

Transport smrznutih prehrambenih proizvoda u Europskoj uniji

Kovačević, Mislav

Master's thesis / Diplomski rad

2023

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Economics and Business / Sveučilište u Zagrebu, Ekonomski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:148:911656>

Rights / Prava: [Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported/Imenovanje-Nekomercijalno-Dijeli pod istim uvjetima 3.0](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-05**



Repository / Repozitorij:

[REPEFZG - Digital Repository - Faculty of Economics & Business Zagreb](#)



Sveučilište u Zagrebu
Ekonomski fakultet
Integrirani preddiplomski i diplomski sveučilišni studij Poslovna ekonomija, Trgovina i
međunarodno poslovanje

TRANSPORT SMRZNUTIH PREHRAMBENIH PROIZVODA
U EUROPSKOJ UNIJI

Diplomski rad

Mislav Kovačević

Zagreb, veljača 2023.

Sveučilište u Zagrebu
Ekonomski fakultet
Integrirani preddiplomski i diplomski sveučilišni studij Poslovna ekonomija, Trgovina i
međunarodno poslovanje

TRANSPORT SMRZNUTIH PREHRAMBENIH PROIZVODA
U EUROPSKOJ UNIJI

TRANSPORT OF FROZEN FOOD PRODUCTS IN THE
EUROPEAN UNION

Diplomski rad

Student: Mislav Kovačević

JMBAG studenta: 0067566528

Mentor: Izv. Prof. dr. sc. Dora Naletina

Zagreb, veljača 2023.



Sveučilište u Zagrebu
Ekonomski fakultet



IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je diplomski rad isključivo rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu, a što pokazuju korištene bilješke i bibliografija.

Izjavljujem da nijedan dio rada nije napisan na nedozvoljen način, odnosno da je prepisan iz necitiranog rada, te da nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava.

Izjavljujem, također, da nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

(mjesto i datum)

(vlastoručni potpis studenta)

Sažetak

Zbog konstantnog porasta i povećanja potreba za prehrambenim proizvodima te zbog razvoja i specijalizacije pojedinih područja za određenu hranu, transport prehrambenih proizvoda nužan je za stabilnost i zadovoljavanje potreba svjetske potražnje za hranom. Smrznuta hrana, iako često prikazana kao manje kvalitetna, na globalnoj razini postaje sve traženija i počinje igrati sve važniju ulogu. Zbog užurbanosti današnjeg života te zbog manjka slobodnog vremena, smrznuti prehrambeni proizvodi jedno su od najpraktičnijih rješenja modernog čovjeka za pripremu hrane u kratkom vremenu. Velika prepreka korištenja smrznutih prehrambenih proizvoda je složenost organizacije hladnog lanca i uvjeta u kojima takva roba treba biti skladištena. Tehnički i biološki kvarovi smrznute hrane jako su česti te predstavljaju najveću prepreku transporta ovakve vrste hrane. Osim što transport mora omogućiti da će hrana biti dostavljena na krajnju lokaciju u prvobitnom stanju što se tiče kvalitete, također mora biti i pravovremen kako hrana ne bi provela previše vremena u prijevozu. Stoga je da bi hrana došla na odredište u adekvatnom stanju i vremenu potrebno izabrati odgovarajući oblik transporta koji najviše odgovara takvoj vrsti hrane. Svaka roba zahtjeva specifične uvjete kod skladištenja što znači da se različite robe u pravilu ne mogu prevoziti zajedno, samo u situacijama gdje jednaki uvjeti (npr. temperatura i vlaga) odgovaraju različitim vrstama prehrambenih proizvoda. Upravo zbog brojnih specifičnosti vezanih uz transport ovakve vrste robe, cilj ovog rada je identificirati prednosti i mane različitih oblika transporta kako bi se utvrdilo za što su pojedini oblici prijevoza primjereni.

Ključne riječi: transport, smrznuti prehrambeni proizvodi, uvjeti skladištenja, hladni lanac.

Abstract

Due to the constant growth and increase of the need for food products as well as development and specialization of certain areas for specific type of food, transportation of food products is necessary for the stability and meeting the needs of the world demand for food. Frozen food, although often portrayed as lower quality food, is becoming more and more sought after on a global level and is starting to take on a more important role. Due to the fast-paced lifestyle and the lack of free time, frozen food products are one of the most practical solutions of modern people to prepare food in short time. A major obstacle to the use of frozen food products is the complex organization of the cold chain and the conditions in which such goods should be stored. Technical and biological spoilage of frozen food is very common and represents the biggest obstacle to the transport of this type of food. In addition to the fact that the transport must ensure that this food will be delivered to the final destination in its original state in terms of quality, the delivery must also be timely so that the food does not spend too much time in transport. In order for the food to arrive at its destination in adequate condition and time, it is necessary to choose the appropriate form of transport for this type of food. Each commodity requires specific storage conditions, which means that different goods cannot, as a rule, be transported together, only in situations where the same conditions (e.g. temperature and humidity) correspond to different types of food products. Precisely because of the many specifics related to the transport of this type of goods, the aim of this paper is to highlight the advantages and disadvantages of different forms of transport and to show what certain forms of transport are suitable for.

Key words: transport, frozen food, storage conditions, cold chain.

SADRŽAJ

1. UVOD	8
1.1. Predmet i cilj rada.....	8
1.2. Izvori i metode prikupljanja podataka	8
1.3. Sadržaj i struktura rada	9
2. KARAKTERISTIKE TRANSPORTA SMRZNUTIH PREHRAMBENIH PROIZVODA	
10	
2.1. Povijesni razvoj transporta smrznutih proizvoda	10
2.2. Hladni lanac i smrznuta hrana	11
2.3. Vrste i oblici transporta smrznutih prehrambenih proizvoda	12
2.3.1. Kopneni transport smrznutih prehrambenih proizvoda.....	13
2.3.2. Zračni transport smrznutih prehrambenih proizvoda	14
2.3.3. Transport smrznutih prehrambenih proizvoda vodenim putovima	15
2.4. Glavni rizici i prijetnje kod transporta smrznutih prehrambenih proizvoda	18
2.5. Utjecaj transporta smrznute hrane na okoliš.....	21
2.6. Trendovi na tržištu smrznutih prehrambenih proizvoda.....	22
3. ODRŽAVANJE KVALITETE I SIGURNOSTI SMRZNUTIH PREHRAMBENIH	
PROIZVODA.....	25
3.1. Vrste smrznutih prehrambenih proizvoda	25
3.1.1. Meso i proizvodi od mesa	25
3.1.2. Perad i proizvodi od peradi	26
3.1.3. Proizvodi iz mora	26
3.1.4. Voće i povrće	26
3.1.5. Gotova jela	27
3.2. Metode i načini smrzavanja	27
3.2.1. Konvencionalni oblici smrzavanja hrane	28
3.2.2. Moderne metode smrzavanja prehrambenih proizvoda	29
„Impingement“ smrzavanje	29
Smrzavanje korištenjem hidro-fluidizacije	30
Smrzavanje potpomognuto tlakom.....	30
Smrzavanje potpomognuto ultra-zvukovima	31
3.2.3. Superchilling tehnika smrzavanja ribe	32
3.3. Pakiranje smrznutih prehrambenih proizvoda	32

3.3.1.	Pakiranja od papira (kartona)	33
3.3.2.	Pakiranja od plastike i srodnih materijala	34
3.3.3.	Pakiranja od metala	36
3.3.4.	Tehnologije pakiranja.....	37
3.3.4.1.	Pakiranja s modificiranom atmosferom	37
3.3.4.2.	Pakiranje s jestivim folijama i presvlakama	38
3.3.4.3.	Aktivno pakiranje.....	38
3.3.4.4.	Inteligentno pakiranje	39
3.4.	Skladištenje i uvjeti skladištenja smrznutih prehrambenih proizvoda	40
4.	EMPIRIJSKO ISTRAŽIVANJE UPRAVLJANJA TRANSPORTNIM PROCESOM SMRZNUTIH PREHRAMBENIH PROIZVODA	43
4.1.	Pregled literature.....	43
4.2.	Instrument istraživanja	45
4.3.	Rezultati istraživanja	45
5.	ZAKLJUČAK	49
	POPIS LITERATURE	51
	POPIS SLIKA	54
	POPIS GRAFIKONA	55
	PRILOG 1. Podsjetnik za intervju	56
	ŽIVOTOPIS STUDENTA	58
	PRILOG 1.....	52

1. UVOD

1.1. Predmet i cilj rada

U fokusu ovog rada je analiza transportnog procesa prehrambenih smrznutih proizvoda na području Europske unije, od obrade i pakiranja hrane sve do krajnjeg potrošača koji koristi odabrani proizvod. Smrznuti proizvodi se u današnje vrijeme smatraju najsuvremenijim oblikom očuvanja kvalitete namirnica te omogućavaju dostavu proizvoda krajnjim potrošačima na udaljene prostore. Upravo ta mogućnost transporta namirnica u udaljene dijelove svijeta označava vrijednost ovakvog oblika očuvanja kvalitete i svojstava prehrambenih proizvoda. U radu se analiziraju i tehnike koje se koriste u smrzavanju i transportu smrznute hrane kako bi ista zadržala svoja primarna svojstva, a opet bila dostupna u svim dijelovima svijeta. Cilj ovog rada je uvidjeti pozitivne i negativne strane korištenja ovakvog oblika transporta hrane, odnosno, kakav efekt ova vrsta transporta ostavlja na krajnje potrošače, ali i na okoliš. Također, sagledat će se i šira slika te ispitati koja je razina kvalitete proizvoda koji podliježu ovakvoj vrsti skladištenja/transporta u odnosu na svježe namirnice. Kako bi se steklo razumijevanje o samom postupku smrzavanja i transporta takvih proizvoda, detaljno će se proučiti i definirati postupci zamrzavanja prehrambenih proizvoda, pravilno skladištenje tih proizvoda te će se ispitati razina sigurnosti tih proizvoda za konzumiranje kod krajnjih kupaca. Nadalje, proučit će se koje su prednosti smrznute hrane za krajnje kupce te što ih vodi da biraju takav oblik hrane u odnosu na svježu/ne-smrznutu hranu. Uz direktne utjecaje na krajnje kupce, proučit će se i sveukupni utjecaj na okoliš te ispitati održivost ovakvog oblika poslovanja na duge staze, ali i pokušati uvidjeti alternative ovakvom obliku poslovanja.

1.2. Izvori i metode prikupljanja podataka

Izvori korišteni u radu uključuju brojne znanstvene članke i stručne publikacije dostupne na stranicama Google Scholar i Hrčak. Osim stručnih radova iz područja srodnih temi ovog rada, korišteni su i izvori iz stručnih knjiga i udžbenika dostupnih na stranicama Ekonomskog fakulteta u Zagrebu. Također, korištene su i internetske stranice vezane uz transport smrznute hrane i specijaliziranih poduzeća koja se bave tim poslovima. Osim izvora vezanih uz teorijski dio rada, provedeno je i empirijsko istraživanje vezano uz temu. Empirijsko istraživanje je koncipirano kao intervju sa zaposlenicima domaćeg poduzeća u čije poslove spada i transport smrznutih proizvoda, odnosno nabava i prodaja istih. Svrha primarnog istraživanja je dobiti uvid u učinkovitost i održivost ovakvog oblika transporta, saznati pozitivne i negativne strane

ovakvog poslovanja te pronalazak eventualnih alternativa ovakvoj vrsti transporta. Prilikom analize primarnih i sekundarnih podataka bit će korišteno nekoliko znanstvenih metoda, odnosno deskriptivna metoda, metoda klasifikacije (omogućavaju podjelu i objašnjenje ključnih pojmova), metoda dokazivanja (što će omogućiti dokazivanje sudova koristeći više izvora) te metoda analize (koje će osigurati raščlambu složenih pojmova na manje i jednostavnije dijelove).

1.3. Sadržaj i struktura rada

Ovaj rad je podijeljen u 5 glavnih poglavlja.

Prvo poglavlje daje osnovne informacije, odnosno objašnjava se predmet i cilj rada, izvori podataka te kako je cijeli rad formiran i oblikovan.

U drugom poglavlju je prikazana povijesna pozadina ovakvog oblika transporta te podjela vrsta i oblika transporta smrznutih proizvoda, kao i sveukupna zastupljenost smrznutih proizvoda u sveukupnoj distribuciji prehrambenih proizvoda.

Treće poglavlje prikazuje najbitnije stavke transporta smrznutih proizvoda, odnosno prikazuje ispravne načine pakiranja, skladištenja i smrzavanja proizvoda kako bi njihova kvaliteta bila održana.

U četvrtom poglavlju naglasak se stavlja na pregled cjelokupne literature korištene u svrhu izrade ovog rada te provođenje empirijskog istraživanja. Što se primarnog istraživanja tiče, bit će prikazani instrumenti, rezultati i ograničenja korištenja ove metode.

U zadnjem, petom poglavlju, prikazan je zaključak o cijelom radu.

2. KARAKTERISTIKE TRANSPORTA SMRZNUTIH PREHRAMBENIH PROIZVODA

2.1. Povijesni razvoj transporta smrznutih proizvoda

Razvoj transporta smrznutih prehrambenih proizvoda datira s kraja 19., odnosno, početka 20. stoljeća. Iako je danas gotovo nezamislivo da ne postoji ovakav oblik transporta prehrambenih proizvoda, ipak je isti bio nepoznanica do prošlog stoljeća. Kako navode James i suradnici (2006.), počeci ovog oblika transporta datiraju iz 1877. godine kad je poslana prva velika pošiljka smrznutog mesa iz Argentine u Francusku i na taj način započela razvoj i unaprjeđenje pošiljki smrznute hrane. Prije te pošiljke, zabilježeno je nekoliko pokušaja transporta smrznute hrane, no oni su bili neuspješni te hrana nije ostala sigurna za konzumaciju. U Jamesovom članku iz 2006., ističe se i pošiljka smrznutih banana iz 1901. godine kao pokretač daljnjeg razvoja transporta smrznutih namirnica. Rodrigue (2006.) spominje 1902. godinu kao godinu kad je napravljen prvi brod s hladnjačom kako bi se banane mogle transportirati u udaljene dijelove svijeta – taj čin označava potpuni prijelaz banane iz skupine egzotičnog voća dostupnog malom broju ljudi u skupinu jednog od svjetski najzastupljenijih voća. Također ističe i prve zabilježene slučajeve transporta smrznute hrane, a to datira u 1797. kad su britanski ribari stavljali ribu u led kako bi očuvali njezinu kvalitetu sve do povratka kući.

Iako se ne može sa sigurnošću odrediti točan podatak o početku korištenja tehnike smrzavanje za distribuciju u udaljene dijelove svijeta, gotovo svi izvori se slažu o važnosti Clarencea Birdseyea za cjelokupnu industriju smrznute hrane te transport iste. Smrznuta hrana koristila se i prije Birdseyea, no bila je jako niske kvalitete i lošeg okusa, a Birdseye je to promijenio. Smatra se začetnikom brzog smrzavanja što je otkrio slučajno dok je lovio ribu. Riba se smrznula na temperaturi zraka koja je bila u minusu, a nakon što bi ju pripremio riba je i dalje bila dobrog okusa. Na taj način je shvatio da smrzavanje hrane po sebi nije loše i ne znači da će hrana biti bezokusna, već da je bitan način na koji se ta hrana smrzava. Kasnije je taj isti proces ponovio s graškom, kojeg je nakon kratkog blanširanja, odmah zamrznuo te je rezultat ponovo bio isti odnosno hrana je bila ukusna (<https://www.loc.gov/everyday-mysteries/technology/item/who-invented-frozen-food/>).

Koncept smrznute hrane je u početku postojao prvenstveno radi očuvanja hrane, ali ta hrana je većinom bila kritizirana i smatrana bezokusnom. Nakon Birdseyeovih pokusa i otkrića, počelo se shvaćati kako smrznuta hrana može i „mora“ biti ukusna. Iako smrznuta hrana vjerojatno

nikada neće dostići svježnu hranu po okusu i kvaliteti, danas je vrlo bitna i zastupljena gotovo u cijelom svijetu te je nemoguće zamisliti moderni svijet bez korištenja tehnika zamrzavanja koje omogućuju pristup raznoj hrani u svim dijelovima svijeta. Danas smrznuta hrana spada pod jednu od najvećih industrija na svijetu, a što se najbolje reflektira kroz podatak da je vrijednost industrije smrznutih prehrambenih proizvoda u 2021. godini iznosila 252,19 milijardi dolara. (<https://www.polarismarketresearch.com/industry-analysis/global-frozen-food-market>).

2.2. Hladni lanac i smrznuta hrana

U vrijeme potpune svjetske globalizacije i povezivanja udaljenih tržišta, hladni lanac (*eng.* Cold chain) je jedna od najbitnijih spona uspješne svjetske trgovine. Predstavlja sveukupnost procesa koji omogućavaju transport i pravodobno zadovoljavanje potreba potrošača u udaljenim dijelovima svijeta. Rodrigue i Notteboom (2013.) definiraju hladni lanac kao transport proizvoda osjetljivih na temperaturu koristeći suvremene metode hlađenja te kao logistički proces kojem je cilj očuvati kvalitetu i sigurnost prevezenih proizvoda. Također ističu kako je bitno gledati na hladni lanac kao znanost (kemijski spojevi bitni za očuvanje proizvoda), tehnologiju (suvremene hladnjače i sustavi hlađenja koji se koriste u hladno lancu) te skup procesa (proces čini skup aktivnosti – pakiranje, skladištenje, transport itd.). Naglašavaju i važnost hladnog lanca i to kroz geografsku perspektivu: globalnu, regionalnu i lokalnu. Globalna perspektiva označava lakoću specijalizacije udaljenih tržišta te jednostavnost distribucije cjepiva ili lijekova. Regionalna označava postojanje velikih rashladnih skladišta koja omogućavaju jednostavniju i bržu regionalnu distribuciju. Lokalna perspektiva podrazumijeva pravodobnu distribuciju dobara do krajnjeg potrošača, bilo kroz opremanje prodavaonica ili restorana.

Rodrigue i Notteboom (2013.) istaknuli su 5 glavnih koraka u procesu očuvanja integriteta pošiljki:

1. priprema pošiljke (priprema stanja i temperature proizvoda koji se prevozi),
2. odabir načina transporta (ovisno o vrsti proizvoda te duljini puta),
3. posebne prilagodbe,
4. „*The last mile*“ (ovdje se govori o trenutku same dostave jer je nužno osigurati dostupnost kapaciteta za istovar robe) te
5. osiguranje integriteta i kvalitete.

Brzowska i suradnici (2016.) ističu glavne dijelove unutar učinkovite infrastrukture hladnog lanca, a to su: dobavljači, transport, skladišta i krajnji kupac (potrošač). U korelaciju također

stavljaju i 3 glavne stavke unutar svakog hladnog lanca, a to su proizvod, distribucija i destinacija. Za uspješno provođenje hladnog lanca nužno je uskladiti ove tri stavke na najvišoj mogućoj razini. Pod pojmom proizvod ističu se fizičke karakteristike robe te posebni uvjeti koji moraju biti zadovoljeni tokom transporta pojedinih proizvoda. Destinaciju je nužno znati i rano odrediti kako bi se raspolagalo informacijom o trajanju i uvjetima transporta, a distribucija je usko vezana uz destinaciju pošto će na temelju podataka o daljinu i trajanju transporta biti donesena odluka o obliku i načinu prijevoza. Za odabir najsigurnijeg i troškovno najefikasnijeg modela za provođenje hladnog lanca bitno je odabrati odgovarajući tip (oblik) distribucije, proučiti mogućnosti i načine utovara i istovara te u obzir uzeti ukupne troškove i potrebnu temperaturu za pohranu pojedinih proizvoda.

U svrhu uspostave usklađenosti hladnog lanca sljedeći zahtjevi moraju biti ispunjeni (Brzozowska et al., 2016.):

- Trening osoblja
- Analiza regulatornih nedostataka
- Nadgledanje solucija za uvjete pohrane proizvoda hladnog lanca
- Kvalifikacija skladišne opreme
- Studije temperaturnog profila u transportu
- Testiranje, dizajn i kvalifikacija sistema pakiranja unutar hladnog lanca
- Održavanje menadžmenta i usklađenosti hladnog lanca
- Mapiranje temperature skladišta i skladišnih jedinica.

2.3. Vrste i oblici transporta smrznutih prehrambenih proizvoda

Zbog velike zastupljenosti na tržištu i velikih potreba za smrznutom hranom, transport ove vrste prehrambenih proizvoda morao se prilagoditi novonastaloj potražnji. Posljedično povećanoj potražnji, vrlo je bitno bilo zadovoljiti tržište, a kako bi to bilo uspješno, nužno je bilo prilagoditi i povećati transportne kapacitete za prijevoz smrznute hrane. Danas je transport smrznutih proizvoda zastupljen kroz gotovo sva suvremena prijevozna sredstva, od cestovnih vozila sve do vodenih i zračnih. Oblik prijevoza se bira ovisno o vrsti proizvoda ili pak udaljenosti odredišta jer nemaju sva prijevozna sredstva jednake značajke i jednake mogućnosti očuvanja stalne temperature hrane (James et al., 2006.).

2.3.1. *Kopneni transport smrznutih prehrambenih proizvoda*

Pod kopnena prijevozna sredstva spadaju vozila koja se voze po cestama te ona koja voze po tračnicama. Cestovna vozila najčešće su korišten oblik vozila za transport smrznute hrane te predstavljaju revoluciju i veliku promjenu u navikama potrošača još od samog izuma hladnjaka za cestovna vozila, 1938. godine od strane Fredericka McKinley Jonesa. Iako su količine koje cestovna vozila mogu prevoziti znatno manje od onih koje mogu veliki brodovi, ovaj je oblik ipak najkorišteniji jer omogućava dostavu hrane do krajnjeg kupca. Sun (2012.) ističe važnost i ulogu online kupnje za razvoj ovakvog oblika transporta. Trendovi se mijenjaju i koristi se puno veći broj manjih vozila koja mogu čuvati različite vrste hrane istovremeno, što omogućuje da se krajnjem korisniku dostave različiti prehrambeni proizvodi u istom trenutku. Iako ovakav oblik poslovanja ide u prilog krajnjem potrošaču, bitno je istaknuti kako vozila u ovakvom načinu rada koriste gotovo 20% više goriva nego da idu na duže relacije što proizlazi iz manjka konzistentnog tempa te učestalog otvaranja/zatvaranja mobilne hladnjače.

S druge strane, vozila koja se koriste za daleke pošiljke i duga putovanja mnogo su zahtjevnija za održavanje te se kod njih provode mnogo striktnija i detaljnija mjerenja i provjere. To znači da se provode redoviti pregledi ispravnosti takvih vozila, odnosno provjerava se ispravnost hladnjaka te uvjeta za čuvanje temperature hrane. Neke od provjera koje Sun (2012.) spominje, su: efikasnost izolacije (provjera koliko topline izlazi iz hladnjače; provjera količine zraka koji izlazi), vrijeme koje je potrebno za spuštanje, odnosno stabiliziranje temperature unutar hladnjače, konzistentnost temperature unutar hladnjače uslijed učestalih otvaranja vrata itd.

Osim konvencionalnih cestovnih prijevoznih sredstava, u kopnena prijevozna sredstva spadaju i vozila koja prometuju tračnicama: vlakovi. Heap (2010.; preuzeto iz Sun, 2012.) dijeli transport smrznute hrane tračnicama u 3 grupe:

1. prijevoz smrznutih prehrambenih proizvoda u vagonima koji nemaju integriranu tehnologiju za očuvanje temperature, već se za to koriste vanjska sredstva poput suhog leda, gela i sl.;
2. prijevoz smrznutih prehrambenih proizvoda u vagonima s integriranim hladnjačama ili sustavom hlađenja na razini cijelog vlaka te
3. multi-modalni prijevoz smrznutih prehrambenih proizvoda, utovar kontejnera/vozila s već integriranim sustavima hlađenja.

Slika 1. Unutrašnjost kombija s ugrađenom hladnjačom



Izvor: <https://www.europcar.com.au/commercial/refrigerated-van> (10.12.2022.)

2.3.2. Zračni transport smrznutih prehrambenih proizvoda

Sun (2012.) naglašava kako je transport zračnim putem postao mnogo češći izbor za transport pojedine hrane. Iako ističe i određene nedostatke korištenja ovog oblika transporta (poput dugih vremena čekanja na utovar zbog kojih se riskira zadržavanje kvalitete proizvoda te kašnjenja/otkazivanja letova), uviđa kako se uvjeti poboljšavaju te zračni transport postaje sve konkurentniji oblik transporta lako-kvarljivih proizvoda. Proizvodi koji se šalju zračnim putem moraju biti jako dobro zapakirani kako bi se zaštitili od potencijalnih rizika prilikom čekanja i ukrcavanja tereta. Zbog toga je bitno koristiti kvalitetne i pouzdane izolatore koji onemogućavaju prodiranje topline poput termalnih deka.

Za transport smrznutih proizvoda avionom koriste 2 oblika sustava za transport: aktivni i pasivni. Aktivni sustav transporta podrazumijeva transport u kontejnerima opremljenim hladnjacima te na taj način zadržavaju stalnu temperaturu, a koriste se za proizvode osjetljive na promjene temperature. Pasivni sustav se koristi kod manje osjetljivih proizvoda te može zadržavati temperaturu do 96 sati, ovisno o materijalu koji se koristi za izolaciju. Isti funkcionira na principu pakiranja hrane koje je obloženo izolacijskim materijalom (suhi led, smrznuti gel) kako bi se spriječio prodor topline (Ceva Logistics url, n.d.). Majić (2022.) izdvaja prednosti jednog i drugog oblika transporta. Prednosti pasivnog oblika su: eliminacija rizika

kvara opreme (rashlađivača), smanjen trošak transporta zbog manje težine te ponovo korištenje izolacijskih materijala za iduće pošiljke. S druge strane, prednosti aktivnih sustava su: mogućnost skladištenja neovisno o vanjskoj temperaturi, jednostavnost utovara i istovara te mogućnost održavanja temperature robe na dulje razdoblje.

2.3.3. Transport smrznutih prehrambenih proizvoda vodenim putovima

Korištenje velikih teretnih brodova za prijevoz dobara diljem svijeta odvija se svakodnevno te predstavlja oslonac svjetske ekonomije i razmjene dobara, bilo prehrambenih ili neprehrambenih. Teretni brodovi omogućavaju istovremeni prijevoz velikih količine dobara na udaljene dijelove svijeta. Naravno, isti je slučaj i kod transporta smrznutih prehrambenih proizvoda gdje su brodovi nužnost kako bi svjetska potražnja uspjela biti zadovoljena. James i suradnici (2006.) prikazuju kako postoje dva glavna oblika kontejnera koja se koriste kod prijevoza prehrambenih proizvoda odnosno oni s ugrađenim rashladnim sustavom te izolirajući kontejneri, koji temperaturu zadržavaju zahvaljujući odabranim izolatorima. Brodovi imaju velike kapacitete za utovar kontejnera i hladnjača, no treba se obratiti pozornost na razmještaj kontejnera na brodu jer su kontejneri složeni na vrhu puno više izloženi sunčevim zrakama što imaju negativan utjecaj na kvalitetu robe.

Kod odabira adekvatnog oblika za prijevoz smrznutih prehrambenih proizvoda, bitno je u obzir uzeti sve relevantne parametre i procijeniti najisplativiji model transporta. Naglasak se obično stavlja na cijenu te na razinu kvalitete, odnosno, uvijek se nastoji postići najviša moguća kvaliteta uz najnižu cijenu. Naravno, nije svaki oblik pogodan za sve vrste smrznute hrane i za sve udaljenosti. Tako je za dostave proizvoda na malom geografskom području i u malim količinama, kombi ili manji kamion s hladnjačom je najbolje rješenje. S druge strane, ako se velike pošiljke hrane distribuiraju u udaljene zemlje, oblik transporta će vjerojatno biti teretni brod ili avion, ovisno o hitnosti pošiljke. Također, vrlo je bitno i o vrsti prehrambenog proizvoda o kojoj se radi pošto i to uvelike utječe na odabir transportnog sredstva (Sun, 2012.).

Čudina i Bezić (2019.) su napravili usporedbu učinkovitosti između brodova hladnjača i kontejnerskih brodova, a u svrhu utvrđivanja najisplativijeg i najučinkovitijeg oblika transporta smrznutih proizvoda vodenim putovima. Iako su prije kontejnerski brodovi gotovo uvijek imali prednost zbog veće količine robe koje mogu prevoziti, ta razlika je danas značajno manja te se brodovi hladnjače razvijaju i grade kako bi mogli prevoziti velike količine robe. Obje vrste brodova imaju svoje posebne karakteristike i odlike, no u suštini ih se može gledati zajedno

pošto im je namjena gotovo identična, ali također imaju i brojne zajedničke karakteristike, a koje se odnose na:

- gotovo identične glavne dimenzije,
- vrlo slična općenita konfiguracija broda,
- 4 teretna prostora,
- dugi pramac, paluba,
- smještaj na krmi.

Ipak, u obzir se trebaju uzeti glavne razlike ovih brodova kako bi ih se moglo usporediti i donijeti zaključak o učinkovitosti. Brodovi hladnjače imaju na palubi 2 dizalice s nosivošću od 20t, a kontejnerski brodovi imaju čak 4 dizalice s nosivošću od 40 tona. Najveća je razlika između ove dvije vrste brodova ipak to što se na brodove hladnjače mogu tovariti kontejneri i teret na paletama, dok se na kontejnerske brodove tovore samo kontejneri.

Upravo ta razlika u načinu utovara i u obliku tereta kojeg brodovi mogu prenositi dovodi do još jedne bitne stavke koja se treba uzeti u obzir prilikom odabira učinkovitije vrste broda, a to je masa tereta. Naime, kontejnerski brod utovarom iste količine tereta utovara puno veću masu zbog dodatne mase koja dolazi od svih zasebnih kontejnera koji se stavljaju na palubu. S druge strane, brodovi hladnjače imaju unaprijed ugrađene hladnjače i tehnologije rashlađivanja koji su fiksne mase te se osim mase paleta (koja je zanemariva u odnosu na kontejnere) i mase same robe na brod ne stavlja nikakav dodatan teret (Čudina i Bezić, 2019.)

Brodovi hladnjače učinkovitiji u odnosu snage i brzine s potrošnjom goriva, te da je generalna potrošnja niža nego kod kontejnerskih brodova. Veliko rashladno postrojenje na palubi brodova hladnjača puno je adekvatnije i efikasnije nego sva zasebna postrojenja koja idu na kontejnerske brodove. O tome pišu i James i suradnici (2006.), naime oni ističu 2 glavne mogućnosti vezane uz rashladne sisteme na brodovima – rashladni sustavi integrirani unutar kontejnera ili pak rashladni sustav koji omogućava „spajanje“ kontejnera bez vlastitog uređaja. S druge strane, prednosti kontejnerskih brodova se očitavaju kroz jednostavniji i brži utovar i istovar robe, niža sveukupna cijena ovakvog broda te jednostavnije i jeftinije održavanje u odnosu na brodove hladnjače. U globalu, brodovi hladnjače su energetske učinkovitiji te zbog veće brzine mogu prevaliti veće udaljenosti u manje vremena. Naprotiv, vrijeme utovara i istovara tereta je puno dulje te je rizik od oštećenja robe tokom utovara i istovara puno veći. Ono što je još bitno istaknuti je da se kod same proizvodnje kontejnerskih brodova u obzir mora uzeti jako puno

čimbenika koji su nužni za pohranu i transport velikih količina kontejnera (utičnice, prostor itd.).

Slika 2. Brod hladnjača



Izvor: <https://www.undercurrentnews.com/2021/11/26/maersk-halted-reefer-vessel-shipments-to-dalian-after-covid-19-outbreak/> (14.12.2022.)

Sun (2012.) ističe i veliku prednost kontejnerskih brodova, a to je olakšano i brže rukovanje robom kod multi-modalnih oblika transporta. Unatoč tome trenutno je ipak isplativije korištenje kontejnerskih brodova, ali se zbog visoke razine ekonomske isplativosti i efikasnosti u budućnosti očekuju velika ulaganja u razvoj brodova hladnjača (Čudina i Bezić, 2019.).

Slika 3. Kontejnerski brod



Izvor: <https://www.thomasnet.com/insights/container-shipping-by-the-numbers/> (15.12.2022.)

2.4. Glavni rizici i prijetnje kod transporta smrznutih prehrambenih proizvoda

Maiorino i suradnici (2021.) u svojem radu spominju još jedan veliki problem, odnosno rizik, a to je problem propadanja hrane za vrijeme transporta kroz hladni lanac. Ističu 3 glavna uzroka kvarenja hrane za vrijeme transporta, a to su: heterogenost (razlike) temperatura zraka i hrane koja se prevozi, povišenje temperature zraka kao posljedica učestalog otvaranja vrata tokom utovara i istovara te neučinkovitost rashladnih jedinica u transportu. FAO (2017., preuzeto iz Maiorino i sur., 2021.) iznosi podatak kako se vjeruje da čak 30% od ukupne količine prevezene smrznute hrane ne doprije do krajnjeg potrošača, odnosno, da se pokvari prije nego dođe do odredišta.

Alabi i suradnici (2020.) spominju voće i povrće kao prehrambene proizvode koji su najosjetljiviji na oscilacije temperature i vlage za vrijeme transporta u hladnom lancu. Naime, zbog velikog postotka vode u sastavu tih proizvoda postoji i veliki potencijal za razvojem mikrobioloških i enzimskih reakcija koje rezultiraju preranim kvarenjem ili degradacijom kvalitete proizvoda.

Transport smrznutih prehrambenih proizvoda, iako se masovno odvija svakog dana, sa sobom nosi brojne izazove i rizike. Ono što je istaknuto u svim radovima je utjecaj temperature na proizvode koji se prevoze, a to predstavlja prvi veliki rizik kod ovog oblika poslovanja pošto se smrznuta i duboka smrznuta hrana mora konstantno držati na temperaturama do 3 stupnja niže ili više od zadane temperature (Zawadzki, 2020.). Autor ističe i kako bi se sigurnost hrane trebala proučavati kroz prevenciju fizičkog, kemijskog te mikrobiološkog oštećenja. Fizička oštećenja se odnose na promjene u inicijalnom izgledu i pojavi proizvoda te na strana tijela, poput stakla, metala, insekata, koja se pojave u samom proizvodu, a ne bi trebala tamo biti. Kemijski rizici proizlaze iz neželjenog utjecaja opreme koja se koristi u prijevozu, bilo zbog neadekvatnog održavanja ili pak prisutnosti proizvoda drugog podrijetla unutar iste rashladne jedinice, ali i iz otrovnih supstanci iz okoliša. Mikrobiološka oštećenja se većinski odnose na razvoj mikroorganizama i bakterija zbog neadekvatne temperature unutar jedinica. Zawadzki (2020.) naglašava kako je upravo zbog tih opasnosti nužno držati se propisa donesenih ATP konvencijom koji precizno objašnjavaju pravilno održavanje opreme – potrebno je ukloniti sve ostatke robe koja je prethodno prevožena, nužno je koristiti isključivo sredstva za čišćenje koja nisu opasna ni otrovna za konzumaciju, provođenje dezinfekcije mora biti po definiranim napucima, prije utovara i korištenja rashladne opreme nužno je provjeriti ispravnost te temperaturu unutar rashladne jedinice.

U ATP konvenciji je također istaknuta i važnost provjeravanja ispravne temperature unutar jedinice kao i izbjegavanje direktnog utjecaja Sunca za vrijeme utovara i istovara kako bi se smrznuta hrana što kvalitetnije transportirala. Konvencija također pruža i podjelu smrznutih i duboko smrznutih proizvoda u grupe, ovisno o preporučenoj temperaturi na kojoj se čuva pojedina hrana (preuzeto iz Zawadzki, 2020.):

- -20° - sladoled, voćni sokovi i koncentri
- -18° - riba, mekušci, rakovi
- -14° - masnoće (osim maslaca)
- -12° - ostali proizvodi manje osjetljivi na djelomično odmrzavanje
- -10° - maslac.

Sav transport smrznutih prehrambenih proizvoda podliježe pravilima koja su donesena ATP (A–agreement; T-transportation; P-perishable) konvencijom koja je potpisana 1970. godine u Ženevi. Ova konvencija donosi regulacije i pravila koja se moraju poštivati kod prijevoza sve kvarljive robe, bila ona smrznuta ili ne. Regulacije ove konvencije se prvenstveno obuhvaćaju

termalne regulacije tijekom prijevoza, opremu vozila te regularne inspekcije sredstva prijevoza i nužne opreme. ATP regulacije se odnose na: cestovni i željeznički transport te na transport vodenim putovima kraći od 150 kilometara (Zawadzki, 2020.). Ova konvencija donosi definicije za različite oblike specijalne opreme koja mora biti korištena kako bi proizvođači u konačnici zadovoljili norme, a ovdje su dane definicije pojmova koji su značajni kod transporta smrznutih prehrambenih proizvoda.

Izolirana oprema je napravljena sa čvrstim izolirajućim vratima, podom, stropom i zidovima s ciljem da se prijenos topline između vanjske i unutarnje okoline smanji na najnižu moguću razinu. Ovisno o razini K koeficijenta (koeficijenta transfera topline), oprema se svrstava u *normalno izoliranu opremu* ili u *jako izoliranu opremu* (ATP konvencija, 2022.).

Rashladna oprema je oblik izolirane opreme koji, koristeći izvor hladnoće, može sniziti temperaturu robe unutar hladnjače i zadržati je na toj razini iako je vani i do +30 stupnjeva. Ovisno o temperaturi do koje se roba može sniziti, rashladna se oprema dijeli na 4 klase (ATP konvencija, 2022.). *Mehanički rashladna oprema* za cilj također ima sniziti temperaturu tijela koje se nalazi unutra i zadržati tu temperaturu, i to dok je vanjska temperatura do +30 stupnjeva, ali uz korištenje integriranog rashladnog sustava ili sustava koji je pokrenut od drugog povezanog mehanizma. Rizici ovog oblika poslovanja uvelike ovise i o obliku transporta, odnosno prijevoznom sredstvu koje se koristi za prijevoz određenih proizvoda. Različiti oblici transporta pružaju različite prednosti, ali i nedostatke (ATP konvencija, 2022.).

Zawadzki (2020.) navodi kako cestovni prijevoz pruža mnoštvo prednosti u odnosu na ostale oblike transporta – cestovnim se putovima mogu prevoziti gotovo svi oblici tereta, u izvanrednim situacijama vrlo je jednostavno pronaći alternativni put te se cijeli transport može odviti u kratkom vremenu. Ipak, veliki nedostatak je nekonzistentnost cestovne infrastrukture te visoke varijacije u kvaliteti prometnica, ali i potencijalni visoki troškovi zbog korištenja vozila s malim kapacitetima. Ono što predstavlja najveći rizik korištenja ovog oblika transporta su velike šanse za mehaničkim kvarovima unutar proizvoda – to se odnosi na lomljenje leda, koji omogućava zadržavanje niskih temperatura proizvoda, koje nastaje kao posljedica prometnih nesreća, oštećenja na cestama ili naglih pokreta i promjena smjera vozila. Također, zbog masovne primjene ovakvog oblika prijevoza, cestovni transport predstavlja veliki ekološki rizik zbog iznimno visokih i učestalih emisija štetnih plinova.

Željeznički prijevoz također ovisi o razvijenosti infrastrukture pojedinog prostora, no on omogućava istovremeni prijevoz značajno većih količina robe uz puno niže jedinične troškove nego kod cestovnog transporta. Velika prednost željezničkog prijevoza je i mogućnost da se istovremeno prevoze proizvodi koji zahtijevaju različite uvjete skladištenja i pohrane bez da se mora postizati kompromis i riskirati kvaliteta hrane. Ipak, velike mane ovog oblika transporta su vremenska neučinkovitost zbog dužine trajanja puta te potreba za uključivanjem drugih oblika transporta kako bi se roba dostavila do vlaka i od vlaka do odredišta. Najveći rizici koje sa sobom nosi ovaj oblik prijevoza su visoke razine buke, vibracija te ispušni plinovi (iako neznatni u odnosu na druge vrste prijevoza) (Zawadzki, 2020.).

Često korišteni oblik transporta je i transport vodenim putovima koji omogućava odvijanje prijevoza bez gubljenja vremena na zastoje na prometnicama i u gužvama, ali isto kao i željeznički prijevoz, ovaj oblik također zahtjeva uključivanje dodatnih oblika transporta pošto ne može pristupiti kopnenim područjima. Glavne prednosti ovog oblika transporta su mogućnost prijevoza jako velikih pošiljki, što omogućava i postizanje ekonomije obujma te istovremeni prijevoz robe koja zahtjeva različite uvjete zbog korištenja kontejnera. Ono što predstavlja velike prepreke i rizike ovog oblika prijevoza je činjenica da je jako spor te da se isplati koristiti jedino za transport velikih pošiljki na većim udaljenostima gdje vrijeme dostave nije od ključne važnosti. Također, bez obzira na teret koji se prenosi i na udaljenost koja se prevaljuje, postoji konstantan rizik od zagađenja vode gorivom iz vozila (Zawadzki, 2020.).

2.5. Utjecaj transporta smrznute hrane na okoliš

Kao što je već veoma poznato, transport smrznutih prehrambenih proizvoda predstavlja veliku globalnu opasnost za okoliš, a posljedično i za ljude. Zbog ogromnih količina energije koja se koristi u ovom obliku transporta te zbog visokih razina ispuštenih CO₂ plinova, sve se češće spominju alternativni oblici transportiranja i pohranjivanja smrznutih proizvoda. Kayfeci (2013., preuzeto iz Adekomaya i sur., 2016.) spominje kako je unatoč regulacijama nametnutim ATP konvencijom, potrošnja energije unutar hladnog lanca i dalje prevelika jer čini skoro 30% ukupne svjetske potrošnje energije. Dodatno na potrošnju samog hladnog lanca, Meneghetti i Monti (2014., preuzeto iz Adekomaya i sur., 2016.) ističu i da oko 40% sve svjetske hrane treba biti čuvano u hlađenom prostoru, što predstavlja dodatno trošenje energije. Posebno je zabrinjavajuća činjenica da se trenutno na globalnoj razini koristi oko 4 milijuna prijevoznih sredstava samo za transport hrane te da je procijenjen porast od 2,5% do 2030. godine, što znači

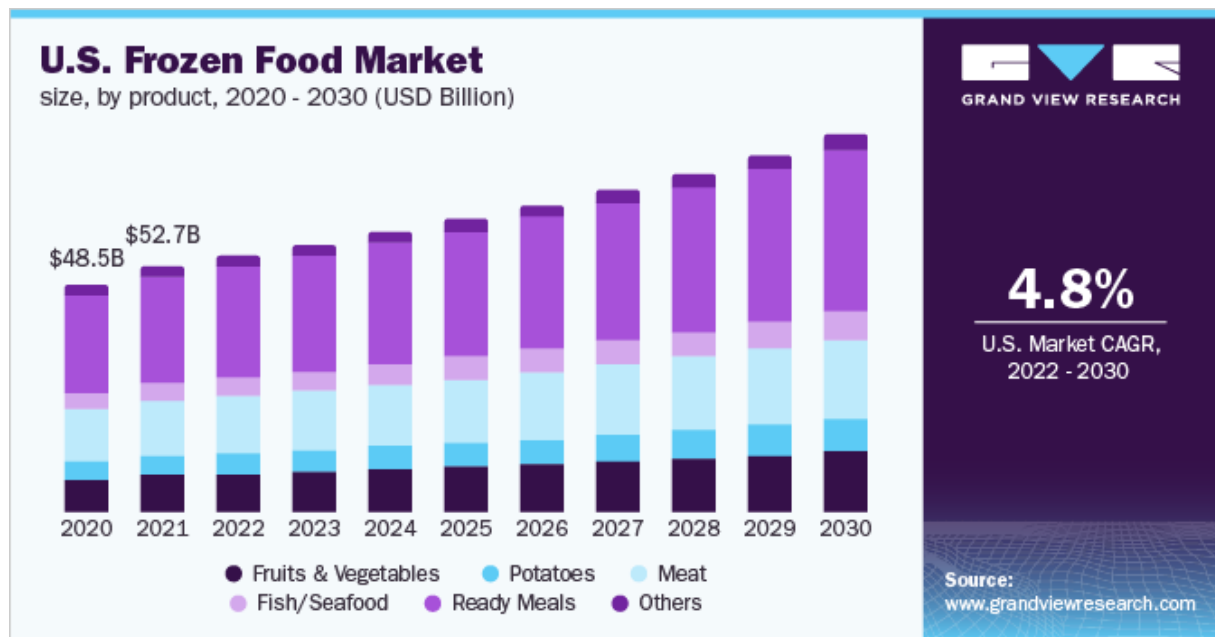
i dodatno povećanje potrošnje energije unutar hladnog lanca (Glouannec i sur., 2014., preuzeto iz Adekomaya i sur., 2016.).

Adekomaya i suradnici (2016.) donose zaključak kako postoji nekoliko alternativa i drugih opcija koje bi zamijenile konvencionalno korištenje dizelskih motora u transportu unutar hladnog lanca, ali ta rješenja još uvijek nisu efikasna i dovoljno razvijena da bi mogla postizati rezultate dizelskih motora. Jedino rješenje koje se trenutno spominje je zamjena metalnih panela na hladnjačama kako bi se smanjio odljev zraka i potrošnja energije. Meneghetti i suradnici (2021.) također ističu neke od ideja za smanjenje potrošnje energije i za povećanje učinkovitosti cijelog sustava transporta smrznute hrane. Bagheri i suradnici (2017.) su istaknuli mogućnost zamjene klasičnih TRU jedinica na dizelski pogon s jedinicama s baterijskim pogonom, a što bi uvelike umanjilo sveukupnu potrošnju energije. Nadalje, smanjenje količine ispušnih plinova i zagađenja izazvanog transportom unutar hladnog lanca moglo bi biti postignuto razvojem i ulaganjem u obnovljive izvore energije, kao i njihovom implementacijom u rashladna skladišta i procese transporta i dostave.

2.6. Trendovi na tržištu smrznutih prehrambenih proizvoda

Prema podacima GVR-a (<https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/frozen-food-market>), cjelokupno tržište smrznutih prehrambenih proizvoda u 2021. bilo je vrijedno oko 180 milijardi dolara te je očekivana „Složena godišnja stopa rasta“ (*engl.* Compound annual growth rate - CAGR) 5.2%. Gotovo trećina cjelokupne vrijednosti tržišta smrznute hrane otpada na SAD (oko 53 milijarde dolara), a najveći dio su gotova smrznuta jela (*engl.* Ready meals), s 43% od ukupne prodane smrznute hrane.

Grafikon 1. Tržište smrznute hrane u SAD-u

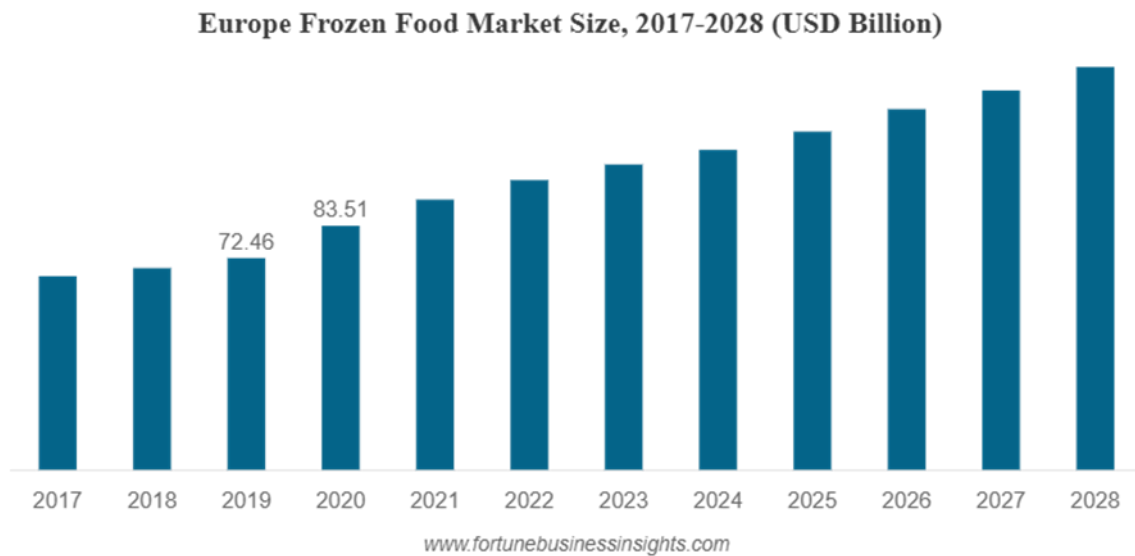


Izvor: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/frozen-food-market>
(20.11.2022.)

Kako navodi Fortune (<https://www.fortunebusinessinsights.com/frozen-food-market-104138>), ova niša je u konstantnom rastu, što zbog povećanja potražnje za smrznutim prehrambenim proizvodima u naprednim zemljama, što zbog konstantnog porasta ponude i potražnje unutar ugostiteljskog i gastronomskog sektora. Iznenađujuće je jačanje industrije uslijed jačanja epidemije COVID-19. Naime, iako je u svijetu vladala velika neizvjesnost, vezana uz privatne i poslovne živote, potrošači su nerijetko posezali za paničnim kupovinama i povećanju vlastitih zaliha upravo zbog neizvjesnosti.

Također, u istraživanju kojeg je proveo Fortune, vrlo bitna stavka u rastu industrije smrznutih proizvoda je promjena u dinamici današnjeg zaposlenog čovjeka. Zbog užurbanosti i nedovoljno slobodnog vremena, ljudi nerijetko posežu za gotovim jelima, a upravo je taj segment najviše rastao u prošlom razdoblju, posebice u SAD-u. Osim SAD-a, i Europa ima znatno razvijenu industriju smrznutih prehrambenih proizvoda, što je vidljivo i po podatku da je 2020. godine tržište smrznutih proizvoda bilo vrijedno gotovo 84 milijardi dolara.

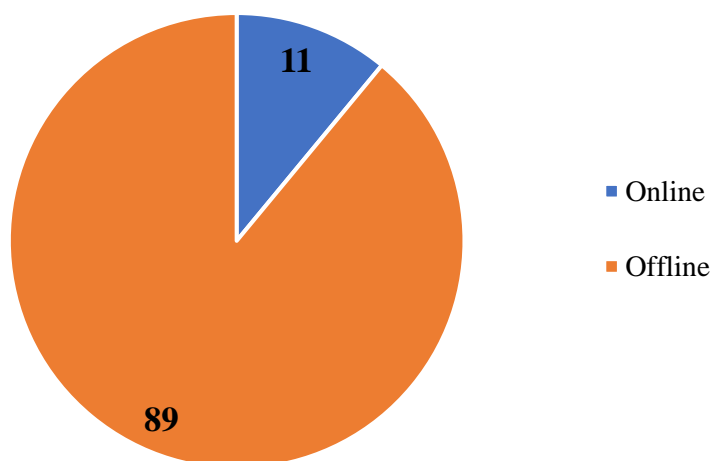
Grafikon 2. Tržište smrznute hrane u Europi (2017.-2028.)



Izvor: <https://www.fortunebusinessinsights.com/frozen-food-market-104138> (25.11.2022.)

Novonastali trend na tržištu smrznute hrane je online kupovina. Iako je konvencionalna kupovina smrznute hrane u prodavaonicama i supermarketima i dalje većinski zastupljena sa gotovo 90% ukupne kupovine, trendovi u rastu online kupovine prikazuju složenu godišnju stopu rasta (CAGR) od 5,4% do 2030. godine. I ovaj je segment porastao i proširio se zbog svjetske epidemije jer su potrošači počeli naručivati prehrambene proizvode putem dostave kako bi umanjili rizik od zaraze na minimum.

Grafikon 3. Udio prodaje smrznute hrane po distribucijskom kanalu



Izvor: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/frozen-food> (29.11.2022.)

3. ODRŽAVANJE KVALITETE I SIGURNOSTI SMRZnutIH PREHRAMBENIH PROIZVODA

Kako bi se sveukupni transport smrznutih proizvoda odvijao bez poteškoća i kako bi se mogućnost za pogreškama unutar procesa maksimalno smanjila, potrebno je osigurati zadovoljavajuću razinu održavanja kvalitete i sigurnosti proizvoda koji se prevoze. Bitno je dobro poznavanje proizvoda koji se prevozi, od njegovih kemijskih svojstava pa sve do njegove reakcije na vanjske čimbenike poput temperature i vlage. Ovisno o tim svojstvima, organizira se određeni oblik transporta. Što se tiče kemijskih svojstava, ona su bitna kako bi se odabrao odgovarajući oblik izolatora, odnosno rashladne tehnologije koja omogućava očuvanje glavnih svojstava proizvoda. Također, bitan faktor je i duljina puta, odnosno daljina koju proizvod mora prijeći do krajnje točke. Udaljenost koji proizvod treba prijeći je bitna zbog odabira adekvatnog prijevoznog sredstva.

3.1. Vrste smrznutih prehrambenih proizvoda

Iako se u današnje vrijeme gotovo svi oblici hrane mogu pronaći u smrznutom obliku, u ovom će se radu naglasak staviti na proizvode, odnosno kategorije prehrambenih proizvoda koje uključuju: meso i mesne proizvode, perad i proizvode od peradi, morske proizvode, voće i povrće te gotova jela.

3.1.1. Meso i proizvodi od mesa

Ova skupina prehrambenih proizvoda jedna je od najzastupljenijih i najviše konzumiranih skupina hrane. Upravo zbog te činjenice nije čudno to što se u sklopu hladnog lanca svakodnevno prevoze ogromne količine smrznutih mesnih proizvoda. Također, velike količine mesa dolaze iz udaljenih dijelova svijeta stoga je potrebno i nužno da uvjeti transporta budu savršeni. Walker i Mitchell (1986., preuzeto iz Sun, 2011.) su 1986. proveli istraživanje u kojem nastojali utvrditi zadovoljstvo ispitanika sa smrznutim mesnim proizvodima. Gotovo četvrtina ispitanika odgovorila kako smrzavanje utječe na kvalitetu i okus hrane. Iako su istraživanja dokazala kako korelacija između okusa i smrzavanja ne postoji, to je jedna od čestih zabluda i danas, bez obzira na razinu kvalitete unutar hladnog lanca te uvjete u kojima je meso čuvano.

Sehar i suradnici (2013.) u svom radu spominju ulogu odmrzavanja na okus i teksturu mesa. Naime, oni u korelaciju ne stavljaju manjak okusa, lošu teksturu i zamrzavanje proizvoda od mesa, već manjak okusa i lošu/neispravnu teksturu povezuju s nepravilnim načinima

odmrzavanja. Ako meso nije pravilno odmrznuto, ono gubi svoja nutritivna svojstva te mijenja vlastitu strukturu. Pogreške kod odmrzavanja mesa pripisuju se novom načinu ubrzanog života te originalnim pakiranjima mesa. Autori ističu kako je poželjno brzo odmrzavanje mesa, no bitno je izbjeći ekstremne temperature kako se ne bi prešla temperaturna granica i meso se pokvarilo.

3.1.2. Perad i proizvodi od peradi

Meso peradi, a osobito piletina, jedan je od najraširenijih oblika proteina koji se koristi diljem svijeta. Ono što je danas bitno potrošačima je jednostavnost i brzina pripreme mesa, a piletina im daje mogućnost da u kratkom vremenu imaju gotov obrok. Kotrola i Mohyla (2011., preuzeto iz Sun, 2011.) ističu kako u kućanstvima više ne postoji jedan zaduženi kuhar već da se radi o „improviziranju“ te da tko stigne kuhati želi efikasnost i brzinu kod pripremanja obroka. Također je popularna i zbog sve češćeg trenda zdrave prehrane u kojoj je piletina glavna namirnica.

3.1.3. Proizvodi iz mora

U prošlosti su proizvodi ribljeg/morskog podrijetla bili zastupljeni jedino u dijelovima svijeta gdje su riba i ribolov bili dostupni. Mnogima su proizvodi iz mora bili glavni dio prehrane, no oni kojima riba nije bila direktno dostupna gotovo da uopće nisu imali iskustva s morskom hranom. To se sve promijenilo razvojem hladnog lanca koji je omogućio dopremu ribljih proizvoda u sve dijelove svijeta i kopna. Rascoe i Bledsoe (2004., preuzeto iz Scott Smith i Hui, 2004.) ističu kako su danas riblji proizvodi vrlo zastupljeni u svijetu te da ih čak ¼ svjetskog stanovništva koristi kao glavni izvor proteina. Također, na primjeru SAD-a u ranim 2000.-ima, prikazuju da je vidljiv značajan porast (oko 20%) u konzumaciji ribljih proizvoda po stanovniku u odnosu na osamdesete godine.

3.1.4. Voće i povrće

Nakon glavnih izvora proteina (mesa i ribe), ova je skupina hrane najzastupljenija na svijetu. Voće i povrće imaju glavnu ulogu kod unosa vitamina u ljudski organizam te postaju sve ključniji zbog brojnih novih trendova poput zdrave prehrane ili pak vegetarijanske/veganske prehrane. Kennedy (2000, preuzeto iz Sun, 2011.) ističe važnost brzog smrzavanja ovih proizvoda, odnosno naglašava da je nužno smrznuti voće i povrće neposredno nakon ubiranja te da se na taj način zadržava kvaliteta tih proizvoda, a vitamin C ostaje u velikoj količini.

Također, objašnjava i da ako su proizvodi smrznuti na pravilan način te transportirani u odgovarajućim uvjetima, ne može doći do mikrobiološkog kvarenja u vremenu između smrzavanja i krajnjeg odmrzavanja.

3.1.5. Gotova jela

Iako se gotova hrana i smrznuta gotova jela konzumiraju već godinama, danas su ipak vidljive promjene i pomaci u samoj kvaliteti i nutritivnoj vrijednosti ovih jela. Više nije dovoljno napraviti jelo i smrznuti ga već je nužno zadržati okus i nutritivnu vrijednost te hrane, ali i omogućiti potrošačima jednostavnu i brzu „pripremu“. Također, Creed (2011., u Sun, 2011.) ističe koliko je danas kompliciranije proizvesti ovakvu hranu pošto se u obzir mora uzeti jako mnogo faktora. Potrošači žele visokokvalitetnu i nutritivnu hranu, bez obzira što se radi o smrznutim gotovim jelima, a to znači da se proizvođači moraju prilagoditi i koristiti adekvatne procese proizvodnje, ali i što kvalitetnije namirnice. Nadalje, bitno je istaknuti upute za korištenje/odmrzavanje te hrane kako ne bi došlo do neispravnosti hrane. Remnant i Adams (2015.) naglašavaju kako na veliku potrošnju gotove hrane utječe i percepcija potrošača vezana uz omjer cijene i kvalitete. U rezultatima istraživanja ističu kako je u većini gotovih jela postotak soli veći nego u svježe pripremljenoj hrani, ali i da postoje zdravije opcije gotovih jela koje su nutritivno korektne i sličnih vrijednosti kao i svježe pripremljena hrana.

3.2. Metode i načini smrzavanja

James i suradnici (2015.) u svojem radu definiraju smrzavanje hrane kao vrlo uhodani proces u kojem se nastoji očuvati hranu i njezine nutritivne vrijednosti, ali i osigurati dugi rok trajanja jednom kad je hrana smrznuta. S druge strane, oni ističu da nije sva hrana pogodna za zamrzavanje te da postoje opasnosti od fizičkih, ali i kemijskih promjena kod smrznutih prehrambenih proizvoda. Smrzavanje je samo po sebi pojam koji označava specifičnu temperaturu na kojoj se određena tvar smrzava te prelazi u kruto stanje. Svaka hrana ima svoju zasebnu točku smrzavanja te temperaturu na kojoj ostaje smrznuta. Upravo zbog toga je nužno da se kod smrzavanja prehrambenih proizvoda o tome vodi računa kako bi hrana ostala zdrava i sigurna za konzumaciju.

North i Lovatt (2011., preuzeto iz Sun, 2011.) navode osnovne metode smrzavanja kao što su: smrzavanje zrakom, smrzavanje koristeći tekućinu, kontaktno smrzavanje te kriogeno (*engl.*

Cryogenic) smrzavanje. Ovisno o vrsti hrane koja se smrzava, pojedina metoda je bolja i učinkovitija za korištenje.

3.2.1. Konvencionalni oblici smrzavanja hrane

U konvencionalne oblike smrzavanja hrane ubraju se smrzavanje hrane korištenjem zraka, smrzavanje hrane korištenjem tekućine, kontaktno smrzavanje hrane i kriogeno smrzavanje hrane.

Jedan od prvih načina smrzavanja hrane je *smrzavanje hrane korištenjem zraka*, a bazira se na odvodu toplog zraka od hrane koja se želi smrznuti. Hrana se hladi koristeći hladni zrak koji struji oko nje te prebacuje topli zrak kroz isparivač rashladnog sredstva. U ovoj se metodi koriste i ventilatori koji pojačavaju puhanje i strujanje zraka, ali i doprinose stabilnosti temperature unutar zamrzivača (North i Lovatt, 2011., preuzeto iz Sun, 2012.).

Kod *smrzavanja hrane korištenjem tekućine* se koristi isparivač rashladnog sredstva koji omogućava tekućini da se ohladi. Ova tehnika se sastoji od umakanja hrane u određenu tekućinu (npr. slana voda, glikol, zašećerena voda) niske temperature koja ubrzava smrzavanje. Koristeći ovu metodu, postiže se visoka razina prijenosa temperature što označava i brže smrzavanje u odnosu na metode kod kojih se koristi zrak (North i Lovatt, 2011.)

Za razliku od prošle dvije metode koje su koristile zrak ili tekućinu za smrzavanje hrane, *kontaktno smrzavanje hrane* se izdvaja po tome što kod nje ne postoji potreba za dvojnim transferom topline. Dok se u dvije prethodno spomenute metode toplina mora prenijeti s hrane u zrak/tekućine te onda iz zraka/tekućine u isparivač rashladnog sredstva, u ovoj metodi se eliminira dupli prijenos na način da se isparivač rashladnog sredstva već nalazi u metalnim pločicama koje se koriste za smrzavanje. Osim eliminacije nepotrebnog koraka prijenosa topline, prednost ove metode smrzavanja je i velika brzina prijenosa topline zbog kontakta između dvije krute tvari, ali i eliminacija potrebe za ventilatorima kao kod nekih drugih konvencionalnih metoda smrzavanja (North i Lovatt, 2011.).

Kod kriogenog smrzavanja hrane često se koriste sprejevi tekućeg dušika i „snijeg“ od ugljikovog dioksida koji se nanose direktno na hranu ili se hrana uranja izravno u kriogenu tekućinu. Ova je metoda učinkovita zbog velike razlike u temperaturi između kriogenog sredstva i hrane te zbog, ali i zbog vrlo brzog transfera topline koji se događa koristeći kriogeno

sredstvo zbog čega je i smrzavanje hrane ovom tehnikom vrlo brzo. Iako za ovu tehniku nisu potrebni nikakvi rashladni uređaji ili ventilatori, kriogen je sam po sebi vrlo skup i kompliciran za nabavu te se ova metoda koristi samo u izvanrednim slučajevima, a najčešće kad se radi o robi jako visoke vrijednosti (North i Lovatt, 2011.)

3.2.2. Moderne metode smrzavanja prehrambenih proizvoda

U prethodnim godinama razvijeni su novi i moderniji oblici i načini smrzavanja hrane i to s ciljem poboljšanja i ubrzavanja procesa prijenosa topline te povećavanja kvalitete hrane, ali i s ekonomske strane, kako bi se proces ubrzao i učinio profitabilnijim, navode James, C. et al (2015.). Oni u svojem radu ističu i objašnjavaju 13 novih metoda smrzavanja prehrambenih proizvoda, no u ovom će radu naglasak biti stavljen samo na nekoliko „glavnih“ metoda.

„Impingement“ smrzavanje

James i suradnici (2015.) spominju ovu metodu smrzavanja prehrambenih proizvoda kao jednu od glavnih modernih metoda smrzavanja hrane. Korištenje ovog oblika smrzavanja se odnosi na korištenje mlaznica koje ubrzavaju proces smrzavanja na način da su pri visokoj snazi usmjerene prema proizvodu koji se namjerava smrznuti. Newman (2001., preuzeto iz James i sur., 2006.) naglašava da do bržeg smrzavanja dolazi zbog velike brzine koju mlaznice postižu kako bi „razbile“ sloj zraka koji se nalazi oko površine proizvoda. Newman (2001.) također ističe kako je ova metoda najučinkovitija za tanke proizvode kao što su pljeskavice ili riblji fileti. Da je ova metoda široko prihvaćena i učinkovita, dokazuje i činjenica da ju koriste dobavljači McDonald'sa i Burger Kinga. (Scientistlive - <https://www.scientistlive.com/content/impingement-freezing-technology-speed-safety-and-quality>).

Salvadori i Mascheroni (2002., preuzeto iz James i sur., 2006.) ističu prednosti ove metode smrzavanja na primjeru smrzavanja pljeskavice. Ovisno o debljini pljeskavice, vrijeme smrzavanja je bilo brže 62 – 79% u odnosu na konvencionalne metode. Također, velika razlika je i u gubitku težine pošto se, koristeći ovu metodu smrzavanja, u prosjeku gubi između 36 i 72% manje težine proizvoda u odnosu na konvencionalne metode. Nadalje, rezultati su usporedivi s onima dobivenim koristeći kriogene sustave smrzavanja, no uz znatno niže troškove. Na kraju, autori ističu kako su pojedine konvencionalne metode u mogućnosti

proizvesti ovakve rezultate, ali koristeći puno niže temperature, što automatski označava i više troškove.

Slika 4. Uređaj za implementaciju impingement tehnike smrzavanja



Izvor: <https://octofrost.com/equipment/impingement-freezer> (28.11.2022.)

Smrzavanje korištenjem hidro-fluidizacije

Prema hrvatskoj enciklopediji, fluidizacija je operacija u kojoj čestice čvrste tvari lebde u uzlaznoj struji plina ili kapljevine i tako tvore fluidizirani sloj, koji zbog intenzivnog miješanja nalikuje kapljevine koja vrije (*Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje, 2021.*). Fiikin (2003., preuzeto iz James et al., 2015.) objašnjava kako je hidrofluidizacija u suštini oblik smrzavanja koristeći tekućinu (uranjanje). Ovaj oblik smrzavanja funkcionira pomoću cirkulirajućeg sistema koji „pumpa“ tekućinu za smrzavanje prema gore te na taj način stvara mlaznice. Mlaznice omogućavaju stvaranje visoko turbulentne tekućine i pojačavaju kretanje proizvoda koji se smrzava te na taj način omogućavaju brzi transfer topline i cjelokupno ubrzanje procesa.

Smrzavanje potpomognuto tlakom

James i sur. (2015.) navode kako je ova metoda dobila mnogo pozornosti tokom prošlih godina te je s pravom korištenje ove metode sve češće. Ovaj se oblik u suštini odnosi na smrzavanje hrane kod kojeg se koristi visoki pritisak/tlak na proizvod koji se smrzava kako bi se kontroliralo nastajanje i količine leda na smrznutom proizvodu. Trenutno postoje 3 podvrste smrzavanja hrane potpomognutog tlakom, a to su: zamrzavanje pomoću visokog pritiska (*engl.*

high pressure-assisted freezing - HPF), smrzavanje potpomognuto promjenom tlaka (*engl.* pressure shift-assisted freezing - PSF) i kristalizacija uzrokovana visokim pritiskom (*engl.* high pressure-induced crystallisation - HPIC).

Le Bail i suradnici (2002., preuzeto iz James et al., 2006.) definiraju HPF kao proces hlađenja uzorka koristeći određeni tlak/pritisak sve do temperature promjene faze pri istoj razini korištenog pritiska, odnosno, sve dok ne dođe do smrzavanja proizvoda kod konstantnog tlaka/pritiska. Glavna prednost ove metode je što visoki pritisak onemogućava da se volumen vode kod smrzavanja povećava i narušava kvalitetu hrane. Odnosno, korištenjem ove metode nastaje led veće gustoće od vode koji se ne širi u volumenu te čuva glavne karakteristike hrane.

Za razliku od HPF-a, kod PSF-a se hrana hladi koristeći visoki pritisak do temperatura ispod nule, ali ne dolazi do promjene faze i smrzavanja sve dok pritisak nije otpušten. To bi, u teoriji, omogućilo formiranje sitnih, pravilnih i homogeno distribuiranih ledenih kristala koji bi bili vrlo korisni za smrzavanje većih komada kod kojih se nerijetko javlja neravnomjerno smrzavanje vanjskih i unutarnjih dijelova hrane.

Xu i suradnici (2014., preuzeto iz James et al., 2006.) prikazuju funkcioniranje HPIC-a, novijeg oblika PSF-a. Naime, ovaj proces se odvija na način da se u komoru u kojoj je proizvod koji treba bit smrznut, uvodi ugljični dioksid pod visokim pritiskom što omogućava brzo i efikasno smrzavanje u kratkom vremenu. Također, ova metoda se prikazala uspješnom jer su proizvodi ostali bez ikakvih oštećenja, gubitka vode ili nutritivnih vrijednosti. Glavna razlika ove metode u odnosu na prethodne dvije je što se ova metoda koristi nakon konvencionalne metode smrzavanja, a ne umjesto nje.

Smrzavanje potpomognuto ultra-zvukovima

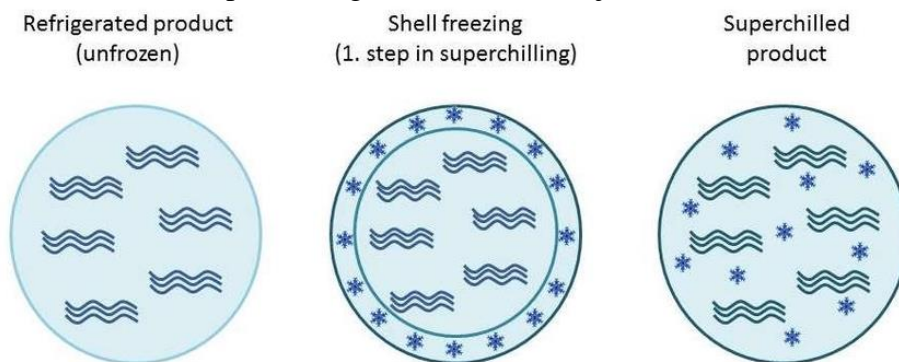
Korištenje ultra-zvukova kod smrzavanja hrane je relativno nova tehnika, iako su se oni ranije koristili kod odmrzavanja hrane. Ultra zvukovi pomažu u stvaranju i fragmentaciji ledenih kristala kako bi se oni pravilno i ravnomjerno raspodijelili unutar proizvoda. Islam et al. (2014., preuzeto iz James et al., 2006.) ističe zanimljivu prednost korištenja ultra zvukova, a to je deaktiviranje pojedinih neželjenih enzima, što bi eliminiralo potrebu za blanširanjem pojedine hrane prije smrzavanja. Iako se vrijeme smrzavanja u većini provedenih pokusa smanjilo, vrijeme tranzicije između faza se ipak u pojedinim slučajevima povećalo.

3.2.3. Superchilling tehnika smrzavanja ribe

Waterman i Taylor (2001.) definiraju „superchilling“ tehniku kao metodu kod koje je temperatura ribe ravnomjerno spuštена do točke gdje je malo niža od temperature leda koji se topi. Korištenjem ove tehnike, smrzava se od 5 do 30% ukupnog sastava vode unutar ribe te se održava na toj temperaturi, a poanta je da se unutar ribe uspori razvoj bakterija i onemogući kvarenje. Za razliku od svih prethodno spomenutih tehnika smrzavanja, ova metoda, kao što je već spomenuto, ne smrzava hranu u potpunosti već omogućava „friškoj“ hrani da ostane friška dulji period i zadrži nutritivna svojstva, bez da postane smrznuta – hrana izgledom djeluje svježije, ali u sebi sadrži ledene kristale. Ova tehnika je ključna za održavanje kvalitete i sigurnosti ribe za konzumaciju korištenjem hladnog lanca, bez obzira radi li se o svježoj ili smrznutoj ribi, superchilling metoda omogućava kontroliranje uvjeta i temperatura u kojima se riba prevozi.

Koutsoumanis i suradnici (2020.) govore o stadijima superchilling tehnike. U prvom se stadiju odvija smrzavanje površine ribe, odnosno, formira se smrznuta kora debljine 1-3mm. Nakon formiranja ledene kore, ona absorbira toplinu iz unutrašnjosti ribe što naposljetku dovodi do izjednačavanja temperature na površini i u unutrašnjosti. Iako je potencijalni kapacitet absorbiranja topline jednak prije i poslije procesa, ali je homogenije distribuiran kroz čitavu ribu.

Slika 5. Proces superchilling tehnike smrzavanja hrane



Izvor: Koutsoumanis, K. et al. (2020.) The use of the so-called ‘superchilling’ technique for the transport of fresh fishery products. *EFSA Journal*, 19(1):6378.

3.3. Pakiranje smrznutih prehrambenih proizvoda

Pakiranje smrznute hrane jedan je od glavnih i najvažnijih čimbenika vezanih uz očuvanje i zaštitu hrane koja se nalazi u transportu. Iako je nužno kvalitetno i ispravno smrznuti hranu i pripremiti je za transport, također je nužno obratiti pozornost i na pakiranja te odabrati

odgovarajuće pakiranje sukladno svojstvima pojedinih proizvoda. Pravilno pakiranje znači da će hrana duže biti kvalitetna i sigurna za konzumaciju te da će se lakše nositi s vanjskim uvjetima tokom transporta ili skladištenja. Također, osim zaštite proizvoda, pakiranja su nerijetko korištena i kao marketinška, odnosno reklamna sredstva jer često dolaze s etiketama i znakovljem poduzeća koja proizvode ili pakiraju taj proizvod.

Kvalitetno (ispravno) pakiranje smrznutih prehrambenih proizvoda je ono koje stvara efikasnu barijeru između hrane i okoline, odnosno ono koje sprječava gubitak nutritivnih vrijednosti hrane te zadržavanje izvornih svojstava i okusa. Najbitnije značajke kvalitetnog pakiranja su: stabilna temperatura, jačina barijere pakiranja, pravilna izolacija, kompatibilnost s proizvodima i sustavima pakiranja te privlačnost za potrošače. Također, pakiranja moraju biti kvalitetno napravljena te fizički i kemijski stabilna kako bi se mogla prilagoditi ekstremnim uvjetima – od temperatura ispod ništice, pa sve do temperatura viših od 200 stupnjeva Celzijeva za gotova smrznuta jela. Ono što je ključno kod pakiranja za smrznutu hranu su termalna izolacija i sprječavanje transfera topline iz okoline – ove stavke su vrlo bitne zbog održivosti kvalitete proizvoda kod transporta unutar hladnog lanca (Harnkarnsujarit, 2015). Iako se pakiranja u kojima dolazi smrznuta hrana najčešće sastoje od različitih kombinacija materijala, tri najzastupljenija su ipak: papir (karton), metal i plastika, s time da plastika dolazi u mnogobrojnim oblicima i varijacijama.

3.3.1. Pakiranja od papira (kartona)

Karton se često može vidjeti kao materijal u koji se pakira smrznuta hrana. Razlog toga je široka dostupnost ovog materijala, jednostavnost primjene (zauzima malo prostora), ali, u današnje vrijeme, i visoki potencijal recikliranja, pogotovo u odnosu na plastiku. Sun (2011.) spominje kako je najšira primjena kartona kod pakiranja smrznute hrane zapravo korištenje za sekundarna pakiranja, odnosno kartonske kutije u kojima se već pakirana hrana prevozi. Ipak, postoji i primjena kartona kao primarnog pakiranja, a to je najčešće slučaj kod pakiranja gotove hrane koja se obrađuje u mikrovalnoj ili konvencionalnoj pećnici, bez otklanjanja ambalaže. Harnkarnsujarit (2015.) također ističe primjenu kartona za sekundarna i individualna pakiranja, ali ističe i veliku prednost koju pružaju papirnata, odnosno kartonska pakiranja, a to je zaštita proizvoda od mehaničke (fizičke) štete. Iako je zaštita ovakvog tipa pakiranja od štetnog djelovanja kisika i drugih plinova jako slaba, on ipak osigurava mehaničku ispravnost proizvoda, ali i omogućava da komponente proizvoda ostaju odvojene unutar pakiranja ako je to potrebno. Također, ovisno o namjeni i specifičnostima koje proizvod mora zadovoljiti, kod

proizvodnje kartonskih pakiranja može se koristiti neka od mnogobrojnih vrsti drva, što omogućava korištenje adekvatne tvrdoće i gustoće drveta za namjenu za koju je predviđeno.

U priručniku se spominje i najčešće korišteni oblik kartonske ambalaže, a to su SBB (Solid bleached board), odnosno SBS (Solid bleaches sulphate). Kirwan (2005.) navodi kako je ovaj oblik pakiranja vrlo zahvalan za korištenje te da ima površinu pogodnu za štampanje kvalitetnih printova. Osim mogućnosti za korištenje inovativnih dizajna na površini pakiranja, ovaj materijal je pogodan i zbog vrlo lakog rukovanja (rezanja, savijanja itd.). Također, autor spominje još jedan vrlo bitan aspekt ovog materijala, a to je sigurnost za korištenje kod pakiranja hrane – nema negativan utjecaj na kvalitetu i sigurnost hrane za konzumaciju već pomaže kod zadržavanja okusa i arome pakiranog proizvoda. Kod primjene pakiranja za gotova smrznuta jela, SBB ploče su često obložene PET-om (poliesterom) koji omogućava otpornost materijala na visoke temperature koje se postižu u pećnicama kako bi se hrana pripremila.

Slika 6. Kartonsko pakiranje smrznute ribe



Izvor: <https://www.rizzopackaging.com/folding-cartons> (23.11.2022.)

3.3.2. Pakiranja od plastike i srodnih materijala

Plastika već dugo ima jako široku primjenu za razne oblike pakiranja zbog velike dostupnosti tog materijala po relativno niskim cijenama, ali i zbog svojih mehaničkih svojstava koja omogućavaju da se proizvodi dostave u izvornom obliku, bez da su tokom transporta pretrpjeli fizička oštećenja ili izgubili hranjiva svojstva. Ipak, u današnje se vrijeme upotreba plastičnih materijala mora ograničiti zbog nemogućnosti za potpunim recikliranjem što predstavlja veliku

ekološku barijeru (Sorrentino i sur. 2007, preuzeto iz Siracusa i sur., 2008.). Unatoč velikim problemima sa zbrinjavanjem otpada i sve većim potrebama za recikliranjem, plastika je i dalje najšire korišteni materijal na svijetu, a isti je slučaj i kod pakiranja smrznutih prehrambenih proizvoda. Iako se korištenje kartonskih pakiranja uvelike povećalo, i dalje je čest slučaj da je kartonsko pakiranje „premazano“ i plastičnom folijom, ili pak da su proizvodi unutar kartonske kutije dodatno upakirani u plastičnu vrećicu. Ipak, plastika sama po sebi nije nužno loša ili štetna, štoviše, pojedina svojstva plastike se ne mogu nadomjestiti korištenjem nekih drugih materijala, ali ju je potrebno pravilno zbrinjavati.

U priručniku (Sun, 2005.) spominju se 4 glavna oblika plastike, odnosno polimera koji se koriste kod pakiranja smrznutih proizvoda, a to su: polietilen niske gustoće (LPDE), polietilen visoke gustoće (HPDE), polipropilen i PET. Autor ističe da polietileni imaju visoku razinu otpora na vlagu, no da im nedostaje čvrstoće i otpornosti na toplinu. Upravo se zbog tih razlika u svojstvima te nedostataka pojedinih materijala, polimeri najčešće miješaju u potpuno nove polimere omogućavajući da se iskoriste dobra svojstva svakog materijala.

Što se tiče primjene izvornih oblika plastike, polietileni se najčešće koriste kao dodatni sloj zaštite na kartonskim kutijama te za izradu plastičnih vrećica u koje se smrznuta hrana najčešće i pakira prije stavljanja unutar kartonske kutije. Harnkarnsujarit (2015.) u svojem radu spominje i korištenje polietilena za pojedinačna pakiranja smrznutog voća i povrća zbog velike otpornosti i niskog troška tog materijala. S druge strane, polietileni nisu pogodni za pakiranja gotove smrznute hrane zbog nedostatka otpornosti na visoke temperature, stoga se za takve proizvode najčešće koristi PET polimer.

Slika 7. Smrznuti riblji proizvodi u plastičnom pakiranju



Izvor: <https://www.pinterest.com/pin/506443920587161199/> (14.12.2022.)

3.3.3. Pakiranja od metala

Deshwal i Panjagari (2019.) ističu važnost metala kod pakiranja prehrambenih proizvoda zbog odličnih svojstava koje metali pružaju za očuvanje izvorne kvalitete proizvoda. Metalna pakiranja izvrsno štite proizvode od vanjskih utjecaja poput svjetla, vlage i temperature, ali su pogodna i zbog mogućnosti kontroliranja oblika pakiranja te niskog rizika kod transporta proizvoda pakiranih u metalnu ambalažu. Iako postoje opasnosti od direktnog izlaganja metala hrani koje se eliminiraju pomoću dodatnih slojeva premazanih preko metala, korištenje ovog materijala postaje sve bitnije zbog visokog potencijala recikliranja, što znači i da ima manji negativni utjecaj na globalno zatopljenje. Ipak, unatoč velikim potencijalima koje metali imaju za recikliranje, tvornice koje proizvode metale predstavljaju veliki problem za okoliš i doprinose sve većem zagrijavanju zemlje.

Kao najbitniji metal kod pakiranja smrznutih prehrambenih proizvoda ističe se aluminij. Aluminij je popularan zbog mogućnosti korištenja kod smrznutih gotovih jela pošto je otporan na visoke temperature, što znači da se hrana može pripremiti u pakiranju u kojem je došla i staviti direktno u pećnicu. Sun. (2011.) također objašnjava kako je u pojedinim slučajevima aluminij pogodniji za pripremanje takve hrane od plastike zbog mogućnosti da hrana postigne

hrskavi sloj na površini i na taj način dobije više okusa. Harnkarnsujarit (2015.) ističe i da je aluminij pogodan zbog svoje niske težine i gustoće, a Hasselmann (2012., preuzeto iz Harnkarnsujarit, 2015.) ističe i antibakterijsko svojstvo aluminija.

Slika 8. Aluminijsko pakiranje gotove hrane



Izvor: <https://depositphotos.com/114110612/stock-photo-beef-lasagna-in-foil-tray.html>
(15.12.2022.)

3.3.4. Tehnologije pakiranja

Harnkarnsujarit (2015.) u svojem radu spominje nekoliko aktualnih metoda, odnosno tehnologija pakiranja koje se primjenjuju u modernom dobu. On izdvaja 4 glavne tehnologije pakiranja, a to su: pakiranja s modificiranom atmosferom (zrakom), pakiranja s jestivim folijama i presvlakama, aktivna pakiranja i inteligentna pakiranja.

3.3.4.1. Pakiranja s modificiranom atmosferom

Ovaj pojam obuhvaća svako pakiranje kod kojeg je došlo do modifikacije ili alternacije u sastavu zraka koji okružuje neki proizvod. Ova tehnika se često koristi kod pakiranja kako bi

se produljio rok valjanosti proizvoda te sačuvala svježina, a najčešće se koristi pakiranje vakuumom, koje omogućava i zadržavanje svježine, ali i smanjenje kompletne zapremnine.

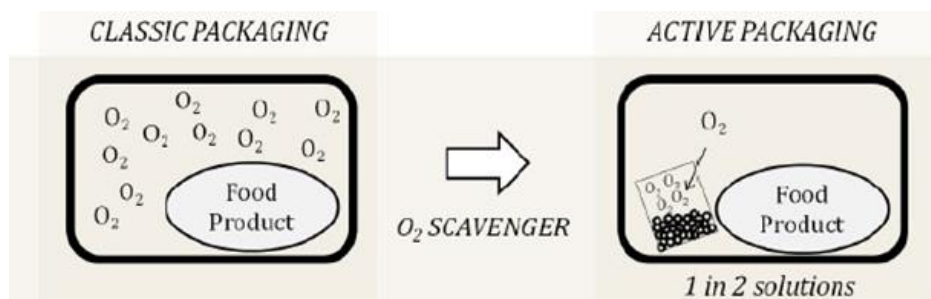
3.3.4.2. Pakiranje s jestivim folijama i presvlakama

Mnogobrojni proizvodi su u današnje vrijeme pakirani i presvučeni nevidljivim folijama, odnosno presvlakama koje omogućavaju da se produlji vijek trajanja pojedinih proizvoda zbog jače otpornosti na zrak, vlagu i prijenos topline. To omogućava proizvodima da ostanu duže svježiji bez da gube izvorna svojstva ili okus. Iako im je namjena slična, primjene su im različitih principa. Dok se jestive folije nanose u fizičkom obliku tanke folije na površinu proizvoda, presvlaka se dobiva umakanjem proizvoda u tekućinu koja formira zaštitni ogrtač na proizvodu.

3.3.4.3. Aktivno pakiranje

Aktivna pakiranja postaju sve popularnija zbog povećanja svijesti o bacanju hranu te zbog potrebe za smanjenjem cjelokupnog otpada hrane. Aktivno pakiranje je pametni sustav koji uključuje „interakciju“ između pakiranja i komponenti pakiranja s hranom koja je pakirana kako bi se zadovoljili visoki zahtjevi potrošača u vidu visoko kvalitetnih, sigurnih i svježih smrznutih proizvoda (Ozdemir i Floros, 2004.). Autori u svojem radu spominju neke od najvažnijih oblika aktivnog pakiranja. Absorberi kisika jedan su od najčešće korištenih oblika aktivnog pakiranja. To su paketići koji se stavljaju unutar pakiranja kako bi kontrolirali razinu kisika koji okružuje proizvodi. Njihov je značaj velik pošto previsoke razine kisika mogu imati kobne posljedice za proizvode u vidu kvarenja ili smanjenog roka uporabe hrane. Punjenje absorbera ovisi o razini kisika unutar pakiranja, a ovaj koncept se bazira na oksidaciji tvari koja se nalazi u paketiću i na taj način „izvlači“ kisik iz zraka u pakiranju.

Slika 9. Razlika kod kretanja kisika unutar klasičnog i aktivnog pakiranja



Izvor: <http://cerig.efpg.inpg.fr/memoire/2018/nanocellulose-active-packaging.htm>
(29.11.2022)

Osim kisika, za pravilno i sigurno pakiranje, bitno je pratiti i razinu ugljikovog dioksida unutar pakiranja, a za to su zaduženi absorberi i emiteri ugljikovog dioksida. Naime, visoke razine ugljikovog dioksida unutar pakiranja su poželjne i često imaju pozitivan utjecaj na hranu kako bi ona zadržala svoj izvorni oblik i svojstva. Problem koji se najčešće javlja je propusnost ugljikovog dioksida kroz zaštitne folije zbog čega je potrebno ugraditi istovremeno emitere ugljikovog dioksida i absorbere kisika kako bi razina oba plina ostale na zadovoljavajućoj razini. Ozdemir i Flores (2004.) također izdvajaju i absorbere vlage unutar pakiranja kao bitan oblik aktivnog pakiranja za očuvanje smrznute hrane kako bi se spriječio mikrobní razvoj i razmočena tekstura hrane i pakiranja. Višak vlage unutar pakiranja se stvara zbog „disanja“ friške hrane ili čestih fluktuacija u temperaturi tokom transporta, a negativan utjecaj koji bi višak vlage mogao imati na hranu se nastoji eliminirati implementacijom absorbera vlage koji se najčešće omotaju oko proizvoda kako bi regulirali količinu tekućine u zraku.

3.3.4.4. Inteligentno pakiranje

Posljednja tehnologija pakiranja koju Harnkarnsujarit (2015.) spominje u svojem radu je inteligentno pakiranje. Yam i suradnici (2005.) definiraju ovu vrstu pakiranja kao oblik pakiranja koji omogućava praćenje proizvoda i njegovog stanja unutar pakiranja te prenošenje podataka o hrani i okolini proizvoda do osobe zadužene za nadzor.

Otles i Yalcin (2008.) definiraju inteligentno pakiranje kao sustav pakiranja koji je u mogućnosti implementirati inteligentne funkcije – praćenje, komuniciranje, snimanje, prepoznavanje, kako bi olakšao donošenje odluka u svrhu produljenja roka trajanja, svježine, okusa hrane, davanja informacija te upozoravanja na potencijalne probleme. Općenito, inteligentno pakiranje može biti podijeljeno u 2 osnovne kategorije – uređaji za prijenos podataka (bar-kodovi) i senzori i indikatori unutar pakiranja. Dok se uređaji za prijenos podataka najčešće koriste za saznavanje osnovnih podataka o proizvodu i detalje o transportu proizvoda, senzori i indikatori daju detaljan uvid u pravo stanje prehrambenog proizvoda u datom trenutku, a to uključuje parametre (temperaturu, vlažnost itd.) unutar, ali i izvan samog pakiranja.

Slika 10. Primjer inteligentnog pakiranja



Izvor: <https://www.cosmofilms.com/blog/intelligent-packaging-the-future-has-arrived/>
(30.11.2022.)

3.4. Skladištenje i uvjeti skladištenja smrznutih prehrambenih proizvoda

Kvalitetno i pravilno pakiranje igra veliku ulogu u očuvanju kvalitete i sigurnosti hrane te je nužno da svi proizvodi budu ispravno zapakirani kako bi hrana što duže ostala ispravna za konzumaciju. Ipak, kvalitetno pakiranje ponekad nije dovoljno za zadržavanje kvalitete hrane već je nužno skladištiti i pohranjivati proizvode na ispravnim temperaturama i u ispravnim uvjetima. Skladišta koja prihvaćaju smrznute prehrambene proizvode moraju pružati kvalitetnu i sigurnu uslugu skladištenja te odgovarati i udovoljavati posebnim uvjetima za pojedine proizvode. Naime, iako se radi o smrznutoj hrani, različite vrste smrznutih proizvoda zahtijevaju i različite uvjete skladištenja – od temperature unutar hladnjača pa sve do vlage u zraku. Čak i manja odstupanja od zahtijevanih vrijednosti mogu uzrokovati kvarenje smrznutih proizvoda ili gubitak nutritivne vrijednosti.

Poanta hladnjača i skladišta sa sustavima hlađenja je očuvanje temperature proizvoda koji se skladište. To znači da je za uspješno skladištenje i očuvanje hrane nužno da proizvodi u skladište stignu na točno propisanoj temperaturi ili ispod nje, a ne na višoj temperaturi pa da se u skladištu ona snižava. Ono što je također bitno je da se u obzir uzme i vrsta prehrambenog proizvoda koji se skladišti te da se osiguraju propisani uvjeti za pojedinu vrstu hrane. (Sun, 2011.)

Sun (2011.) navodi kako se razlikuju 3 glavne vrste skladišta:

1. skladišta rasute robe (*engl.* Bulk storage rooms),
2. obložene hladnjače (*engl.* Jacketed cold stores) i
3. „Sobe za kaljenje“ (*engl.* Tempering rooms).

Što se tiče rasute robe, ista se nerijetko skladišti u ambalaži u kojoj je pristigla te se u ovakvim oblicima skladišta istovremeno pohranjuju velike količine robe te je zbog toga nužno da se osigura odgovarajući protok zraka u skladištu, iako se njegova važnost često zanemaruje. Nadalje, obložene hladnjače predstavljaju vrlo učinkovit oblik skladištenja robe i omogućavaju zadržavanje i kontroliranje konstantnih temperatura unutar hladnjača. Ovakvo čuvanje hrane se postiže ugradnjom zavojnica cijevi u inicijalnu konstrukciju ili pak implementacijom duplog omotača kroz koji struji hladni zrak i omogućava rashlađivanje prostora. Iako je ovakav oblik skladištenja vrlo učinkovit za sprječavanje prodora topline do hrane, mana je u tome što unutar skladišta postoji nedostatak cirkulacije zraka što onemogućava micanje topline s već pohranjenih proizvoda. Upravo zbog tog nedostatka je nužno: pripaziti da je u čitavom proizvodu postignuta željena temperatura i prije skladištenja, minimizirati dotok topline tijekom utovara i istovara te osigurati dodatno hlađenje za sve proizvode kojima je to potrebno. Na kraju, autor ističe i važnost „Soba za kaljenje“ kao oblika skladišta za prehrambene proizvode. Kako navodi stranica Dawson Group (<https://dgtcs.co.uk/core-solutions/tempering-units/>), koja je specijalizirana za sobe za kaljenje, kaljenje je proces u kojem se temperature (od kože do unutrašnjosti) kontroliraju do točno specificiranih i precizno određenih razina, ovisno o vrsti robe. Kaljenje je zapravo proces kvalitetnijeg i preciznijeg smrzavanja koje omogućava lakše daljnje rukovanje robom.

Osim što postoje različiti oblici skladišta smrznute hrane, postoje i varijable i parametri koji se trebaju uzeti u obzir prilikom implementacije i/ili izgradnje svakog oblika skladišta s hladnjačama. Sun (2011.) ističe kako je planiranje i specificiranje potreba koje skladište mora zadovoljiti nužno kako bi dizajn skladišta bio ispravan i optimalan. Ipak, autor smatra kako je nemoguće zadovoljiti sve uvjete kod dizajna skladišta te da je nužno postići kompromise jer bi se u suprotnom stvorilo skladište koje ne zadovoljava nikakve zahtjeve u potpunosti te bi bilo beskorisno u poslovanju. Najveći problem kod postojećih skladišta s hladnjačama je razlika u inicijalnom dizajnu i namjeni sa stvarnim korištenjem takvih skladišta jer se postrojenje puno više troši ako se ne koristi u skladu sa inicijalnom namjenom.

Slika 11. Skladište smrznutih proizvoda



Izvor: <https://www.nagel-group.com/en/uninterrupted-frozen-food-supply-chain-guaranteed/>
(15.12.2022.)

Cijeli proces dizajniranja i stvaranja novog skladišnog postrojenja mora početi dobrim i razrađenim planom. Ono što je nužno je da se prije samog planiranja korisnik konzultira s ostalim strankama (kupcima, dobavljačima itd.) kako bi se nadodale specifikacije koje skladište mora zadovoljiti, a s kojima korisnik nije odmah bio upoznat. Najbitnije stavke kod dizajna i planiranja novog skladišta su propusnost i temperaturni zahtjevi. Propusnost unutar skladišta se mora precizno definirati, no potrebno je u obzir uzeti i skladištenje različite robe istovremeno, što znači i potrebe za različitim razinama propusnosti. Zbog toga je važno odrediti granice u kojima skladište može poslovati kako bi različite robe bile zaštićene. Slično je i vezano uz temperaturne zahtjeve, pošto se različiti proizvodi skladište na različitim temperaturama. Za određivanje ovog parametra je posebno bitno kontaktiranje suradnika kako bi se saznali njihovi uvjeti i zahtjevi te kako bi skladište moglo biti pravilno opremljeno. Također, bitno je u obzir uzeti i gubitak težine kod smrznute hrane, a koraci koje je potrebno poduzeti su odgovarajuća temperatura te adekvatan protok hladnog zraka unutar jedinice.

4. EMPIRIJSKO ISTRAŽIVANJE UPRAVLJANJA TRANSPORTNIM PROCESOM SMRZнутиH PREHRAMBENIH PROIZVODA

4.1. Pregled literature

Pregledom literature utvrđeno je kako su rijetka istraživanja u fokusu imala transport smrznutih prehrambenih proizvoda. Većinom se pisalo o jednoj od stavaka, odnosno u fokusu je bio ili transport ili smrznuti prehrambeni proizvodi. Danas ove teme postaju i aktualnije jer se nastoji omogućiti što adekvatnije i učinkovitije transportiranje hrane, odnosno troškovi se žele smanjiti, a kvaliteta namirnica poboljšati.

Vezano uz literaturu, većina pronađenih radova i članaka su inozemna. Jedno od značajnijih djela inozemnih autora vezanih uz smrznutu hranu je „Handbook of Frozen Food Processing and Packaging“ iz 2012. godine, čiji je urednik D.W. Sun. Urednik ovog priručnika je objedinio brojna djela i radove stručne literature vezane uz smrznutu hranu, njezino pakiranje i skladištenje i sl., te je na taj način dao uvid u cjelokupnu industriju smrznutih prehrambenih proizvoda. Nadalje, velik doprinos ovom području dali su i McKinnon te Campbell (1998.) svojim radom „Quick response in the Frozen Food Supply Chain: The Manufacturers' Perspective“ koje daje uvid u organizaciju industrije smrznute hrane i promjene koje su morale biti napravljene kako bi se omogućile brze reakcije u što kraćem vremenu potaknute povećanjem potražnje. Autori također ističu važnost i nužnost logistike smrznutih prehrambenih proizvoda.

O različitim oblicima transporta smrznute hrane i o modeliranju u svrhu unaprjeđenja cjelokupnog lanca pisali su James i suradnici (2006.) u članku „Modelling of food transportation systems – a review“. Njihov je članak vrlo važan jer su se dotakli i modela koji opisuje prijenos topline s/na prehrambenih proizvoda, a koji je omogućio određivanje optimalnih uvjeta za vrijeme transporta hrane unutar hladnjače, ali i adekvatna pakiranja hrane koja sprječavaju nepotreban transfer topline u okolinu. Maiorino, Petruzzello i Aprea (2021.) su proučavali hlađeni transport. Oni opisuju „teorijsku“ stranu transporta i uvjeta u kojima se prevoze smrznuti proizvodi koristeći brojne formule iz područja fizike i kemije kako bi funkcioniranje hladnjača i hladnih pogona bilo objašnjeno i pobliže opisano. Konvencionalna prijevozna sredstva s hladnjačama koriste previše goriva te jako štete okolišu, ali se ipak koriste pošto se električna vozila još uvijek nisu dovoljno razvila te ne mogu u potpunosti zamijeniti vozila na dizelske motore. Ipak, kao jedno od rješenja ovog velikog problema navode i

mogućnost konvencionalnih vozila koja bi imala sustave hlađenja koji bi bili na električni pogon. Na taj način bi efikasnost ostala ista, a zagađenje se djelomično smanjilo.

Mnogi autori su pisali o konvencionalnim oblicima i metodama smrzavanja prehrambenih proizvoda, uključujući i Sun (2012.), a James i suradnici (2015.) u svojem radu prikazuju novonastale metode smrzavanja hrane koje donose povećanu učinkovitost tog procesa, kao što su: impingement metoda, smrzavanje korištenjem hidrofluidizacije, smrzavanje potpomognuto tlakom itd. Cilj svih ovih inovativnih metoda je smanjiti vrijeme zamrzavanja te istovremeno povećati kvalitetu smrznute hrane, naravno uz što niže dugoročne troškove.

Maiorino i suradnici (2021.) pišu o glavnim rizicima poslovanja unutar hladnog lanca, odnosno ističu 3 najveća rizika kod transporta smrznutih proizvoda. Kao glavne uzroke kvarenja hrane navode razlike u temperaturi zraka i hrane, neučinkovitost sustava hlađenja te učestala otvaranja vrata zbog utovara/istovara. Vezano uz skladištenje, Sun (2011.) iznosi vrlo važnu podjelu na 3 glavna oblika skladišta, a to su: skladišta rasute robe, sobe za kaljenje te obložene hladnjače. Iako svako od ovih skladišta ima svoju namjenu (skladišta za rasutu robu pohranjuju velike količine robe, a obložene hladnjače imaju napredne sustave koji održavaju stalnu temperaturu brojnih vrsti roba), sobe za kaljenje pokazuju se kao najučinkovitiji oblik skladišta jer omogućavaju brže i kvalitetnije smrzavanje robe te olakšavaju cjelokupni proces i rukovanje smrznutom robom.

Što se tiče domaćih autora, Čudina i Bezić objavili su 2019. godine članak nazvan „Reefer Vessel versus Container Ship“ u kojem donose opširan opis i usporedbu 2 glavna oblika transporta smrznutih prehrambenih proizvoda te donose sudove za koje situacije je koji oblik adekvatniji i praktičniji. Također, istaknuti se može i Majića (2022.) koji je svojim radom „Active and Passive Shipping Systems and Transport Equipment“ znatno doprinio ovom radu kod raščlanjivanja različitih vrsta transportnih sustava i opreme, odnosno, njegova podjela se temelji na diobu transportnih sredstava koja imaju integrirane sustave hlađenja (aktivni) i na transport kod kojeg se koriste različita sredstva (led, suhi led itd.) kako bi proizvodi zadržali temperaturu (pasivni).

4.2. Instrument istraživanja

Primarno istraživanje provedeno je u suradnji sa direktorom poduzeća Gamdal-Kov d.o.o. koje se bavi poslovima unutar ove branše te svakodnevno organizira transport smrznutih prehrambenih proizvoda na području čitave Europske Unije. Svrha primarnog istraživanja bila je dobiti detaljniji uvid u poslovanje poduzeća koje se bavi distribucijom smrznutih proizvoda te upoznati svakodnevne zadatke koji moraju biti ispunjeni kako bi se poslovanje nastavilo odvijati neometano.

Istraživanje je provedeno u obliku strukturiranog podsjetnika za intervju koji se sastoji od 16 pitanja otvorenog tipa (vidi Prilog 1). Kroz postavljena pitanja se htjelo saznati trenutno stanje u branši, koje su najčešće komplikacije i prepreke u ovom poslu te koja je „tajna“ uspješnog poslovanja poduzeća. Pitanja su postavljena direktoru poduzeća.

4.3. Rezultati istraživanja

Rezultati istraživanja korištenjem intervju su vrlo bitni kako bi se dobio i praktični aspekt cjelokupnog rada. Iskustva i znanja ljudi zaposlenih u ovoj branši omogućavaju čitatelju lakše i bolje shvaćanje rada u cijelosti. Kroz provođenje ovog intervju s direktorom poduzeća Gamdal-Kov d.o.o. dobiveni su odgovori vezani uz svakodnevne poteškoće i potencijalne opasnosti ovog posla, ali također je dobiven uvid u odvijanje procesa unutar hladnog lanca te trendove koji postoje na tržištu smrznutih prehrambenih proizvoda.

Ispitanik, gospodin Kovinčić (dalje u tekstu „Ispitanik“), ima više od 20 godina iskustva u ovoj branši te se do sada susreo s brojnim krizama i poteškoćama u poslovanju. Ipak, ističe kako njegovo poduzeće, koje se primarno bavi trgovinom, ne snosi velike rizike, već da najveći rizik snose sami prijevoznici. Upravo je zbog toga važno da je roba adekvatno osigurana za vrijeme cijelog transporta. Općenito, smatra kako je najveći rizik transporta smrznute hrane taj da hrana ne stigne na odredište u adekvatnom obliku, odnosno na adekvatnoj temperaturi. Kao potencijalne uzroke tome vidi neispravnost (kvar) uređaja za hlađenje ili ljudsku grešku u vidu ne-uključivanja uređaja za hlađenje. Također, ističe kako se kod prijevoza smrznutih prehrambenih proizvoda, proizvodi koji su dostavljeni na temperaturi višoj od -15° ne smiju preuzeti/istovariti, već se vraćaju pošiljatelju ili prodaju prijevozniku, a uzroci previsoke temperature se utvrđuju kasnije. Osim glavnog rizika vezanog uz stanje robe, postoje još i rizici vezani uz sam transport kao što su krađa ili sudar.

Ono što je posebno važno kod transporta smrznutih prehrambenih proizvoda je i upravljanje rizicima, odnosno minimiziranje rizika od kemijskih ili fizičkih kvarova robe. Poduzeće se strogo pridržava pravila o preporučenom postupanju prehrambenim proizvodima te robu prevoze i skladište isključivo s poduzećima koje imaju implementiran HACCP i/ili neki od drugih standarda. Također, ističe kako ni u kojem slučaju ne dozvoljavaju prekid hladnog lanca te da je nužno voditi računa o rokovima trajanja. Na pitanje o zadovoljstvu vezanim uz regulatorni okvir transporta smrznute hrane u Hrvatskoj i EU, ispitanik je kratko odgovorio da ima mjesta za napredak.

Što se tiče promjena u transportu hladnog lanca s ciljem smanjenja onečišćenja okoliša, ispitanik je uočio pomak u odnosu na stanje od prije 10 godina. On primjećuje kako je „većim“ prijevoznicima vrlo bitno da su vozila nova, a to je bitno i zbog novijih EURO 4 i EURO 5 motora koji smanjuju zagađenje s okolišem. Nižoj razini onečišćenja pomaže i obvezno korištenje ADblue u vozilima.

Za ovo istraživanje i rad u cijelosti bitno je bilo uzeti u obzir najnovije i najaktualnije trendove na tržištu smrznutih prehrambenih proizvoda. Kao što je i ranije spomenuto u radu, česta zablude je da su smrznuti proizvodi niže kvalitete od svježih namirnica te da nisu jednako zdravi za konzumaciju. Unatoč tim zabudama, ispitanik govori kako ne vidi negativne trendove u potražnji za smrznutom hranom već da je potražnja konstantno u porastu te smatra kako će se ova grana u budućnosti još puno razvijati. Što se tiče vidljivih trendova u regiji, najveća potražnja postoji za: svinjetinom, piletinom, ribom i glavonošcima te proizvodima od krumpira. Ipak, situacija nije svugdje jednaka te se vide razlike u potražnji za smrznutim proizvodima od države do države. Ispitanik ističe kako postoji velika razlika u potražnji za proizvodima u Hrvatskoj od one u Sloveniji. Govori kako se u Sloveniji više koriste svježije namirnice (npr. piletina i svinjetina) u odnosu na Hrvatsku, a kao uzrok ističe veću platežnu moć i češće odlaske u restorane. Također, smatra i da je bitna stavka zašto se u Hrvatskoj više naručuju smrznuti proizvodi to što je puno lakše kontrolirati zalihe te je manja briga s praćenjem rokova trajanja proizvoda.

Praćenje trendova i zahtjeva potražnje na tržištu je ključno za provođenje uspješnog poslovanja, stoga je bitno saznati postoji li vidljiva kvaliteta u proizvodima i tehnologijama u odnosu na prošlost. Ispitanik vidi velike pomake u kvaliteti robe u odnosu na prošlost, ali smatra i da će se kvaliteta u budućnosti još rasti. Bolja i kvalitetnija tehnologija smrzavanja te vrlo brzo

vrijeme koje je potrebno za smrzavanje uvelike podižu kvalitetu proizvoda. Kao glavni uzrok tog napretka ističe i sve veće zahtjeve kupaca vezanih uz kvalitetu smrznutih prehrambenih proizvoda. Također, kvaliteta se podigla i zbog sve češćih i temeljitijih veterinarskih i sanitarnih inspekcija.

Što se uvjeta kod transporta tiče, ispitanik govori kako se gotovo svi proizvodi prevoze u standardiziranim uvjetima te da nema pretjeranih razlika. Roba koju ipak ističe kao „zahtjevniju“ je sladoled, koji se prevozi na max -25° te sushimi tuna, koja se prevozi na temperaturama oko čak -60° .

Kako bi se dobio bolji dojam o poslovanju poduzeća u ovoj grani, ispitanik je upitan o procesu preuzimanja robe te o zahtjevima koje roba mora ispuniti kako bi mogla biti preuzeta. Što se zahtjeva tiče, najbitnije je da je temperatura robe tijekom istovara konkretna, kao što je i već ranije spomenuto. Kad je utvrđeno da je roba na adekvatnoj temperaturi, pregledavaju se papiri koji idu s robom (otpremnicu, CMR obrazac i sl.) te se roba kvantitativno zaprimi. Također, ako postoje razlike u stanju ili masi robe, bitno je da se to odmah zapiše na otpremnicu ili CMR te da se dobavljač kontaktira u što kraćem roku.

Sezonalnost je najčešće vezana uz svježije prehrambene proizvode, no ona itekako postoji i kod smrznutih prehrambenih proizvoda. Ispitanik govori kako je Hrvatska odličan primjer sezonalnosti što se prehrambenih proizvoda tiče zbog postojanja razvijenog ljetnog turizma kad je potražnja daleko najveća. Također, sezonalnost je vidljiva i kod brojnih proizvoda koji nisu vezani uz ljetnu sezonu, već uz događaje i blagdane kad se konzumiraju specifične namirnice. Kao primjer navodi povećanje potražnje za smrznutim povrćem i bakalarom za vrijeme oko Božića i Uskrsa, period između listopada i veljače kada je velika potražnja za kesten pireom te ljetne mjesece kad postoji jako velika potražnja za sladoledom. Što se tiče sezonalnosti izazvanom turističkom sezonom, ispitanik govori kako se sveukupna potražnja za smrznutim prehrambenim proizvodima tokom ljetnih mjeseci povećava nekoliko puta te da sezonalnost utječe i na obalne distributere koji nerijetko uopće ne posluju između listopada i travnja.

U jeku nedavnih događaja vezanih uz pandemiju, uvođenje Eura i ulazak u Schengen, cilj je bio utvrditi kako su ti događaji utjecali na poslovanje poduzeća iz ove grane. Ispitanik je odmah rekao kako je 2020. godina bila najgora što se poslovanja tiče te kako su brojna poduzeća imala ozbiljnih poteškoća. Govori kako je i njegovo poduzeće imalo jako velikih problema pošto su

se već pripremili za sezonu, odnosno naručili ili već uskladištili ogromne količine robe, a jedan dio već i isporučili. Kad se sve zaustavilo, kupci su ponudili opciju povrata robe ili čekanja na podmirivanje računa kad ponovo krenu s poslovanjem.

Nakon grozne 2020. godine, dolazi do ogromnog pada cijena zbog velikih zaliha koje su se nakupile kroz cijelu prethodnu godinu. I njegovom je poduzeću otkazana velika količina narudžbi, a govori i kako su završili i na sudu u Belgiji zbog pogrešnih ugovorenih količina. Navedeno je kulminiralo rekordno visokim cijenama koje su još uvijek na toj razini. Za 2023. Godinu izdvaja kako su vidljive rekordno visoke cijene proizvoda od krumpira te prognozira velike nestašice tih proizvoda u ljetnim mjesecima. Ulazak u Schengen imat će pozitivne posljedice na poslovanje njegovog poduzeća zbog bržeg protoka robe, manjih gužvi, lakše isporuke i unosa dobara u Hrvatsku.

Na samom kraju, ispitanik je bio upitan o poduzećima koje bi istaknuo po iznimnoj kvaliteti resursa i poslovanja. Iako nije imenom isticao takva poduzeća, objasnio je čime se vodi kod odabira suradnika i što je potrebno kako bi poslovanje bilo na uzajamno zadovoljstvo. Kroz godine poslovanja i suradnje lako se zaključuje koji prijevoznici su pouzdani i na koje se uvijek može računati da će poštivati dogovor. Ističe i kako se većina prijevoznika specijalizirala/opredijelila po državama ili po robi koju prevoze, a to omogućava poduzeću da nesmetano posluje sa stalnim prijevoznicima koji su zaduženi za određene proizvode/asortiman. Sve funkcionira dok su obje strane zadovoljne, odnosno sve dok se zahtjevi ispunjavaju te poštuju propisana pravila.

5. ZAKLJUČAK

Ovim diplomskim radom proučeno je tržište smrznutih prehrambenih proizvoda te transport robe unutar hladnog lanca. Smrznuti prehrambeni proizvodi čine veliki dio sveukupne svjetske hrane te se koriste svakodnevno diljem svijeta. Takvi proizvodi omogućavaju opskrbu udaljenih dijelova svijeta robom koja tamo nije dostupna. Očuvanje hrane zamrzavanjem omogućuje da proizvodi ostanu adekvatni za konzumiranje i nakon prolaska dužeg vremena te umanjuje rizik od kemijskih ili fizičkih kvarova hrane.

Unatoč brojnim preprekama na koje nailazi sveukupni transport smrznutih prehrambenih proizvoda, hladni lanac ima značajnu ulogu na svjetskom tržištu hrane. U današnje se vrijeme implementiraju bolja i naprednija rješenja kako bi prijevoz hrane bio brži, bolji i kvalitetniji. Također, vidljive su i nove sofisticiranije metode smrzavanja prehrambenih proizvoda koje prate trendove i nastoje zadovoljavati potrošačke potrebe. Iako se danas naglasak često stavlja na zdrav život i prehranu svježim namirnicama, napredne tehnologije smrzavanja i skladištenja smrznutih proizvoda nastoje kvalitetom parirati i svježoj hrani te na taj način potrošačima omogućiti visokokvalitetnu robu u svakom trenutku.

Prilikom pisanja ovog diplomskog rada, prikupljeni su brojni podaci vezani uz skladištenje i transport smrznutih prehrambenih proizvoda koji su omogućili jednostavnije shvaćanje i dublje uviđanje u rizike i prepreke koji se javljaju za vrijeme transporta unutar hladnog lanca. Vrlo bitno je i istaknuti kako su dobivene informacije korisne za buduće susretanje s poteškoćama unutar hladnog lanca te za lakše prevladavanje potencijalnih poteškoća vezanih uz transport smrznute robe. Omogućen je i uvid u same procese vezane uz smrzavanje te bolje shvaćanje postupaka koje je potrebno poduzeti kako bi proizvodi bili pravilno smrznuti i skladišteni u adekvatnim uvjetima.

Kao i kod ostalih grana trgovine, poslovanje smrznutim prehrambenim proizvodima trenutno je pod velikim pritiscima vezanim uz globalno zatopljenje i onečišćenje okoliša. Svakodnevno se razvijaju i implementiraju nove tehnologije kojima je cilj smanjiti CO₂ otisak na najmanju moguću razinu što je ključno za daljnji opstanak ove branše jer su hladnjače koje prevoze hranu jedan od najvećih svjetskih zagađivača okoliša.

Rezultati provedenog istraživanja prikazali su uvid u praktični dio i svakodnevne situacije vezane uz transport i skladištenje smrznutih prehrambenih proizvoda, ali i potvrdili ranije

prikupljene podatke. Empirijsko istraživanje je predočilo i razlike u potražnji ovisno o regiji ili pak sezoni. Od velikog je značaja i prikupljanje podataka o poslovanju u vremenima neizvjesnosti i krize te načine na koje se poduzeće odupire većim poteškoćama u poslovanju te uspijeva podmiriti obveze i rokove.

Primarno istraživanje je prikazalo kako u ovom poslu postoje brojni rizici te kako ih nije moguće u potpunosti eliminirati. Najčešći rizik je neadekvatna temperatura robe koja može biti prouzročena zbog tehničkih grešaka u sustavu hlađenja ili nastati kao ljudska pogreška zbog pogrešnog rukovanja rashladnim sustavom. Nadalje, unatoč sve većoj potrebi kupaca za zdravim životom te čestim zabudama o kvaliteti smrznute hrane, potražnja za smrznutom hranom je velika i pretpostavlja se kako će rasti i još više. Bitno je istaknuti i da većina robe zahtjeva gotovo identične uvjete prilikom transporta smrznutih proizvoda, ali postoje i iznimke (npr. sladoled) kod čijeg transporta temperatura mora biti znatno niža kako bi proizvod stigao na odredište u adekvatnom stanju.

Smrznuta hrana podliježe sezonalnosti kao i ostali prehrambeni proizvodi, a saznato je kako je potražnja u ljetnim mjesecima (većinom zbog turizma) u Hrvatskoj i nekoliko puta veća. Također, sezonalnost je vidljiva i vezano uz pojedine proizvode kao što su sladoled ili pak povrće za francusku salatu, čija potražnja se u određenim dijelovima godine znatno razlikuje od ostatka godine. Nadalje, prikazano je i kako je COVID kriza imala jako veliki utjecaj na poslovanje poduzeća ovog sektora – od velikih viškova zaliha, do nemogućnosti podmirjenja obveza i velikih oscilacija u cijenama robe.

POPIS LITERATURE

1. Adekomaya, O., Jamiru, T., Sadiku, R., Huan, Z. (2016). Sustaining the shelf life of fresh food in cold chain – A burden on the environment, *Alexandria Engineering Journal*, 55(2), str. 1359-1365. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2016.03.024>
2. United Nations (April 2020). *Agreement on the International Carriage of Perishable Foodstuffs and on the Special Equipment to be Used for Such Carriage (ATP)*, New York: United Nations Publications. <https://doi.org/10.18356/6fa10b27-en>
3. Akhtar, S., Khan, M. I., Faiz, F. (2013). Effect of thawing on frozen meat quality: A comprehensive review, *Pakistan Journal of Food Sciences*, 23(4), str. 198-211.
4. Alabi, K.P., Zhu, Z., Sun, D. (2020). Transport phenomena and their effect on microstructure of frozen fruits and vegetables, *Trends in Food Science and Technology*, 101(July), str. 63-72. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.04.016>
5. Bagheri, F., Fayazbakhsh, M. A., Bahrami, M. (2017). Real-time performance evaluation and potential GHG reduction in refrigerated trailers, *International journal of refrigeration*, 73(January), str. 24-38. <https://doi.org/10.1016/j.ijrefrig.2016.09.008>
6. Brzozowska, A., Brzeszczak, A., Imiołczyk, J., Szymczyk, K. (2016). Managing cold supply chain. https://www.researchgate.net/publication/318100392_Managing_cold_supply_chain
7. Čudina, P. i Bezić, A. (2019). Reefer Vessel versus Container Ship, *Brodogradnja*, 70(1), str. 129-141. <https://doi.org/10.21278/brod70109>
8. Deshwal, G.K., Panjagari, N.R. and Alam, T. (2019) An Overview of Paper and Paper Based Food Packaging Materials: Health Safety and Environmental Concerns, *Journal of Food Science and Technology*, 56(10), str. 4391-4403. <https://doi.org/10.1007/s13197-019-03950-z>
9. Koutsoumanis, K., Allende, A., Alvarez-Ordóñez, A., Bolton, D., 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., Bekaert, K., Crobotova, J., García, M. R., Messens, W., Bover-Cid, S. (2021). The use of the so-called 'superchilling' technique for the transport of fresh fishery products, *EFSA journal. European Food Safety Authority*, 19(1), e06378. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2021.6378>
10. Fikiin, K., Tsvetkov, O., Laptev, Yu., Fikiin, A., Kolodyaznaya, V. (2003). Thermophysical and engineering issues of the immersion freezing of fruits in ice slurries based on sugar-ethanol aqueous solution, *Ecolibrium*, str. 10–15.

11. Frozen Food Market Share, Size, Trends, Industry Analysis Report, By Product (Fruits & Vegetables, Dairy Products, Bakery Products, Meat & Seafood Products, Convenience Food & Ready Meals, Others), By Consumption; By Type; By Region; Segment Forecast, 2022 – 2030 (2022.) Preuzeto s: <https://www.polarismarketresearch.com/industry-analysis/global-frozen-food-market>
12. Frozen Food Market Size, Share & COVID-19 Impact Analysis, By Type (Frozen Ready Meals, Frozen Seafood & Meat Products, Frozen Snacks & Bakery Products, and Others), Distribution Channel (Supermarkets/Hypermarkets, Specialty Stores, Convenience Stores, and Online Retail), and Regional Forecast, 2021-2028 (2022.) Fortune Business Insights. Preuzeto s: <https://www.fortunebusinessinsights.com/frozen-food-market-104138>
13. Harnkarnsujarit, N. (2015). Packaging Materials and Technologies for Improving Quality of Frozen Foods. <https://li01.tci-thaijo.org/index.php/JFTSU/article/view/38341/31772>
14. Hasselmann, G., Scheer, A.K. (2012). Packaging of frozen foods with other materials. U: Sun, D.W. (Ur.) *Handbook of Frozen Food Processing and Packaging*, str. 759.-779.
15. Islam, M. N., Zhang, M., Adhikari, B., Xinfeng, C., Xu, B.-G. (2014). The effect of ultrasound-assisted immersion freezing on selected physicochemical properties of mushrooms, *International Journal of Refrigeration*, 42(June), str. 121.-133. <https://doi.org/10.1016/j.ijrefrig.2014.02.012>
16. James, C., Purnell, G., James, S. (2015). A Review of Novel and Innovative Food Freezing Technologies, *Food and Bioprocess Technology*, 8(8), str. 1616-1634. <http://dx.doi.org/10.1007/s11947-015-1542-8>
17. James, S.J., James, C., Evans, J.A. (2006.) Modelling of food transportation systems, *International Journal of Refrigeration*, 29(6), str. 947-957.
18. Kirwan, M.J. (2005.) Paper and Paperboard Packaging Technology
19. Maiorino, A., Petruzzello, F., Aprea, C. (2021). Refrigerated Transport: State of the Art, Technical Issues, Innovations and Challenges for Sustainability, *Energies*, 14(21), 7237. Preuzeto s: <http://dx.doi.org/10.3390/en14217237>
20. McKinnon, A. C., Campbell, J. (1998). Quick response in the frozen food supply chain..
21. Meneghetti, A., Dal Magro, F., Romagnoli, A. (2021.) Renewable energy penetration in food delivery: Coupling photovoltaics with transport refrigerated units, *Energy*, 232(October).
22. Newman, M. (2001). Cryogenic impingement freezing utilizing atomized liquid nitrogen for the rapid freezing of food products. *Rapid Cooling of food, Meeting of IIR Commission C2, Bristol (UK)*, str. 145–151.

23. Otlés S., Yalcin B., (2008.), Intelligent food packaging, *LogForum*, 4(3), preuzeto s: https://www.logforum.net/pdf/4_4_3_2008.pdf
24. Ozdemir, M., Floros, J.D. (2004). Active Food Packaging Technologies, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 44(3), str. 185-193. <https://doi.org/10.1080/10408690490441578>
25. Heap, R. (2010.) Guide to Refrigerated Transport, 2nd edition, Pariz.
26. Remnant, J., Adams, J. (2015). The nutritional content and cost of supermarket ready-meals. Cross-sectional analysis, *Appetite*, 92(September), str. 36-42. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2015.04.069>
27. Rodrigue, J.P.; Notteboom, T. (2016.). The cold chain and its logistics, *The Geography of Transport Systems*, 2020.
28. Salvadori, V.O., Mascheroni, R.H. (1991). Prediction of freezing and thawing times of foods by means of a simplified analytical method, *Journal of Food Engineering*, 13(1), str. 67-78. [https://doi.org/10.1016/0260-8774\(91\)90038-T](https://doi.org/10.1016/0260-8774(91)90038-T).
29. Science Reference Section. (2019.) Who invented frozen food? Preuzeto s: <https://www.loc.gov/everyday-mysteries/technology/item/who-invented-frozen-food/>
30. Scott Smith, J., Hui, Y.H. (2004.) Food processing principles and applications.
31. Siracusa, V., Rocculi, P., Romani, S., Rosa, M.D. (2008) Biodegradable Polymers for Food Packaging: A Review, *Trends in Food Science & Technology*, 19(12), str. 634-643. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2008.07.003>
32. Sorrentino, A., Gorrasi, G., Vittoria, V. (2007). Potential perspectives of bio-nanocomposites for food packaging applications, *Trends in Food Science & Technology*, 18(2), str. 84.-95. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2006.09.004>
33. Sun, D.-W. (Ed.). (2012). Handbook of Frozen Food Processing and Packaging (2nd ed.). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/b11204>
34. Waterman, J.J., Taylor, D.H. (1967.) Superchilling, *The national archives*.
35. Yam, K.L., Takhistov, P.T, Miltz, J. (2005). Intelligent packaging: concepts and applications, *Journal of Food Science*, 70(1), str. R1-R10. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2005.tb09052.x>
36. Zawadzki M., (2020.) Transport of Frozen Products as a Source of Environmental and Consumer Risks, *Scientific Journal of Gdynia Maritime University*, 116(20), str. 88-99. <https://www.doi.org/10.26408/116.05>

POPIS SLIKA

Slika 1. Unutrašnjost kombija s ugrađenom hladnjačom	13
Slika 2. Brod hladnjača	17
Slika 3. Kontejnerski brod.....	18
Slika 4. Uređaj za implementaciju impingement tehnike smrzavanja	30
Slika 5. Proces superchilling tehnike smrzavanja hrane	32
Slika 6. Kartonsko pakiranje smrznute ribe	34
Slika 7. Smrznuti riblji proizvodi u plastičnom pakiranju	36
Slika 8. Aluminijsko pakiranje gotove hrane	37
Slika 9. Razlika kod kretanja kisika unutar klasičnog i aktivnog pakiranja	38
Slika 10. Primjer inteligentnog pakiranja.....	40
Slika 11. Skladište smrznutih proizvoda	42

POPIS GRAFIKONA

Grafikon 1. Tržište smrznute hrane u SAD-u	23
Grafikon 2. Tržište smrznute hrane u Europi (2017.-2028.).....	24
Grafikon 3. Udio prodaje smrznute hrane po distribucijskom kanalu	24

PRILOG 1. Podsjetnik za intervju

1. Spol:

- muško
- žensko

2. Dob:

- od 18 do 25 godina
- od 26 do 35 godina
- od 36 do 45 godina
- od 46 do 55 godina
- od 55 do 64 godina
- preko 65 godina

3. Obrazovanje:

- Osnovnoškolsko obrazovanje
- Srednjoškolsko obrazovanje
- Preddiplomski studij
- Diplomski studij
- Poslijediplomski studij

4. Koliko iznose Vaša mjesečna primanja?

- Do 2.000 kn
- 2.000-4.000 kn
- 4.001-6.000 kn
- 6.001-8.000 kn
- 8.001-10.000 kn
- Više od 10.000 kn

5. U kojem ste poduzeću zaposleni?

6. Koliko godina staža imate?

PITANJA

1. Koje su najveće prijetnje i rizici s kojima se susrećete prilikom transporta smrznutih prehrambenih proizvoda?

2. Prema Vašem mišljenju da li je regulatorni okvir transporta smrznutih prehrambenih proizvoda na razini Hrvatske, ali i Unije, adekvatan ili ima prostora za unaprjeđenje?
3. Primjenjujete li u Vašem poduzeću neku od strategija upravljanja rizicima, odnosno na koji način nastojite minimizirati rizike od kemijskih i fizičkih kvarova hrane?
4. Da li ste uočili promjene u načinu i metodama transporta u odnosu na prije 10 godina u svrhu smanjenja onečišćenja okoliša? Objasnite.
5. Koje vrste smrznutih prehrambenih proizvoda se najviše prodaju u regiji?
6. Postoje li vidljivi trendovi povećanja ili smanjenja potražnje za smrznutom hranom?
7. Koji oblik transporta se najčešće koristi na našim prostorima? Zašto?
8. Postoji li vidljiva razlika u kvaliteti smrznutih namirnica u odnosu na prošlost? Objasnite.
9. Koliko se potražnja za smrznutim namirnicama u regiji razlikuje od ostatka Europe?
10. Koji je proces preuzimanja robe i koje zahtjeve roba mora zadovoljiti kako bi bila preuzeta?
11. Postoje li određene namirnice s kojima je komplicirano raditi zbog uvjeta u kojima iste moraju biti skladištene i/ili transportirane?
12. Koje prednosti očekujete da će za Vaše poslovanje imati ulazak Republike Hrvatske u Schengen?
13. Da li je u ovoj branši prisutan veliki utjecaj sezonalnosti pojedinih proizvoda na poslovanje?
14. Koliki je utjecaj pandemija uzrokovana COVID-19 krizom imala na poslovanje u ovoj branši?
15. Kako se trenutna kriza odražava na Vaše poslovanje? Da li ste suočeni s nekim novim poremećajima u poslovanju s kakvima se niste ranije susretali?
16. Ima li određeno poduzeće (bilo hrvatsko bilo inozemno) koje biste izdvojili po iznimnoj kvaliteti resursa te procesa prijevoza smrznutih prehrambenih proizvoda?

ŽIVOTOPIS STUDENTA

Mislav Kovačević rođen je 12. svibnja 1998. godine u gradu Zaboku, u Republici Hrvatskoj. Osnovnu školu završio je u gradu Zlataru. Nakon osnovne škole, pohađao je i završio Gimnaziju Antun Gustav Matoš u Zaboku, smjer jezična gimnazija. Ekonomski fakultet u Zagrebu upisuje 2017. godine, a 2020. godine upisuje smjer Trgovina i međunarodno poslovanje.

Za vrijeme fakultetskog obrazovanja skupio je brojna znanja i okušao se u raznim poslovima, kao što su: poslovi u prodavaonici, tele prodaja, korisnička podrška, poslovi u kuhinji te dostava.

Aktivno se služi engleskim jezikom, dok se njemačkim jezikom služi pasivno. Posjeduje vozačku B kategorije.