dotyczące mrożonych warzyw (Profel, 2020) podkreślają, że warzywa muszą być w pełni ugotowane po rozmrożeniu.

Należy zauważyć, że gotowanie zamrożonej żywności będzie wymagało dłuższego czasu i/lub intensywności wymiany ciepła, aby osiągnąć niezbędny czas i temperaturę do wyeliminowania patogenów niż gotowanie rozmrożonej lub hartowanej żywności. Informacje te nie są zawarte w większości wytycznych. W związku z tym, jeśli instrukcje gotowania są podane przez FBO na etykiecie, powinno być jasne, czy podgrzewanie rozpoczyna się od stanu rozmrożonego czy zamrożonego.

3.3.2.5. Ponowne zamrażanie

Kilka wytycznych dopuszcza ponowne zamrożenie w określonym czasie, pod warunkiem, że nie doszło do nadużycia temperatury. Większość innych wytycznych nie zaleca ponownego zamrażania rozmrożonej żywności, ponieważ kontrola temperatury podczas rozmrażania jest trudna na poziomie konsumenta. Niektóre dokumenty nie podają uzasadnienia, podczas gdy inne wskazują, że w okresie rozmrażania w żywności mogły rozwinąć się toksyny i patogeny. Niektóre wytyczne zezwalają na ponowne zamrożenie, ale dopiero po przetworzeniu rozmrożonej żywności. Gotowanie jest często wymieniane jako odpowiednia metoda obróbki w tym zakresie.

3.3.3. Porady dotyczące dobrych praktyk w zakresie rozmrażania żywności, w tym warunków i czasu przechowywania

Podstawa doradztwa dla FBO sprzedającego konsumentom mrożoną żywność obejmuje wiedzę na temat warunków żywności w czasie jej zamrożenia oraz zrozumienie, w jaki sposób proces zamrażania i rozmrażania wpłynie na bezpieczeństwo w racjonalnie przewidywalnych warunkach konsumenckich. Jeśli środek ma być przechowywany lub używany jakiś czas po rozmrożeniu żywności, należy również wziąć pod uwagę racjonalnie przewidywalne warunki na tym etapie.

Podstawą udzielania porad dotyczących dobrych praktyk w zakresie rozmrażania, warunków przechowywania i ograniczeń czasowych spożycia rozmrożonej żywności są założenia, że żywność może być zanieczyszczona patogenami (tj. patogenami bakteryjnymi i wirusami) przed zamrożeniem (mrożona żywność jest ogólnie żywnością nie-RTE), że patogeny mogą przetrwać podczas zamrażania, że dodatkowe zanieczyszczenie może wystąpić podczas rozmrażania poza opakowaniem oraz że niektóre patogeny bakteryjne mogą być w stanie rosnąć lub wytwarzać toksyny w częściach rozmrożonej żywności (wzrost zdefiniowany jak w części 1, > 0.5 log, EFSA BIOHAZ Panel, 2020a), jeśli żywność może wspierać wzrost, a warunki czasowe/temperaturowe umożliwiają wzrost (w zależności od warunków wewnętrznych i zewnętrznych, patrz część 3.1.2).

W Tabeli 4 podsumowano porady dotyczące dobrych praktyk w zakresie rozmrażania żywności, w tym warunków przechowywania i czasu po rozmrożeniu, oraz najlepszych praktyk w zakresie postępowania z mrożoną żywnością.

¹⁰ <https://www.euro-poultry.com/blog/the-safe-guide-to-thawing-chicken>

¹¹ <https://www.fsai.ie/faq/domestic.html>

Tabela 4: Przegląd porad, które mogą być udzielane konsumentom w odniesieniu do dobrych praktyk rozmrażania żywności, warunków przechowywania i ograniczeń czasowych dotyczących spożycia rozmrożonej żywności przez FBO

Cel porady	Porada	Powód/motywacja/dlaczego	Przykłady mrozonek
Unikanie rozwoju patogenów mikrobiologicznych podczas rozmrażania	Rozmrażać w lodówce	Zmniejszyć tempo wzrostu, temperatura nie przekracza temperatury chłodzenia	Mrożone mięso, ryby i owoce morza
	Rozmrażać pod zimną bieżącą wodą	Zmniejszyć tempo wzrostu, temperatura może wzrosnąć do temperatury bieżącej wody	Mrożone warzywa, owoce
	Rozmrażać w temperaturze otoczenia	Suche ciasto należy rozmrażać w temperaturze pokojowej, bez opakowania lub w materiale, w którym zbierze się uwolniona i skondensowana woda. Zazwyczaj pleśń szybko rozwija się na suchym cieście w częściach, w których obecna jest wilgoć pochodząca z rozmrażania.	Mrożone suche ciasto, takie jak mrożone rogaliki
	Rozmrażać we wrzącej wodzie lub mieszać z gorącymi potrawami	Brak możliwości wzrostu we wrzącej wodzie lub gorącej potrawie	Mrożone owoce jagodowe, warzywa
	Przygotowywać zamrożoną żywność bezpośrednio, bez rozmrażania	Brak czasu na wzrost	Mrożona żywność gotowa do spożycia w piekarniku, pizza, lasagne
	Przed rozmrożeniem podzielić większe części na mniejsze (wewnątrz opakowania)	Przyspieszone rozmrażanie z powodu mniejszych kawałków (większa powierzchnia w stosunku do objętości)	Blok zamrożonych ryb, krewetek, jagód
Unikanie zanieczyszczenia patogenami w trakcie rozmrażania	Rozmrażać żywność w oryginalnym opakowaniu lub, jeśli nie jest to możliwe, w czystym pojemniku, aby uniknąć zanieczyszczenia	Aby uniknąć zanieczyszczenia podczas obróbki lub zabrudzenia domowego pojemnika lub przyborów kuchennych	Wstępnie zapakowane mrożone mięso, warzywa, ryby
	Umieścić żywność na tacy w trakcie rozmrażania	<ul style="list-style-type: none"> Unikać kapania i zanieczyszczenia rozmrażanej żywności innymi środkami spożywczymi Unikać kapania wody kondensacyjnej na inne środki spożywcze, co prowadzi do ich zanieczyszczenia 	Mrożone mięso (zwłaszcza większe kawałki, np. stek, tusza kurczaka), ryby i owoce morza
	Używać czystych przyborów kuchennych i czystych rąk podczas pracy z żywnością, np. podczas dzielenia większych kawałków żywności na mniejsze	Unikaj zanieczyszczenia żywności przez przybory kuchenne i ręce	Mrożone krewetki, jagody, warzywa

Wytyczne dotyczące oznaczania daty i informacji na temat żywności, część 2

Cel porady	Porada	Powód/motywacja/dlaczego	Przykłady mrozonek
Unikanie rozwoju patogenów mikrobiologicznych podczas późniejszego przechowywania po rozmrożeniu	Nie przechowywać dłużej niż 9 dni w temperaturze °C (odpowiednia kombinacja czasu i temperatury) przed spożyciem	Unikanie rozwoju patogenów w rozmrożonej żywności	Mrożone warzywa: 24-48 godzin w temperaturze chłodzenia (Profel, 2020) Inne środki spożywcze: Zapoznaj się z częścią 1 opinii (Panel EFSA BIOHAZ, 2020a) zawierającą opis narzędzi i procedur szacowania potencjału wzrostu dla różnych kombinacji czasu i temperatury.
	Postępuj zgodnie z instrukcjami podanymi na etykiecie	Unikaj nadmiernej temperatury podczas przechowywania rozmrożonej żywności	Wszystkie pakowane mrozonki.
	Nie zamrażaj ponownie po rozmrożeniu.	Zminimalizowanie możliwości rozwoju patogenów z powodu zanieczyszczenia i kombinacji czasu i temperatury umożliwiających rozwój podczas przechowywania, a następnie zamrażania i rozmrażania	Wszystkie rozmrożone środki spożywcze
	Wymij tylko potrzebną ilość zamrożonej żywności do rozmrożenia, a resztę pozostaw zamrożoną	Zminimalizowanie możliwości wzrostu i zanieczyszczenia poprzez brak konieczności przechowywania żywności, która nie jest potrzebna	Żywność mrożona, którą można porcjować, np. mrożone warzywa, jagody, krewetki
	Mrozonki, które są przeznaczone do spożycia w stanie zamrożonym, nie powinny być używane w naczyniach przechowywanych w lodówce przez dłuższy czas	Mrozonki, nawet te przeznaczone do spożycia w stanie niezamrożonym, mogą zawierać patogeny na niskim poziomie, które mogą zacząć rosnąć w temperaturach chłodniczych. W przypadku użycia mrożonych składników, należy ograniczyć czas ich przechowywania w lodówce.	Rozmrożone lody używane w koktajlach mlecznych
Zmniejszenie potencjalnego zanieczyszczenia patogenami mikrobiologicznymi podczas używania rozmrożonej żywności w daniu końcowym / daniach mieszanych	Rozmrożoną żywność należy ugotować przed spożyciem	Mrozonki mogą zawierać patogeny, które mogą rozwijać się po rozmrożeniu, ale gotowanie może je wyeliminować	Mrożone mięso, owoce morza, warzywa itp.
	Rozmrożoną żywność należy ugotować przed spożyciem w mieszanym daniu, które nie będzie poddawane obróbce termicznej	W przypadku dań mieszanych mrożone składniki nie mogą być używane bez obróbki cieplnej w celu wyeliminowania patogenów	Mrożony groszek lub kukurydza w mieszanej sałacie, ciasto z mrożonymi jagodami
Poinformuj konsumentów, że większość mrozonek nie jest RTE i że muszą one być odpowiednio ugotowane po rozmrożeniu	Umieszczanie na opakowaniu, stronie internetowej, w kodzie QR itp. jasnych instrukcji dotyczących gotowania mrozonek	Mrożona żywność może zawierać patogeny, które mogą przetrwać zamrożenie i rozwijać się po rozmrożeniu, dlatego też konieczne jest odpowiednie gotowanie i eliminacja patogenów	Mrożone posiłki, takie jak lasagne, pizza

3.3.4. Uwagi końcowe

- Z punktu widzenia bezpieczeństwa żywności mrożenie zapobiega rozwojowi patogenów. Jednakże, mimo że stężenie patogenów może z czasem spadać, eliminacja zwykle nie jest całkowita w okresie zamrażania, w zależności od patogenu i początkowego stężenia, czasu przechowywania w stanie zamrożonym i warunków podczas zamrażania/rozmarzania.
- Drobnoustroje chorobotwórcze, które przetrwały przechowywanie w stanie zamrożonym, mogą rozwijać się podczas rozmrażania i wytwarzać toksyny w żywności podczas lub po rozmrożeniu, jeśli pH, aktywność wody i temperatura przechowywania sprzyjają ich rozwojowi. Co więcej, podczas obchodzenia się z rozmrożoną żywnością może dojść do dodatkowego zanieczyszczenia od rąk, powierzchni z którymi się styka (np. przyborów kuchennych) lub innej żywności.
- Dobre praktyki w zakresie rozmrażania powinny minimalizować zanieczyszczenie patogenami między rozmrażaną żywnością a inną żywnością i/lub powierzchniami styku, gdy żywność jest wyjmowana z opakowania podczas rozmrażania, oraz ograniczać warunki sprzyjające ich rozwojowi.
- Porady, których FBO może udzielać konsumentom w zakresie dobrych praktyk dotyczących rozmrażania zamrożonej żywności, warunków przechowywania i terminów spożycia rozmrożonej żywności obejmują:
 - o stosowanie trybu rozmrażania, który zapewnia wystarczające rozmrożenie w kombinacji czasu i temperatury, która zapobiega rozwojowi patogenów, które przetrwały podczas zamrażania, również z uwzględnieniem dalszego wykorzystania;
 - o przechowywanie rozmrożonej żywności w oryginalnym opakowaniu lub, jeśli nie jest to możliwe, w czystym pojemniku oraz używanie wyłącznie czystych przyborów i rąk podczas obchodzenia się z żywnością w celu uniknięcia zanieczyszczenia;
 - o używanie rozmrożonej żywności do przygotowywania posiłków lub przechowywanie rozmrożonej żywności zgodnie z instrukcjami FBO. FBO powinien rozważyć udzielenie porad dotyczących ograniczeń przechowywania rozmrożonej żywności dotyczących czasu i temperatury i zalecić wystarczającą obróbkę cieplną rozmrożonej żywności w celu wyeliminowania patogenów przed spożyciem;
 - o informowanie konsumentów, że mrożona żywność jest przeznaczona do obróbki cieplnej/gotowania, chyba że proces produkcji sugeruje, że rozmrożony środek jest bezpieczny i może być spożywany bez gotowania.

4. Wnioski

W opiniach należy opracować podejście oparte na ryzyku, które powinno być stosowane przez FBO przy podejmowaniu decyzji o rodzaju oznaczenia daty (tj. terminu przydatności do spożycia lub daty minimalnej trwałości), ustalaniu okresu przydatności do spożycia (shelf-life) i powiązanych informacji o żywności, które powinny być podawane na etykiecie w celu zapewnienia bezpieczeństwa żywności.

Zakres zadań 3 – Dostarczenie wytycznych odnoszących się do warunków przechowywania i/lub limitu czasu do spożycia po otwarciu opakowania w celu uniknięcia zwiększenia ryzyka związanego z bezpieczeństwem żywności

Zestaw zadań 3a - Właściwości żywności i czynniki wewnętrzne/zewnętrzne, które mogą ulec zmianie po otwarciu opakowania, a w szczególności, które z tych czynników należy wziąć pod uwagę przy dostarczaniu takich informacji.

- Punkt czasowy otwarcia opakowania w pierwotnym okresie przydatności do spożycia może wpływać na rodzaj i stężenie mikroorganizmów obecnych w żywności (tj. im bliżej końca okresu przydatności do spożycia, tym wyższe spodziewane stężenie większości mikroorganizmów).
- Po otwarciu opakowania z żywnością może dojść do zanieczyszczenia poprzez przepływ powietrza, kapanie płynów lub w wyniku kontaktu konsumenta z żywnością za pośrednictwem rąk, przyborów kuchennych, pojemników itp.
- Otwarcie opakowania żywności może zmienić warunki, wpływając na zdolność mikroorganizmów chorobotwórczych do wzrostu i/lub wytwarzania toksyn.
 - o Czynniki zewnętrzne (takie jak skład atmosfery) są prawdopodobnie najważniejszymi czynnikami, które mogą ulec zmianie po otwarciu opakowania. Ochrona zapewniana przez pakowanie próżniowe lub pakowanie MAP zostaje utracona i można oczekiwać zmiany w zachowaniu wzrostowym (zwykle zwiększenie zdolności/szybkości wzrostu) patogenów w żywności.
 - o Należy również wziąć pod uwagę wpływ zmian czynników wewnętrznych (takich jak a_w lub pH) i ukrytych (takich jak konkurencyjna mikroflora) na wzrost patogenów po otwarciu opakowań.
- Ustalenie limitu czasu spożycia po otwarciu opakowania (wtórny okres przydatności do spożycia) jest skomplikowane ze względu na wiele czynników wpływających i braki w informacjach. Dodatkowy poziom złożoności wynika z potrzeby uwzględnienia zachowań konsumentów i racjonalnie przewidywalnych warunków używania.

Zestaw zadań 3b - Czynniki, które należy wziąć pod uwagę przy podejmowaniu decyzji, czy właściwe, a w konsekwencji obowiązkowe, jest wskazanie warunków przechowywania lub terminu przydatności do spożycia po otwarciu opakowania zgodnie z art. 25 ust. 2 rozporządzenia (UE) nr 1169/2011

- Otwarcie opakowania środka spożywczego może mieć wpływ zarówno na jego bezpieczeństwo, jak i jakość. Do celów niniejszej opinii właściwe jest ustalenie warunków przechowywania i terminu spożycia po otwarciu opakowania, gdy otwarcie może mieć wpływ na bezpieczeństwo wyrobu.
- Drzewko decyzyjne (DT), składające się z sekwencji pięciu pytań, zostało opracowane i poparte różnymi przykładami zastosowań, aby pomóc FBO w podjęciu decyzji, czy termin spożycia po otwarciu, ze względów bezpieczeństwa, jest potencjalnie krótszy niż początkowy termin przydatności do spożycia środka w nieotwartym opakowaniu.
- Podstawowe założenia DT są następujące:
 - o Po otwarciu opakowania zawsze możliwe jest zanieczyszczenie środka mikroorganizmami chorobotwórczymi
 - o Termin spożycia po otwarciu opakowania w odniesieniu do początkowego terminu przydatności do spożycia lub terminu

przydatności do spożycia zależy od tego, czy otwarcie opakowania zmienia:

- rodzaj mikroorganizmów chorobotwórczych w żywności (np. zanieczyszczenie komórkami wegetatywnymi nieobecnymi w nieotwartym opakowaniu żywności, które generalnie mają szerszy zakres możliwości wzrostu w porównaniu do wzrostu i/lub produkcji toksyn z zarodników), lub
 - czynniki wpływające na wzrost mikroorganizmów chorobotwórczych w porównaniu ze środkiem nieotwartym.
- Zgodnie z DT, w przypadku środków, dla których otwarcie opakowania prowadzi do zmiany rodzaju mikroorganizmów chorobotwórczych obecnych w żywności i/lub czynników zwiększających ich wzrost w porównaniu z nieotwartym środkiem, wynikiem jest krótszy termin spożycia po otwarciu opakowania w porównaniu z początkowym terminem przydatności do spożycia nieotwartej żywności.
 - Ogólnie rzecz biorąc, uważa się, że drzewko decyzyjne doprowadzi do odpowiednich i spójnych wyników w zakresie ograniczeń czasowych i warunków przechowywania w ramach interpretacji przepisów i założeń przyjętych przy jego sporządzaniu. Żadne ze zidentyfikowanych źródeł niepewności nie zostało uznane za ważniejsze od pozostałych. Łącznie uważa się, że niepewności wpłynęły na fakt, że DT może zawyżać ryzyko dla niektórych środków spożywczych.

Zakres zadań 4) - Zapewnienie wytycznych dotyczących rozmrażania zamrożonej żywności, w tym dobrych praktyk, warunków przechowywania i/lub ograniczeń czasowych dotyczących spożycia w celu uniknięcia wzrostu zagrożeń dla bezpieczeństwa żywności.

Zestaw zadań 4a) - Porady dla konsumentów dotyczące dobrych praktyk, warunków przechowywania i/lub terminu spożycia w celu ochrony konsumentów przed możliwymi zagrożeniami dla zdrowia

- Z punktu widzenia bezpieczeństwa żywności mrożenie zapobiega rozwojowi patogenów. Jednakże, mimo że stężenie patogenów może z czasem spadać, eliminacja zwykle nie jest całkowita w okresie zamrażania, w zależności od patogenu i początkowego stężenia, czasu przechowywania w stanie zamrożonym i warunków podczas zamrażania/rozmarzania.
- Drobnoustroje chorobotwórcze, które przetrwały przechowywanie w stanie zamrożonym, mogą rozwijać się podczas rozmrażania i wytwarzać toksyny w żywności podczas lub po rozmrożeniu, jeśli pH, aktywność wody i temperatura przechowywania sprzyjają ich rozwojowi. Co więcej, podczas obchodzenia się z rozmrożoną żywnością może dojść do dodatkowego zanieczyszczenia od rąk, powierzchni z którymi się styka (np. przyborów kuchennych) lub innej żywności.
- Dobre praktyki w zakresie rozmrażania powinny minimalizować zanieczyszczenie patogenami między rozmrażaną żywnością a inną żywnością i/lub powierzchniami styku, gdy żywność jest wyjmowana z opakowania podczas rozmrażania, oraz ograniczać warunki sprzyjające ich rozwojowi.
- Porady, których FBO może udzielać konsumentom w zakresie dobrych praktyk dotyczących rozmrażania zamrożonej żywności, warunków przechowywania i terminów spożycia rozmrożonej żywności obejmują:
 - stosowanie trybu rozmrażania, który zapewnia wystarczające rozmrożenie w kombinacji czasu i temperatury, która zapobiega rozwojowi patogenów, które przetrwały podczas zamrażania, również z uwzględnieniem dalszego wykorzystania;
 - przechowywanie rozmrożonej żywności w oryginalnym opakowaniu lub, jeśli nie jest to możliwe, w czystym pojemniku oraz używanie wyłącznie czystych przyborów i rąk podczas obchodzenia się z żywnością w celu uniknięcia zanieczyszczenia;
 - używanie rozmrożonej żywności do przygotowywania posiłków lub przechowywanie rozmrożonej żywności zgodnie z instrukcjami FBO. FBO powinien rozważyć udzielenie porad dotyczących ograniczeń przechowywania rozmrożonej żywności dotyczących czasu i temperatury i zalecić wystarczającą obróbkę cieplną rozmrożonej żywności w celu wyeliminowania patogenów przed spożyciem;
- o informowanie konsumentów, że mrożona żywność jest przeznaczona do obróbki cieplnej/gotowania, chyba że proces produkcji sugeruje, że rozmrożony środek jest bezpieczny i może być spożywany bez gotowania.

5. Zalecenia

- Zapewnienie działań szkoleniowych i wsparcia w zakresie DT, na przykład seminariów internetowych, w szczególności dla małych przedsiębiorstw branży spożywczej i laboratoriów, mających na celu przyczynienie się do lepszego zrozumienia środowiska drobnoustrojów w żywności oraz procedur wymaganych do scharakteryzowania odpowiednich czynników determinujących wtórny okres przydatności do spożycia (shelf-life) łatwo psującej się żywności. Zwiększenie umiejętności i możliwości ułatwi podejmowanie bardziej spójnych i właściwych decyzji dotyczących wtórnego okresu przydatności do spożycia (shelf-life) i sprawi, że procedury ustalania terminu spożycia będą bardziej osiągalne. Podobne szkolenia i wsparcie w zakresie DT i podejść opisanych w opinii mogą być również przydatne dla właściwych organów.
- Zebranie danych dotyczących czasu i temperatury racjonalnie przewidywalnych warunków przechowywania żywności w państwach członkowskich UE oraz wyjaśnienie i dostarczenie wytycznych dotyczących sposobu wykorzystania tych danych w decyzjach dotyczących wtórnego okresu przydatności do spożycia, tj. jakie zakresy istniejących zmian należy uwzględnić, na przykład w odniesieniu do temperatur przechowywania i zachowań konsumentów / zamierzonego zastosowania.
- Opracowanie odpowiedniego poziomu ochrony (ALOP) / celu bezpieczeństwa żywności (FSO) dla odpowiednich kombinacji żywności i patogenów, ponieważ brak takich danych jest przeszkodą w ustaleniu pierwotnego i wtórnego okresu przydatności do spożycia (shelf-life) żywności w odniesieniu do bezpieczeństwa żywności.
- Zająć się lukami w wiedzy na temat wpływu rozmrażania na uszkodzenie/przeżycie/wzrost bakterii w celu opracowania projektów badań, w tym odzyskiwania na pożywkach hodowlanych, oraz protokołów do zastosowania przy ocenie zachowania patogenów w tych warunkach, np. test prowokacyjny z użyciem *Listeria monocytogenes* w celu symulacji jej zachowania (obecne protokoły testów prowokacyjnych dotyczą żywności schłodzonej; proces rozmrażania nie jest uwzględniony).
- Przeprowadzenie badań z wykorzystaniem opracowanych protokołów testów prowokacyjnych w celu opracowania opartych na dowodach porad dotyczących warunków przechowywania (czas i temperatura) oraz przygotowywania żywności po rozmrożeniu dla żywności innej niż mrożone warzywa (dla których takie kryteria zostały już opublikowane).

Bibliografia

- Acco M, Ferreira FS, Henriques JAP i Tondo EC, 2003. Identyfikacja wielu szczepów *Staphylococcus aureus* kolonizujących błonę śluzową nosa osób mających kontakt z żywnością. *Food Microbiology*, 20, s. 489-493.
- Archer DL, 2004. Zamrażanie: niedostatecznie wykorzystywana technologia bezpieczeństwa żywności? *International Journal of Food Microbiology*, 90, s. 127-138.
- Azizoglu RO i Kathariou S, 2010. Wpływ temperatury wzrostu i podłoża agarowego na tolerancję zamrażania i rozmrażania *Yersinia enterocolitica*. *Foodborne Pathogenic Disease*, 7, s. 1125-1128. <https://doi.org/10.1089/fpd.2009.0526> PMID: 20528173.
- Azizoglu RO, Osborne J, Wilson S i Kathariou S, 2009. Rola temperatury wzrostu w tolerancji na zamrażanie i rozmrażanie *Listeria spp.*, *Applied and Environmental Microbiology*, 75, s. 5315-5320. <https://doi.org/10.1128/AEM.00458-09>
- Berry M, Fletcher J, McClure P i Wilkinson J, 2008. Wpływ zamrażania na właściwości odżywcze i mikrobiologiczne żywności. W *Frozen Food Science and Technology*, Evans JA (red.). <https://doi.org/10.1002/9781444302325.ch2>
- Beumer R, Te Giffel M, Spoorenberg E i Rombouts F, 1996. Gatunki *Listeria* w środowisku domowym. *Epidemiology and Infection*, 117, s. 437-442. <https://doi.org/10.1017/S0950268800059094>
- Buchtova H, Dordevic D, Duda I, Honzlova A i Kulawik P, 2019. Modelowanie niektórych możliwych sposobów postępowania z surowcem rybnym podczas przygotowywania domowego sushi. *Foods (Bazylea, Szwajcaria)*, 8, 459. <https://doi.org/10.3390/foods8100459>
- Byelashov O, Simpson C, Geornaras I, Kendall P, Scanga J i Sofos J, 2008. Ocena zmian w populacjach *Listeria monocytogenes* na frankfurterkach na różnych etapach od produkcji do spożycia. *Journal of Food Science*, 73, s. M430-M437. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2008.00959.x>
- Byrd-Bredbenner C, Berning J, Martin-Biggers J i Quick V, 2013. Bezpieczeństwo żywności w kuchniach domowych: synteza literatury. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 10, s. 4060-4085. <https://doi.org/10.3390/ijerph10094060>
- Cai L, Cao M, Regenstein J i Cao A, 2019. Najnowsze osiągnięcia w technologiach rozmrażania żywności. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 18, s. 953-970.
- Ceuppens S, Van Boxtael S, Westyn A, Devlieghere F i Uyttendaele M, 2016. Niejednorodność w rodzaju etykiety okresu przydatności do spożycia i instrukcji przechowywania na chłodzonej żywności w supermarketach w Belgii oraz ilustracja jej wpływu na ocenę poziomu progowego *Listeria monocytogenes* wynoszącego 100 CFU/g. *Food Control*, 59, s. 377-385.
- Chen Y, Allard E, Wooten A, Hur M, Sheth I, Laasri A, Hammack TS i Macarisin D, 2016. Odzyskiwanie i potencjał wzrostu *Listeria monocytogenes* w koktajlach mlecznych przygotowanych z naturalnie zanieczyszczonych lodów związanych z wybuchem listeriozy. *Frontiers in Microbiology*, 7, s. 764.
- Costa JCCP, Bover-Cid S, Bolivar A, Zurera G i Perez-Rodriguez F, 2019. Modelowanie interakcji wytwarzających sacynę bakterii *Lactobacillus sakei* CTC494 i *Listeria monocytogenes* w filetowanej doradzie (*Sparus aurata*) pakowanej w modyfikowanej atmosferze w warunkach izotermicznych i nieizotermicznych. *International Journal of Food Microbiology*, 297, s. 72-84.
- Daelman J, Jacxsens L, Lahou E, Devlieghere F i Uyttendaele M, 2013a. Ocena bezpieczeństwa mikrobiologicznego i jakości gotowanej schłodzonej żywności oraz procesu jej produkcji. *International Journal of Food Microbiology*, 160, s. 193-200.
- Daelman J, Membre JM, Jacxsens L, Vermeulen A, Devlieghere F i Uyttendaele M, 2013b. Ilościowy model oceny narażenia mikrobiologicznego na *Bacillus cereus* w wyrobach REPFED. *International Journal of Food Microbiology*, 166, s. 433-449.
- Daelman J, Vermeulen A, Willemyns T, Ongenaert R, Jacxsens L, Uyttendaele M i Devlieghere F, 2013c. Modele wzrostu/braku wzrostu psychrotroficznych zarodników *B. cereus* poddanych obróbce cieplnej w warunkach chłodniczych. *International Journal of Food Microbiology*, 161, s. 7-15.
- Dalvi-Isfahan M, Jha P, Tavakoli J, Daraei-Garmakhany A, Xanthakis E i Le-Bail A, 2019. Przegląd określania mechanizmów leżących u podstaw i oceny uszkodzeń spowodowanych zamrażaniem. *Journal of Food Engineering*, 255, s. 50-60.
- De Cesare A, Vitali S, Tessema GT, Trevisani M, Fagereng TM, Beaufort A, Manfreda G i Skjerdal T, 2018. Modelowanie kinetyki wzrostu *Listeria monocytogenes* w sałatkach makaronowych w różnych temperaturach przechowywania i warunkach pakowania. *Food Microbiology*, 76, s. 154-163.
- Debonne E, Baert H, Eeckhout M, Devlieghere F i Van Bockstaele F, 2019. Optymalizacja ciasta kompozytowego do wzbogacania skórki chleba w przeciwgrzybicze związki aktywne. *LWT*, 99, s. 417-422. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.10.020>
- Devlieghere F, Debevere J i Van Impe J, 1998. Wpływ rozpuszczonego dwutlenku węgla i temperatury na wzrost *Lactobacillus sake* w zmodyfikowanej atmosferze. *International Journal of Food Microbiology*, 41, s. 231-238.
- Devlieghere F, Geeraerd AH, Versyck KJ, Vandewaetere B, Van Impe J i Debevere J, 2001. Wzrost *Listeria monocytogenes* w gotowanych wyrobach mięsnych pakowanych w zmodyfikowanej atmosferze: model predykcyjny. *Food Microbiology*, 18, s. 53-66.
- Devlieghere F, Debevere J, Jacxsens L, Rajkovic A, Uyttendaele M i Vermeulen A, 2016. Mikrobiologia żywności i konserwacja żywności. *Die Keure, Belgia*. 284 str.
- Don S, Ammini P, Nayak BB i Kumar SH, 2020. Przeżywalność *Salmonella enterica* w rybach i krewetkach w różnych warunkach przechowywania. *LWT*, 132.
- Dumitrascu L, Nicolau AI, Neagu C, Didier P, Maitre I, Nguyen-The C, Skuland SE, M0retr0e T, Langsrude S, Truninger M, Teixeira P, Ferreira V, Martens L i Borda D, 2020. Profile dotyczące czasu i temperatury i obecność *Listeria monocytogenes* w lodówkach w gospodarstwach domowych z wrażliwymi konsumentami. *Food Control*, 111. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2019.107078>
- Panel BIOHAZ EFSA (Panel EFSA ds. zagrożeń biologicznych), 2011. Opinia naukowa w sprawie opartej na analizie ryzyka kontroli tworzenia się amin biogennych w sfermentowanej żywności. *Dziennik EFSA* 2011;9(10):2393, 93 str. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2011.2393>
- Panel BIOHAZ EFSA (Panel EFSA ds. zagrożeń biologicznych), 2012. Opinia naukowa w sprawie zagrożeń dla zdrowia publicznego stwarzanych przez niektóre środki złożone zawierające żywność pochodzenia zwierzęcego. *Dziennik EFSA* 2012;10(5):2662, 132 str. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2012.2662>
- Panel EFSA BIOHAZ (Panel EFSA ds. Zagrożeń Biologicznych), Ricci A, Chemaly M, Davies R, Fernandez Escamez PS, Girones R, Herman L, Lindqvist R, N0rrung B, Robertson L, Ru G, Simmons M, Skandamis P, Snary E, Speybroeck N, Ter Kuile B, Threlfall J, Wahlstr0m H, Allende A, Barregard L, Jacxsens L, Koutsoumanis K, Sanaa M, Varzakas T, Baert K, Hempten M, Rizzi V, Van der Stede Y i Bolton D, 2017. Opinia naukowa w sprawie podejścia do analizy zagrożeń dla niektórych małych placówek handlu detalicznego w kontekście stosowania ich systemów zarządzania bezpieczeństwem żywności. *Dziennik EFSA* 2017;15(3):4697, 52 str. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2017.4697>

- Panel EFSA BIOHAZ (Panel EFSA ds. Zagrożeń Biologicznych), Koutsoumanis K, Allende A, Alvarez-Ordóñez A, Bolton D, Bover-Cid S, Chemaly M, Davies R, De Cesare A, Herman L, Nauta M, Peixe L, Ru G, Simmons M, Skandamis P, Suffredini E, Jacxsens L, Skjerdal T, Da Silva Felicio MT, Hempten M, Messens W i Lindqvist R, 2020a. Wytyczne dotyczące oznaczania daty i powiązanych informacji na temat żywności: część 1 (oznaczenie daty). Dziennik EFSA 2020;18(12):6306, 74 str. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2020.6306>
- Panel EFSA BIOHAZ (Panel EFSA ds. Zagrożeń Biologicznych), Koutsoumanis K, Alvarez-Ordóñez A, Bolton D, Bover-Cid S, Chemaly M, Davies R, De Cesare A, Herman L, Hilbert F, Lindqvist R, Nauta M, Peixe L, Ru G, Simmons M, Skandamis P, Suffredini E, Jordan K, Sampers I, Wagner M, Da Silva Felicio MT, Georgiadis M, Messens W, Mosbach-Schulz O i Allende A, 2020b. Opinia naukowa dotycząca zagrożenie dla zdrowia publicznego stwarzane przez *Listeria monocytogenes* w mrożonych owocach i warzywach, w tym ziołach, blanszowanych podczas przetwarzania. Dziennik EFSA 2020;18(4):6092, 102 str. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2020.6092>
- EFSA i ECDC (Europejski Urząd ds. Bezpieczeństwa Żywności i Europejskie Centrum ds. Zapobiegania i Kontroli Chorób), 2018. Ogólnokrajowe ognisko zakażeń *Listeria monocytogenes* serogrupy IVb, sekwencja multi-locus typu 6, związane z mrożoną kukurydzą i prawdopodobnie innymi mrożonymi warzywami - pierwsza aktualizacja. Publikacja wspierająca EFSA 2018;15(7): EN-1448, 22 ss. <https://doi.org/10.2903/sp.efsa.2018.EN-1448>
- Komitet Naukowy EFSA, Benford D, Halldorsson T, Jeger MJ, Knutsen HK, More S, Naegeli H, Noteborn H, Ockleford C, Ricci A, Rychen G, Schlatter JR, Silano V, Solecki R, Turck D, Younes M, Craig P, Hart A, Von Goetz N, Koutsoumanis K, Mortensen A, Ossendorp B, Germini A, Martino L, Merten C, Mosbach-Schulz O, Smith A i Hardy A, 2018. Opinia naukowa w sprawie zasad i metod leżących u podstaw wytycznych EFSA dotyczących analizy niepewności w ocenie naukowej. Dziennik EFSA 2018;16(1):5122, 235 str. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2018.5122>
- Francoise L, Felix A, Carlos AJ, Ingebright B, Ziortza C, Xavier D, Izurieta E, Jean-Jacques J, Amaia L, Helene-Liette L, Lorentzen G, De Marañón M, Sebastien Inigo M, Miranda I, Maider N, Idoia O, Olsen R, Marie-France P, Hervé P i Taran S, 2008. Technologia Hurdle zapewniająca bezpieczeństwo produktów z owoców morza. Improving Seafood Products for the Consumer (książka), 19, s. 399-425. Dostępne online: <https://archimer.ifremer.fr/doc/00000/6492/>
- Fratamico PM i Bagi LK, 2007. Porównanie metod wykrywania i izolacji *Escherichia coli* O157:H7 w surowej mielonej wołowinie. Journal of Food Protection, 70, s. 1663-1669. <https://doi.org/10.4315/0362-028x-70.7.1663> PMID: 17685340.
- Geiges O, 1996. Procesy mikrobiologiczne w mrożonej żywności. Advances in Space Research, 18, s. 109-118, ISSN 0273-1177, [https://doi.org/10.1016/0273-1177\(96\)00006-3](https://doi.org/10.1016/0273-1177(96)00006-3)
- Geornaras I, Toczko D i Sofos JN, 2013. Wpływ wieku mięsa garnażeryjnego typu cook-in-bag z dodatkiem mleczanu-dioctanu na zachowanie się skażenia *Listeria monocytogenes* wprowadzanego podczas otwierania opakowań w trakcie przechowywania. Journal of Food Protection, 76, s. 1274-1278. <https://doi.org/10.4315/0362-028x.jfp-12-494>
- Haugland A, 2002. Przemysłowe rozmrażanie ryb: poprawa jakości i wydajności. Praca doktorska. NTNU Open. Fakultet for ingeniørvitenskap og teknologi. Dostępne online: <http://hdl.handle.net/11250/233393>
- Haysom I i Sharp AK, 2005. Zanieczyszczenie bakteryjne kuchni domowych w ciągu 24 godzin. British Food Journal, 107, s. 453-466.
- Iacumin L, Cappellari G, Colautti A i Comi G, 2020. Badanie *Listeria monocytogenes* w gotowanej szynce w kostkach pakowanej w zmodyfikowanej atmosferze i bioprotekcyjne działanie wybranych bakterii kwasu mlekowego. Microorganisms, 8, s. 898.
- ICMSF, 1996. Microorganisms in Foods 5: characteristics of microbial pathogens. To jedyna książka, która analizuje charakterystykę patogenów przenoszonych przez żywność w odniesieniu do HACCP. Blackie Academic & Professional, Londyn. ISBN 041247350X. Dostępne w Springer.
- Jacxsens L, Stals A, De Keuckelaere A, Deliens B, Rajkovic A i Uyttendaele M, 2017. Ilościowa ocena narażenia ludzi na norowirusa od pola do stołu w przypadku indywidualnie mrożonych malin i przecieru malinowego. International Journal of Food Microbiology, 2, s. 87-97. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2016.11.019> Epub 21 listopada 2021 PMID ref.: 27914323.
- Jameson JE, 1962. Omówienie dynamiki wzbogacania *Salmonella*. Journal of Higiena, 60, s. 193-207. <https://doi.org/10.1017/S0022172400039462>
- Jasson V, Rajkovic A, Baert L, Debever J i Uyttendaele M, 2009. Porównanie warunków wzbogacania w celu szybkiego wykrywania niskiej liczby podśluzówkowo uszkodzonych bakterii *Escherichia coli* O157 w żywności. Journal of Food Protection, 72, s. 1862-1868. <https://doi.org/10.4315/0362-028x-72.9.1862> PMID: 19777887.
- Jensen DA, Danyluk MA, Harris LJ i Donald W, 2017. Schaffner; Ilościowe określenie wskaźnika zanieczyszczenia krzyżowego bakteriami między świeżo pokrojonymi produktami a rękami. Journal of Food Protection, 80, s. 213-219. <https://doi.org/10.4315/0362-028x.jfp-16-240>
- Jimenez SM, Pirovani ME, Salsi MS, Tiburzi MC i Snyder OP, 2000. Wpływ różnych metod rozmrażania na wzrost bakterii u kurcząt. Dairy Food and Environmental Sanitation, 20, s. 678-683.
- Jofre A, Latorre-Moratalla ML, Garriga M i Bover-Cid S, 2019. Temperatury w domowych lodówkach w Hiszpanii: ocena wpływu na bezpieczeństwo i trwałość gotowanych wyrobów mięsnych. Food Research International, 126.
- Kapetanakou AE, Gkererekou MA, Vitzilaiou ES i Skandamis PN, 2017. Ocena zdolności wzrostu, przeżywalności i odpowiedzi adaptacyjnej *Listeria monocytogenes* na kwas podczas przechowywania różnych serów i późniejszego symulowanego trawienia żołądkowego. International Journal of Food Microbiology, 246, s. 50-63.
- Kataoka A, Enache E, Napier C, Hayman M i Weddig L, 2016. Wpływ temperatury przechowywania na wzrost i produkcję toksyn przez *Staphylococcus aureus* w zamrożonym i rozmrożonym wstępnie ugotowanym mięsie tuńczyka. Journal of Food Protection, 79, s. 620-627. <https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-15-439> PMID: 27052867.
- Kataoka A, Wang H, Elliott PH, Whiting RC i Hayman MM, 2017. Wzrost *Listeria monocytogenes* w rozmrożonej mrożonej żywności. Journal of Food Protection, 80, s. 447-453.
- Kennedy J, Gibney S, Nolan A, O'Brien S, McMahon MAS, McDowell D, Fanning S i Wall P, 2011. Identyfikacja punktów krytycznych podczas przygotowywania posiłków w domu: badanie obserwacyjne. British Food Journal, 113, s. 766-783.
- Kinman LA, Garcia MBM, Speshock J i Harp RM, 2018. Obecność bakterii chorobotwórczych w mielonej wołowinie podczas rozmrażania przez konsumenta i nawyki związane z obróbką żywności. Journal of Food Microbiology, 2, 12-14.
- Klinbun W i Rattanadecho P, 2019. Wpływ mocy wejściowej i proporcji żywności na proces rozmrażania mikrofalowego zamrożonej żywności w kuchence komercyjnej. Journal of Microwave Power and Electromagnetic Energy, 53, s. 225-242.
- Kumar PK, Rasco BA, Tang J i Sablani SS, 2020. Przemiany stanów/faz, rekrytalizacja lodu i zmiany jakości w mrożonkach poddawanych wahaniom temperatury. Food Eng Rev. <https://doi.org/10.1007/s12393-020-09255-8>
- Kusumaningrum HD, Riboldi G, Hazeleger WC i Beumer RR, 2003. Przeżywalność patogenów przenoszonych przez żywność na

- powierzchniach ze stali nierdzewnej i zanieczyszczenie krzyżowe żywności. *International Journal of Food Microbiology*, 85, s. 227-236.
- Kuuliala L, Sader M, Solimeo A, Perez-Fernandez R, Vanderroost M, De Baets B, De Meulenaer B, Ragaert P i Devlieghere F, 2019. Ocena psucia się surowego łososia atlantyckiego (*Salmo Salar*) przechowywanego w zmodyfikowanej atmosferze za pomocą statystyk wielowymiarowych i rozszerzonej regresji porządkowej. *International Journal of Food Microbiology*, 303, s. 46-57.
- Leroi F, Amarita F, Arbolea JC, Bjørkevoll I, Cruz Z, Dousset X, Izurieta E, Joffraud JJ, Lasagabaster A, Lauzon HL i Lorentzen G, 2008. Technologia Hurdle zapewniająca bezpieczeństwo produktów z owoców morza. *Improving Seafood Products for the Consumer* (książka), 19, s. 399-425.
- Li D, Zhu Zhiwei i Sun Da-Wen, 2018. Wpływ zamrażania na strukturę komórkową świeżych komórkowych materiałów spożywczych: przegląd. *Trends in Food Science and Technology*, 75, s. 46-55. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.02.019>
- Lianou A, Geomaras I, Kendall PA, Belk KE, Scanga JA, Smith GC i Sofos JN, 2007a. Losy bakterii *Listeria monocytogenes* w komercyjnej szynce z dodatkiem lub bez środków przeciwdrobnoustrojowych w warunkach symulujących skażenie w środowisku przetwórczym lub detalicznym oraz podczas przechowywania w domu. *Journal of Food Protection*, 70, s. 378-385. <https://doi.org/10.4315/0362-028x-70.2.378>
- Lianou A, Geomaras I, Kendall PA, Scanga JA i Sofos JN, 2007b. Zachowanie *Listeria monocytogenes* w temperaturze 7 st. C w komercyjnej szynce z dodatkiem lub bez środków przeciwdrobnoustrojowych, po symulowanym zanieczyszczeniu w warunkach produkcyjnych, detalicznych i konsumenckich. *Food Microbiology*, 24, s. 433-443.
- Manios SG i Skandamis N, 2015. Wpływ przechowywania w stanie zamrożonym, różnych metod rozmrażania i procesów gotowania na przeżywalność *Salmonella* spp. i *Escherichia coli* O157: H7 w komercyjnie formowanych pasztecikach wołowych. *Meat Science*, 101, s. 25-32.
- Mejlholm O i Dalgaard P, 2013. Opracowanie i potwierdzenie ekstensywnego modelu wzrostu i granic wzrostu dla psychrotolerancyjnych *Lactobacillus* spp. w owocach morza i wyrobach mięsnych. *International Journal of Food Microbiology*, 167, s. 244-260.
- Mihalache OA, Dumitrașcu L, Nicolau AI i Borda D, 2021. Wiedza na temat bezpieczeństwa żywności, nastawienie do zakupów żywności i bezpieczne praktyki kuchenne wśród rumuńskich konsumentów: podejście oparte na modelowaniu strukturalnym. *Food Control*, 120.
- Moore CM, Sheldon BW i Jaykus LA, 2003. Przeniesienie *Salmonelli* i *Campylobacter* ze stali nierdzewnej na sałatę rzymską. *Journal of Food Protection*, 66, s. 2231-2236. <https://doi.org/10.4315/0362-028x-66.12.2231> PMID: 14672218.
- Nasheri N, Vester A i Petronella N, 2019. Wirusowe ogniska przenoszone przez żywność związane z mrożonymi wyrobami. *Epidemiology and Infection*, 147, e291,1-8. <https://doi.org/10.1017/s095026881900179>
- Nesvadba P, 2008. Właściwości termiczne i rozwój kryształów lodu w mrożonkach. *Frozen Food Science and Technology*, s. 1-25.
- NicAogain K i O'Byrne CP, 2016. Rola stresu i adaptacji do stresu w określaniu losu patogenu bakteryjnego *Listeria monocytogenes* w łańcuchu pokarmowym. *Frontiers in Microbiology*, 7.
- Nicoli MC i Calligaris S, 2018. Wtórny okres trwałości: niedoceniana kwestia. *Food Eng Rev*, 10, s. 57-65. <https://doi.org/10.1007/s12393-018-9173-2>
- Olivera DF i Salvadori VO, 2012. Kinetyczne modelowanie zmian jakości schłodzonej lasagne gotowej do podania. *Journal of Food Engineering*, 110, s. 487-492.
- Pham QT, 2016. Teoria zamrażania. W Caballero B, Finglas PM, Toldra F (red.). *Encyklopedia żywności i zdrowia*. Academic Press, s. 110-118, ISBN 9780123849533, <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-384947-2.00329-9>.
- Pouillot R, Klontz KC, Chen Y, Burall LS, Macarisin D, Doyle M, Bally KM, Strain E, Datta AR, Hammack TS i Van Doren JM, 2016. Dawka zakaźna *Listeria monocytogenes* w ognisku związanym z lodami, Stany Zjednoczone, 2015 r. *Emerging Infectious Diseases*, 22, 2113.
- Profel, 2020. Wytyczne dotyczące higieny w zakresie kontroli *Listeria monocytogenes* w produkcji warzyw głęboko mrożonych, listopad 2020 r. Dostępne online: https://profel-europe.eu/_library/_files/PROFEL_Listeria_mono_guidelines_November2020.pdf
- Richards GP, Watson MA, Meade GK, Hovan GL i Kingsley DH, 2012. Odporność norowirusa GII.4 na zamrażanie i rozmrażanie: implikacje dla zakaźności wirusa. *Food and Environmental Virology*, 4, s. 192-197. <https://doi.org/10.1007/s12560-012-9089-6>. Epub 2012 paź 12. PMID: 23205150; PMCID: PMC3505500
- Rispens JR, Freeland A, Wittry B, Kramer A, Barclay L, Vinje J, Treffilletti A i Houston K, 2019. Notatki z terenu: Wiele ognisk norowirusa związanych z mrożonymi owocami i jagodami na statkach wycieczkowych - Stany Zjednoczone, 2019 r. *MMWR. Morbidity and Mortality Weekly Report*, 69,501-502. <https://doi.org/10.15585/mmwr.mm6916a3externalicon>
- Roccatto A, Uyttendaele M, Cibin V, Barrucci F, Cappa V, Zavagnin P, Longo A, Catellani P i Ricci A, 2015. Wpływ domowych praktyk przechowywania i rozmrażania na *Salmonellę* w przetworach mięsnych na bazie drobiu. *Journal of Food Protection*, 78,2117-2125. <https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-15-048> PMID: 26613905.
- Roiha IS, Tveit GM, Backi CJ, Jonsson A, Karlsdottir M i Lunestad BT, 2018. Wpływ kontrolowanej temperatury medium rozmrażającego na jakość i bezpieczeństwo mrożonego dorsza atlantyckiego (*Gadus morhua*). *LWT*, 90, s. 138-144. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.12.030>
- Schlüter O, 2003. Wpływ procesów wysokociśnieniowych i niskotemperaturowych na materiały komórkowe związane z żywnością. *Dissertation*, TU Berlin. Dostępne online: <http://depositonce.tu-berlin.de/handle/11303/1060>
- Scott E, 2000. Związek między zanieczyszczeniem krzyżowym a przenoszeniem patogenów żywnościowych w domu. *The Pediatric Infectious Disease Journal*, 19, s. 111- 113.
- Serra-Castello C, Costa J, Jofre A, Bolivar A, Garriga M, Perez-Rodriguez F i Bover-Cid S, 2019. Modelowanie bioochrony *Lactobacillus sakei* ctc494 przed *Listeria monocytogenes* w gotowanej szynce podczas przechowywania w lodówce. 11th International Conference on Predictive Modelling in Food. 17-20 września 2019 r., Braganca, Portugalia. Dostępne online: <https://app.oxfordabstracts.com/events/541/program-app/submit/123455>
- Sleight SC i Lenski RE, 2007. Ewolucyjna adaptacja do cykli zamrażania-rozmrażania-wzrostu u *Escherichia coli*. *Physiology and Biochemical Zoology*, 80, 370-385. <https://doi.org/10.1086/518013> Epub 2007 maja 7. PMID: 17508333.
- Tomaszewska M, Biłska B i Kozłozyn-Krajewska D, 2020. Czy polscy konsumenci dbają o higienę podczas zakupów i przygotowywania posiłków w domu w kontekście marnowania żywności? *International Journal of Environmental Research Public Health*, 17, 2074. <https://doi.org/10.3390/ijerph17062074>. PMID: 32245043; PMCID: PMC7142825
- Tsigarida E, Skandamis P i Nychas GJ, 2000. Zachowanie *Listeria monocytogenes* ii flory autochtonicznej na mięsie

- przechowywanym w warunkach pakowania tlenowego, próżniowego i w atmosferze modyfikowanej z lub bez obecności olejku eterycznego z oregano w temperaturze 5°C. *Journal of Applied Microbiology*, 89, 901-909. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2672.2000.01170.x>
- Umaraw P, Prajapati A, Verma AK, Pathak V i Singh VP, 2017. Kontrola *Campylobacter* w przemyśle drobiarskim od gospodarstwa do zakładu przetwórstwa drobiu: przegląd. *Critical Review Food Science Nutrition*, 57, s. 659-665. <https://doi.org/10.1080/10408398.2014.935847> PMID: 25898290.
- Uyttendaele M, De Loy H, Vermeulen A, Jacxsens L, Debevere J i Devlieghere F, 2018. Wytyczne mikrobiologiczne: pomoc w interpretacji wyników badań mikrobiologicznych żywności, Die Keure. 463 str.
- Van Asselt E, De Jong A, De Jonge R i Nauta M, 2008. Zanieczyszczenie krzyżowe w kuchni: szacowanie wskaźników przenoszenia dla desek do krojenia, rąk i noży. *Journal of Applied Microbiology*, 105, s. 1392-1401. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2008.03875.x>
- Van Damme I, De Zutter L, Jacxsens L i Nauta MJ, 2017. Kontrola patogennej dla ludzi *Yersinia enterocolitica* w mięsie mielonym: analiza porównawcza różnych interwencji z wykorzystaniem podejścia opartego na ocenie ryzyka. *Food Microbiology*, 64, 83-95. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2016.12.006> Epub 2016 Dec 23 PMID: 28213039.
- Van Haute S, Raes K, Devlieghere F i Sampers I, 2017. Połączone zastosowanie olejku eterycznego z cynamonu i pakowania próżniowego w celu zwiększenia trwałości mikrobiologicznej i cech organoleptycznych chudej wieprzowiny i łososia. *Food Packaging and Shelf Life*, 12, s. 51-58. <https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2017.02.004>
- Verheyen D, Xu XM, Govaert M, Baka M, Skara T i Van Impe JF, 2019. Mikrostruktura żywności i zawartość tłuszczu wpływają na morfologię wzrostu, kinetykę wzrostu i preferowaną fazę wzrostu komórek *Listeria Monocytogenes* w modelowych systemach opartych na rybach. *Applied Environmental Microbiology*, 85, e00707-e00719. <https://doi.org/10.1128/AEM.00707-19>. PMID: 31175191; PMCID: PMC6677851
- VKM, Skjerdal T, Eckner K, Kapperud G, Lassen J, Grahek-Ogden D, Narvhus J, Nesbakken T, Robertson L, Thomas Rosnes J, Skjerve E, Vold L i Wasteson Y, 2018. *Listeria monocytogenes* - ocena opieki zdrowotnej dla kobiet w ciąży i innych grup szczególnie narażonych. Uttalelse fra Faggruppe for hygiene og smittestoffer i Vitenskapskomiteen for mat og miljø. Raport VKM 2018:13, ISBN: 978-82-8259-310-6, ISSN: 2535-4019. Vitenskapskomite for mat og miljø (VKM), Oslo, Norway.
- Yang H, Mokhtari A, Jaykus L-A, Morales RA, Cates SC i Cowen P, 2006. Ocena ryzyka fazy konsumenckiej dla *Listeria monocytogenes* w delikatesach mięsnych. *Risk Analysis*, 26, s. 89-103. <https://doi.org/10.1111/j.1539-6924.2006.00717.x>
- Yildirim S, RoEcker B, Pettersen MK, Nilsen-Nygaard J, Ayhan Z, Rutkaite R, Radusin T, Suminska P, Marcos B i Coma V, 2018. Active packaging applications for food. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 17, s. 165-199. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12322>
- Zhu Z, Zhou Q i Sun D-W, 2019. Pomiar i kontrola krystalizacji lodu w mrożonkach: przegląd najnowszych osiągnięć. *Trends in Food Science & Technology*, 90, s. 13-25.
- Zilelidou EA, Tsourou V, Poimenidou S, Loukou A i Skandamis PN, 2015. Modelowanie przenoszenia *Escherichia coli* O157: H7 i *Listeria monocytogenes* podczas przygotowywania świeżych sałatek: wpływ praktyk krojenia i szatkowania. *Food Microbiology*, 45, s. 254-265.
- Zoellner C, Jennings R, Wiedmann M i Ad Inavek R, 2019. Włączone Model oparty na agentach w celu zrozumienia dynamiki *Listerii* w zakładach przetwórstwa spożywczego. *Scientific Reports*, 9, s. 495. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-36654-z>

Skróty

ALOP	odpowiedni poziom ochrony
CFU	jednostka tworząca kolonię
DT	drzewko decyzyjne
FBO	operator branży spożywczej
FSSP	predyktor psucia żywności i bezpieczeństwa
FSO	cel bezpieczeństwa żywności
FSMS	system zarządzania bezpieczeństwem żywności
GHP	dobre praktyki higieniczne
HACCP	analiza zagrożeń i krytyczne punkty kontroli
LAB	bakterie kwasu mlekowego
MAP	opakowania ze zmodyfikowaną atmosferą
QMRA	ilościowa ocena ryzyka mikrobiologicznego
RTE	gotowe do spożycia
SSO	specyficzne organizmy powodujące psucie
ToR	Zakres zadań
UHT	ultrawysoka temperatura

Załącznik A - Analiza niepewności

Tabela A.1: Źródła niepewności w drzewku decyzyjnym (DT) wpływające na decyzję o potrzebie uzyskania informacji na temat okresu przydatności do spożycia (shelf-life), warunków przechowywania i/lub terminów spożycia po otwarciu opakowania żywności

Niepewność związana z	Źródłem lub lokalizacją niepewności	charakterem lub przyczyną niepewności opisaną przez ekspertów	Wpływ niepewności na decyzję, czy informacja o wtórnym okresie przydatności do spożycia jest odpowiednia oraz na wymagane warunki przechowywania przy użyciu drzewka decyzyjnego (kierunek ¹ i wielkość ²)
Drzewkiem decyzyjnym	Założenie: Kroki/pytania zawarte w drzewku	Ważny krok/pytanie może być pominięte lub nieistotne	Niejednoznaczne/+
	Założenie: Potencjał wzrostu oparty na kilku czynnikach (pH i a _w) jako główny czynnik determinujący	Potencjał do zainicjowania wzrostu może być mniejszy niż wskazany w tabelach w Q1, które opierają się tylko na dwóch czynnikach (pH i a _w) w optymalnych warunkach	Przeszacowanie/+ (ale może być rozwiązany przy prawidłowym użyciu Q2)
	Założenie: Nie uwzględniono inaktywacji na etapie konsumenta	Inaktywacja zagrożeń może mieć miejsce w żywności (niegotowej do spożycia) na poziomie konsumenta (np. gdy żywność jest poddawana obróbce cieplnej).	Przeszacowanie/+
	Struktura: Związek między pytaniami	Kolejność pytań może nie odzwierciedlać istotnych wydarzeń, które mogą mieć miejsce i wpłynąć na wynik DT.	Niejednoznaczne/+
Drzewkiem decyzyjnym	Dane dotyczące granicznego pH i a _w	Limity stosowane w tabelach danych zawartych w Q1 mogą nie być reprezentatywne dla wszystkich istotnych zagrożeń biologicznych	Niedoszacowanie/+ (Nie uważane za prawdopodobne/nieważne, z wyjątkiem przypadku pojawienia się szczepów hipertolerancyjnych, ponieważ graniczne pH i a _w są oparte na najbardziej tolerancyjnych znanych komórkach wegetatywnych lub zarodnikach) Przeszacowanie/+
<p>1: Niedoszacowanie, tj. żywność wymagająca wtórnego okresu przydatności do spożycia zostałaby sklasyfikowana jako niewymagająca tej informacji; Przeszacowanie, tj. żywność niewymagająca wtórnego okresu przydatności do spożycia zostałaby sklasyfikowana jako wymagająca informacji o wtórnym okresie przydatności do spożycia; Niejednoznaczny, tj. mógłby wpływać w dowolny sposób.</p> <p>2: Ocena wielkości niepewności przy użyciu trójstopniowej skali półilościowej od niskiego do wysokiego znaczenia (+, ++ lub +++).</p>			

Dodatek B - Wytyczne dotyczące rozmrażania

Australijski Instytut Bezpieczeństwa Żywności, 2017, 4 metody bezpiecznego rozmrażania żywności.pdf
Redystrybucja żywności w UE: Austriackie wytyczne dotyczące higieny w kuchniach przemysłowych, kuchniach placówek opieki zdrowotnej i podobnych publicznych obiektach gastronomicznych. Przetłumaczone wytyczne -: LEITLINIE (europa.eu)
Redystrybucja żywności w UE: tłumaczenie belgijskiego pisma okólnego dotyczącego przepisów mających zastosowanie do banków żywności i organizacji charytatywnych. Microsoft Word - 2017-09-14_circ-ob_Banques alimentaires_FR_V4.doc (europa.eu)
Redystrybucja żywności w UE: tłumaczenie Przewodnika Bezpieczeństwa Żywności Stowarzyszenia Holenderskich Banków Żywności. fw_lib_gfd_nld_handboek-voedselveiligheid.pdf (europa.eu)
Urząd ds. Bezpieczeństwa Żywności w Irlandii: Domowe gotowanie i przechowywanie. Kontrola temperatury | Najczęściej zadawane pytania | Irlandzki Urząd ds. Bezpieczeństwa Żywności (fsai.i.e)
Urząd ds. Bezpieczeństwa Żywności w Irlandii: Firmy przekazują żywność organizacjom charytatywnym. Bezpieczeństwo Żywności w Irlandii (fsai.i.e)
EU_2017_C 361_01 Wytyczne dotyczące darowizn żywności, wytyczne dotyczące zamrażania podano w rozdziale 5.4
FAO Projekt Zmienionych Zasad Postępowania w Przetwarzaniu i Obchodzeniu się z Szybko Mrożoną Żywnością.pdf
Freeborn 2019 Bezpieczeństwo rozmrażania i rozmrażania żywności.pdf
Bezpieczna metoda FSA - rozmrażanie. Pdf
FSA. Jak bezpiecznie schładzać, zamrażać i rozmrażać żywność <https://www.food.gov.uk/safety-hygiene/chilling>
FSANZ 2016 Normy bezpieczeństwa żywności 3_2_2.pdf
Rząd Kanady 2017 Bezpieczne rozmrażanie żywności.pdf
Rynek bezpieczeństwa żywności. Infografika Bezpieczne rozmrażanie żywności.pdf
National Center for Home Preservation, 2014, Zamrażanie, rozmrażanie i przygotowywanie żywności do podania. Pdf
Narodowa Agencja Środowiska, Wytyczne dotyczące rozmrażania żywności, guidelines-on-thawing-of-food.pdf (nea.gov.sg)
Nevada Div Public Health Wytyczne dotyczące rozmrażania środków spożywczych, Arkusz informacyjny. Pdf
NSF International USA Rozmrażanie żywności.pdf
Safefood, 2004. Wytyczne dotyczące temperatury gotowania i przechowywania żywności. Pdf.
Singapurska Agencja Żywności 2019 Wytyczne dotyczące rozmrażania żywności. Pdf
USDA FSIS, 2013, Bezpieczne metody rozmrażania. Pdf
USDA FSOS, Resztki i bezpieczeństwo żywności Resztki i bezpieczeństwo żywności (usda.gov)