

Karakteristike i uvjeti prijevoza hladjenih tereta

Maleš, Klara

Undergraduate thesis / Završni rad

2020

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Split, Faculty of Maritime Studies / Sveučilište u Splitu, Pomorski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:164:712117>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-04-01**

Repository / Repozitorij:

[Repository - Faculty of Maritime Studies - Split -
Repository - Faculty of Maritime Studies Split for
permanent storage and preservation of digital
resources of the institution](#)



**SVEUČILIŠTE U SPLITU
POMORSKI FAKULTET U SPLITU**

KLARA MALEŠ

**KARAKTERISTIKE I UVJETI PRIJEVOZA
HLAĐENIH TERETA**

ZAVRŠNI RAD

SPLIT, 2020.

**SVEUČILIŠTE U SPLITU
POMORSKI FAKULTET U SPLITU**

STUDIJ: POMORSKI MENADŽMENT

**KARAKTERISTIKE I UVJETI PRIJEVOZA
HLAĐENIH TERETA**

ZAVRŠNI RAD

MENTOR:

Doc. dr. sc. Ivica Pavić

STUDENT:

Klara Maleš

(MB:0171257076)

SPLIT, 2020.

SAŽETAK

U ovom završnom radu obrađuju se karakteristike i uvjeti prijevoza hlađenih tereta. Početci suvremenog prijevoza ove vrste tereta vežu se uz prijevoz banana u grozdovima, zatim ambalažiranog voća i povrća u kutijama. Suvremeni prijevoz koji se najvećim dijelom izvodi u linijskom servisu, podrazumijeva korištenje specijalnih brodova i sredstava integralnog transporta kao što su kontejneri. Brodovi za hlađeni teret su brodovi specijalizirani za prijevoz tereta koji tijekom prijevoza zahtjeva temperaturu različitu od temperature okoline. Ugrađeni sustav hlađenja mora osigurati učinkovitost održavanja temperature prostora, sustav nadzora opreme i rada sustava te održavanje potrebne vlažnosti u skladišnom prostoru. Kontejnerski promet hlađenih roba je u stalnom porastu i podrazumijeva primjenu kontejnera s termičkim karakteristikama.

Ključne riječi: hlađeni teret, brodovi za prijevoz hlađenih tereta, rashladni kontejneri.

ABSTRACT

This thesis deals with the topic of the characteristics and conditions of transportation of refrigerated cargo. The beginnings of modern transportation of this type of cargo are related to the transport of bananas in bunches, packaged fruits and vegetables. Modern transport, which is mostly performed in line service, involves the use of special ships and means of integral transport such as containers. Refrigerated cargo ships are vessels specialized in the carriage of cargo which during transportation requires a temperature different from that of the environment. The cooling system must be capable of maintaining the temperature of the room efficiently, monitoring the equipment and operation of the cooling system and maintaining the necessary humidity in the storage area. Container transport of refrigerated goods is constantly increasing and involves the use of containers with thermal characteristics.

Keywords: refrigerated cargo, refrigerated ships, containers, frigo containers.

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. OBILJEŽJA BRODOVA ZA PRIJEVOZ HLAĐENIH TERETA ...	2
2.1. OPĆENITO O BRODOVIMA ZA PRIJEVOZ HLAĐENIH TERETA	3
2.2. BRODOVI S BOČNIM OTVORIMA	5
2.3. BRODOVI ZA PRIJEVOZ RASHLADNIH KONTEJNERA	6
2.4. RASHLADNI KONTEJNERI S INTEGRIRANOM RASHLADNOM JEDINICOM	8
2.5. HLAĐENJE TERETA TIJEKOM RASHLADNOG PROCESA	10
2.6. PRINCIPI NASTANKA DUŠIKA	10
2.7. KONTROLIRANA ATMOSFERA U KONTEJNERIMA	11
3. POSTUPCI PRI UKRCAJU TERETA	12
3.1. DOVOD HLADNOG ZRAKA U SUSTAV TERETA	13
3.2. ČIŠĆENJE I VENTILIRANJE	14
3.3. INSPEKCIJA I PROVJERA PROSTORA I DOKUMENTACIJE	15
4. HLAĐENI TERETI	17
4.1. VOĆE	18
4.1.1. KOŠTUNIČAVO VOĆE	18
4.1.2. AGRUMI	21
4.1.3. TROPSKO VOĆE	23
4.2. POVRĆE	26
5. SMRZNUTI TERETI	31
5.1. SMRZNUTO MESO	31
5.2. SMRZNUTA RIBA	33
6. ZAKLJUČAK	35
LITERATURA	37
POPIS SLIKA	39
POPIS TABLICA	40

1. UVOD

Predmet ovog rada su karakteristike i uvjeti prijevoza hlađenih tereta. Radi se o procesu u kojem se temperatura prostora ili njegovog sadržaja smanjuje ispod temperature koja je karakteristična u njihovoj okolini. Hlađenje se koristi u prijevozu nekih ukapljenih plinova i rasutih kemikalija, u klimatizacijskim sustavima, za hlađenje rasutog CO₂ za protupožarne sustave i za očuvanje pokvarljivih namirnica tijekom prijevoza hrane. Rashladni kontejneri, ili hladnjaci (eng. *reefer*) od posebne su važnosti za transportne kompanije i slične organizacije jer omogućavaju relativno visoke cijene prijevoza i profitne stope što nije moguće postići sa suhim kontejnerima. U radu će se pojasniti tehničke karakteristike brodova koji su namijenjeni za prijevoz kontejnera te sustavu hlađenja koji se primjenjuje. S kontejnerima za prijevoz rashlađenih tereta događa se slično kao prije četrdesetak godina s klasičnim kontejnerima kad su se u njih počeli ukravati tereti koje su prije prevozili brodovi za generalni i rasuti teret.

Svrha i cilj rada je analizirati karakteristike i uvjete prijevoza hlađenih tereta te karakteristike brodova za hlađene terete i rashladnih kontejnera.

Rad sadrži šest dijelova. Prvi dio rada je uvod u kojem se iznosi predmet rada, svrha i ciljevi te struktura rada. Drugi dio rada se odnosi na obilježja brodova za prijevoz hlađenih tereta. U trećem dijelu rada pojašnjavaju se postupci pri ukrcaju tereta. Četvrti dio rada prikazuje hlađene terete s naglaskom na voće i povrće, dok se u peti dio fokusira na smrznuti teret. Navode se značajke tereta, uvjeti prijevoza i oštećenja. U zaključku su prezentirani rezultati rada.

2. OBILJEŽJA BRODOVA ZA PRIJEVOZ HLAĐENIH TERETA

Hlađenje je proces u kojem se temperatura prostora ili njegovog sadržaja smanjuje ispod temperature u njihovoj okolini. Hlađenje se koristi u prijevozu nekih ukapljenih plinova i rasutih kemikalija, u klimatizacijskim sustavima, za hlađenje rasutog CO₂ za protupožarne sustave i za očuvanje kvarljivih namirnica tijekom prijevoza hrane [6]. Rashladni kontejneri, ili hladnjaci (eng. *reefer*) (Slika 1.), od posebne su važnosti za transportne kompanije i slične organizacije, iz razloga što omogućavaju relativno visoke cijene prijevoza i profitne stope što nije moguće postići sa suhim kontejnerima. Iz tog razloga gotovo sve transportne kompanije pokušavaju proširiti svoje poslovanje sa hladnjacima. Obično se podaci vezani za kontejnere iskazuju u “TEU” jedinicama. TEU označava ekvivalentnu jedinicu od 20 stopa i koristi se da označi kontejner veličine 20 stopa. Analogno tome, kontejner od 40 stopa se sastoji od 2 TEU jedinice. Za kontejnere od 40 stopa se ponekad koristi i skraćenica “FEU”. FEU je dakle ekvivalent 2 TEU [15].



Slika 1. Kontejneri za prijevoz hladnog tereta [8]

Od 1978. do 1993. godine godišnje su se gradila 43 broda za prijevoz rashlađenih tereta, a nakon toga je došlo do ozbiljne stagnacije pa se u posljednjih desetak godina na godišnjoj razini isporučivalo do šest brodova. Danas postoji flota od oko 1,7 milijuna TEU za prijevoz rashlađenih tereta. Drugim riječima, većina rashlađenog tereta prevozi se kontejnerima [9].

Najveći brodar s flotom kontejnerskih brodova za prijevoz rashlađenih tereta je danski Maersk (390.000 TEU), slijedi švicarska kompanija MSC (106.000) te francuska CMA CGM (95.000). Godine 2000. u svijetu su bila ukupno dva milijuna kontejnera za prijevoz rashlađenih tereta, a osam godina kasnije čak 5,2 milijuna [9]. Primjer broda za prijevoz rashlađenih tereta prikazan je na Slici 2.



Slika 2. Brod za prijevoz hlađenih tereta [8]

Predviđa se porast broja kontejnera i do 10% godišnje. Kontejneri za prijevoz rashlađenog tereta skuplji su od klasičnih kontejnera te traže održavanje i sposobnost luka za prihvatanje takvih kontejnera, što svakako utječe na troškove poslovanja. Ipak, u prijevozu rashlađenih tereta imaju povoljniju budućnost od klasičnih brodova za prijevoz rashlađenih tereta [9].

2.1. OPĆENITO O BRODOVIMA ZA PRIJEVOZ HLAĐENIH TERETA

Prijevoz hlađenog tereta se većim dijelom izvodi u linijskom servisu. Preteča suvremenog prijevoza hlađenog tereta je prijevoz banana u grozdovima. Slijedeći iskorak u prijevozu bilo bi ambalažirano voće i povrće u kutijama čija se manipulacija odvija ručno. Suvremeni prijevoz podrazumijeva korištenje sredstava integralnog transporta (paleta i kontejnera). Kontejnerski promet hlađenih roba je u stalnom porastu. Prosječni godišnji porast u prometu rashlađenog tereta u posljednjih nekoliko godina iznosi do 4% godišnje [10].

Brodovi za hlađeni teret specijalizirani su za prijevoz tereta koji tijekom prijevoza zahtjeva temperaturu različitu od temperature okoline. Svjetska flota za hlađeni teret iznosi približno 1000 brodova. Brodovi za hlađeni teret najčešće su dugi do 150 m i široki do 20 m. Brzina brodova obično iznosi između 18 i 23 čvorova. Skladišni prostori brodova su obloženi slojem izolacijskog materijala. Brodovi su opremljeni dvostrukim dnom koje se koristi za smještaj balasta i teškog goriva. Kaljužni sustav brodova mora biti učinkovit zbog pražnjenja kondenzata i pranja skladišta. Stabilnost mora udovoljavati zadanim kriterijima u svim fazama putovanja. Najveći broj brodova je opremljen vlastitim rekreativnim sredstvima [10].

Skladišni prostor broda se uobičajeno sastoji od 4 skladišna prostora s međupalubama. Dno skladišnog prostora obloženo je podnicama. Brodovi su opremljeni sustavima hlađenja skladišnih prostora te mogu održavati temperaturu -30° - 13° C°. Baterije za hlađenje smještene su na svakoj palubi skladišnog prostora. Palubni prostori suvremenih brodova za prijevoz hlađenog tereta mogu biti dizajnirani za prihvat kontejnera [10]. Sustav hlađenja mora omogućavati:

- učinkovitost održavanja temperature prostora,
- brodske generatore većih snaga,
- sustav nadzora opreme i rada sustava hlađenja,
- održavanje potrebne vlažnosti u skladišnom prostoru,
- učinkovitiji kaljužni sustav skladišnih prostora [10].

Suvremeni brodovi dodatno su opremljeni sustavom kontrole atmosfere skladišnog prostora inertnog plina. Osnovni zahtjev u prijevozu hlađenih tereta je sačuvati teret u dobrom stanju. Čuvanje tereta se postiže hibernacijom tereta, pothlađivanjem tereta i smanjenjem kisika (inertiranjem skladišnih prostora). Hibernacija tereta postiže se odgovarajućom smjesom plinova unutar skladišta. Obično se postiže smanjenjem volumnog udjela kisika i povećanjem volumnog udjela drugih plinova (npr. CO₂) uz istovremeno sniženje temperature. Na taj način znatno se usporavaju procesi dozrijevanja tereta čime se produžava mogućnost njegova skladištenja. Za svaku pojedinu vrstu hlađenog tereta nudi se odgovarajuća smjesa plinova u kontroliranoj atmosferi. Važno je napomenuti kako se pri tome mora voditi računa o usklađenosti propisa o dopuštenim vrstama i koncentracijama

plinova koji će se pri tome koristiti. Inertiranjem skladišnih prostora je moguće uništiti i nametnike na teretu jer smanjenjem kisika se reducira aktivnost nametnika. Ograničenjem kisika na 0,5% tijekom 96 sati se postiže 100% uništenje nametnika [10].

Suvremeni prijevoz hlađenih tereta morem može se odvijati:

- klasičnim brodovima za prijevoz hlađenog tereta,
- brodovima za prijevoz hlađenih tereta koji prekrcaj obavljaju preko bočnih vrata,
- brodovima za prijevoz kontejnera [10].

2.2. BRODOVI S BOČNIM OTVORIMA

Brodovi s bočnim otvorima (Slika 3.) karakteristični su jer bočna vrata omogućavaju:

- veću brzinu prekrcaja,
- manju mogućnost oštećenja tereta tijekom prekrcaja,
- bolju ekonomsku učinkovitost broda
- teretni liftovi omogućavaju prekrcaj tereta bez obzira na morske mijene.

Osnovna prekrcajna sredstva su viljuškari. Gubitak temperature u skladišnom prostoru je puno manji nego kod klasičnih brodova [10].

Brodovi hladnjače prevoze terete koji zahtijevaju nižu temperaturu. Teret se hladi sustavom rashladnih cijevi kad se radi o mesu ili ribi koji se prevoze u smrznutom stanju ili sustavom cirkulacije hladnog zraka određene temperature, ovisno o vrsti tereta (npr. sir, jaja, maslac ili voće). Skladišta su obično podijeljena u četiri hladnjače (ledenice) sa nepropusnim vratima i izolacijom [12].



Slika 3. Brod s bočnim otvorima [8]

Tehnologija kontejnera sa otvorom razvijena je prije 1970-tih i korištena je na rutama na kojima su se prevozile velike količine hladnog tereta. Prva generacija kontejnerskih brodova sa kontejnerima s otvorima je danas stara preko 25 godina i uskoro će biti zamijenjena brodovima s većim kapacitetom za kontejnere s integriranim hlađenjem. Kontejneri s otvorom su termički izolirani i imaju dva plombirana otvora (prozora) na krajnjim zidovima kroz koje se hladan zrak može upuhivati u kontejner, a topli zrak može izbacivati van. Hladan zrak se upuhuje kroz donje otvore u kontejner, zatim distribuira kroz teret uz pomoć rešetke i nastavlja se kretati prema vrhu kontejnera gdje izlazi kroz gornji otvor. Otvori na kontejnerima mogu imati tri veličine [15].

2.3. BRODOVI ZA PRIJEVOZ RASHLADNIH KONTEJNERA

Budući da kontejneri s otvorom nemaju integriranu rashladnu jedinicu, moraju uvijek biti hlađeni eksterno. Ovo se postiže na različite načine ovisno o trenutačnoj lokaciji kontejnera [15]. Klasični brodovi su namijenjeni prijevozu paletiziranog tereta i tereta u kutijama. Uobičajeno su opremljeni teretnim uređajima manjih nosivosti, a skladišni prostor im je malih visina. Brod za prijevoz rashladnih kontejnera (Slika 4.) mora biti opremljen električnim priključcima za rashladne kontejnere. Snaga brodskih generatora mora biti dostatna za napajanje rashladnih uređaja tih kontejnera [10]. Kontejner s termičkim karakteristikama je kontejner standardnih dimenzija, osnovne konstrukcije izgrađene od

čelika. Rashladni kontejneri općenito mogu održavati unutrašnju temperaturu do -18°C pri temperaturi okoline od $38,5^{\circ}\text{C}$.

Osnovna podjela kontejnera s termičkim karakteristikama je na:

- izotermički kontejner,
- rashladni kontejner,
- kontejner s nadziranom temperaturom [10].



Slika 4. Brodovi za prijevoz rashladnih kontejnera [8]

Naziv kontejner potječe od engleske riječi *container* (eng. „contain“ – sadržavati) a znači sve ono što u sebi može sadržavati nešto drugo. Kontejner je dakle manipulacijska prijevozna oprema, najčešće u obliku zatvorene posude, koja služi za formiranje krupnih manipulativnih jedinica tereta u cilju racionalizacije manipulacijskih i skladišnih operacija [3].

Postoje dvije osnovne vrste rashladnih kontejnera (hladnjača) koji su se različito razvijali kroz vrijeme:

- Rashladni kontejneri sa otvorom, također nazivani i izolirani ili Conair kontejneri, koji nemaju svoju rashladnu jedinicu. Ovi kontejneri se iz tog razloga oslanjaju na eksterno opskrbljivanje hladnim zrakom. Rashladne jedinice različitih vrsta trajno su instalirane na brodu, na terminalu ili su prikačene za individualne kontejnere,

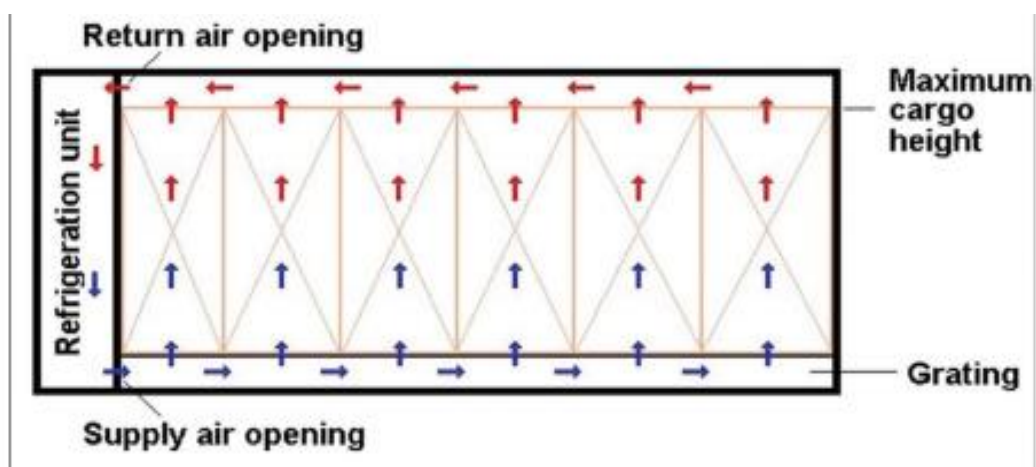
- Integralni rashladni kontejneri imaju integriranu rashladnu jedinicu, koja se uglavnom u današnje vrijeme napaja trofaznim električnim uređajem za napajanje [15].

2.4. RASHLADNI KONTEJNERI S INTEGRIRANOM RASHLADNOM JEDINICOM

Glavni tip rashladnih kontejnera koji se koriste danas su rashladni kontejneri koji imaju integriranu rashladnu jedinicu koja je fiksirana za krajnji zid kontejnera. Ovi kontejneri se pokreću korištenjem trofazne električne energije. Raniji modeli sa integriranom jedinicom na dizel nisu bili značajnije zastupljeni na tržištu [15]. Integrirani rashladni kontejneri su opremljeni svojom vlastitom rashladnom jedinicom. Ona se uglavnom oslanja na trofaznu električnu energiju. Hladan zrak teče kroz i oko tereta u kontejneru.

Hladni zrak se dovodi kroz rešetke na podu i zatim odvodi kroz strop kontejnera. Kružni ventilator zatim gura zrak kroz hladnjak zraka, koji također funkcionira kao isparivač u hladnom krugu zraka, i vraća ga natrag kroz rešetke do tereta (Slika 5.). U slučaju već zamrznute robe, zrak samo mora kružiti oko robe, budući da sama roba ne otpušta toplinu. Kada se transportira voće, zrak prolazi kroz njega jer voće, kao i povrće, generira toplinu unutar sebe koja mora biti otpuštena vani [15].

Slika 5. Protok zraka u rashladnim kontejnerima [7]



Kako bi se osiguralo da zrak može kružiti oko zamrznute robe bez prekida normalnog toka kruženja, unutrašnji zidovi kontejnera uglavnom sadrže žljebove (rebra). Dakle, čak i ako je roba postavljena direktno pored zida, zrak i dalje može kružiti kroz ove kanale i toplina koja dolazi izvana biva hlađena [15].

U suvremenim kontejnerima postiže se 30 - 40 promjena zraka po satu kada se transportira zamrznuta roba i oko 60 - 80 promjena po satu za transport voća. Diferencijalni tlak na kružnom ventilatoru (razlika u tlaku između strane tlaka i strane usisavanja) za normalno skladištenje je oko 1,59 - 3,33 kPa, ali su i druge vrijednosti moguće u ovisnosti od skladišta, frekvencije opskrbe energijom i stupnja otvorenosti poklopca svježeg zraka. Neki noviji modeli kontejnera imaju ventilatore promjenjive brzine, gdje se brzina utvrđuje po razlici temperature između dolaznog i odlaznog zraka. Roba mora biti uskladištena u kontejneru na način da protok zraka nije ugrožen. Na primjer, skladišteći robu preko crvene linije kapaciteta - maksimalna visina tereta (Slika 6.) sprječava se cirkulacija zraka, kao rezultat slobodnog prostora ispred vrata [15].



Slika 6. Maksimalna visina tereta u rashladnom kontejneru [7]

Kontejner se hladi prije punjenja samo u slučaju kada se puni pod vakumom (eng. „airlock“), npr. u hladnom skladištu kako bi temperatura izvan kontejnera bila ista kao i unutar njega. U suprotnom, kada se vrata predhlađenog kontejnera otvore, voda se kondenzira na zidove što može uzrokovati kasnije oštećenje tereta. Električni grijači koji se

koriste za grijanje kontejnera i za odmrzavanje hladnjaka zraka su također pozicionirani u hladnjaku. Ploča za sakupljanje vode (ukapljene) ispod hladnjaka zraka također je električno grijana [8].

2.5. HLAĐENJE TERETA TIJEKOM RASHLADNOG PROCESA

Teret u kontejneru može biti hlađen kontinuiranim rashlađivanjem. Vrijeme potrebno da se teret ohladi ovisi o prijenosu topline između tereta i zraka te o rashladnom kapacitetu koji je dostupan. Moderni rashladni uređaji imaju rashladni kapacitet od otprilike 5 do 6 kW u modu zamrzavanja pri -18°C . Ovisno o tipu kontejnera koji se koristi (20' /40'), od 1,5 kW do 2,6 kW je potrebno da bi se uklonila toplina koja ulazi kroz izolaciju. To ostavlja otprilike od 2,4 do 4,5 kW koji se mogu koristiti za hlađenje tereta.

Maksimalna brzina hlađenja se obično ne postiže, budući da je toplina prenesena s robe u zrak manja od rashladnog kapaciteta. To je posebno važno za zamrznuti teret i teret koji sadrži robu koja ne „diše“ (sve osim voća i povrća) gdje se roba uglavnom pakira koristeći metodu četvrtastog skladištenja, gdje zrak cirkulira samo oko robe, a ne između kutija. Ako zrak nije dovoljan da prenese rashladni kapacitet na teret, to znači da zbog brzo ohlađenog zraka postoji visok kapacitet hlađenja, ali samom teretu treba puno duže da se rashladi [15].

2.6. PRINCIPI NASTANKA DUŠIKA

Odvajanje plinova membranama za odvajanje dušika iz zraka je dostupno od sredine 1980-tih godina. Prve membrane su bile spiralne, no danas se koriste membrane od rupičastog materijala. To omogućava najveću moguću površinu za odvajanje plina u najmanjem prostoru. Membrana se sastoji od polimera s različitim stupnjevima propuštanja za različite plinove. Načelno, membrana je propusna za sve plinove, ali oni kroz nju prolaze različitim brzinama. Najprije kroz membranu prodire vodena para, zatim ugljikov monoksid, kisik i na kraju dušik. Ovo načelo zove se selektivnost i temelji se na djelomičnoj razlici u tankovima plinova na različitim stranama membrane. Učinak je vidljiv u odvajanju dušika, gdje se kisik može odvojiti iz komprimiranog zraka. Nadalje, više temperature membrane povećavaju stupanj propusnosti, tako da danas korištene membrane rade na višim

temperaturama kako bi napravile najveći mogući učinak sa što manjom površinom. Istovremeno, selektivnost između kisika i dušika opada pri porastu temperature, npr. efikasnost je smanjena gledajući volumen komprimiranog zraka koji se koristi. Taj efekt nije značajan za membrane koje imaju visoku selektivnost. No, ako selektivnost membrane bude ograničena time, nema smisla da se aktivira na višim temperaturama [15].

2.7. KONTROLIRANA ATMOSFERA U KONTEJNERIMA

Plin u kontejneru je najvažniji za uspješnu upotrebu kontrolirane atmosfere. Kisik može uvijek biti reduciran u kontejnerima koji propuštaju ako se doda dovoljno dušika, ali energija za proizvodnju dušika je ograničena (15 kW za rashladnu jedinicu i proizvodnju dušika sveukupno). Također, nemoguće je raditi sa povećanim propuštanjem iz kontejnera koji sadrže CO₂, iz razloga što velike količine dušika guraju van iz kontejnera velike količine ugljičnog dioksida nastalog od robe u kontejneru. Zbog toga je vrlo bitno da su kontejneri hermetično zatvoreni prije nego se koriste za transport u kontroliranoj atmosferi [15].

Glavni razlog za uspjeh kontrolirane atmosfere za relativno jeftine masovne proizvode kao što su banane je povećana plantažna proizvodnja (voće može duže stajati na stabljici, što povećava težinu ploda) i smanjeni gubitak (na hlađenim teretnim brodovima sa teretom od 8000 metričkih tona). Procjenjuje se da se oko 20 - 30% transporta u hlađenim teretnim brodovima prevozi u uvjetima kontrolirane atmosfere. Tehnologija prijevoza u kontroliranoj atmosferi prvo je razvijena za brodove koji prevoze hladni teret, a tek nakon toga je primijenjena na kontejnere.

Za kontejnere situacija je do sada bila drugačija zbog različitih uvjeta u kojima je tehnologija primjenjivana. U odnosu na broj prevezenih hlađenih kontejnera (oko 1,2 milijuna godišnje), broj onih prevezenih pod uvjetima kontrolirane atmosfere (oko 48000 do 54000) predstavlja samo oko 4 - 4,5% [15].

3. POSTUPCI PRI UKRCAJU TERETA

Općenito tijekom rukovanja i prijevoza hlađenih tereta potrebno je:

- slijediti upute o načinu hlađenja tereta,
- pratiti razinu plinova (kada se zahtijeva kontrolirana atmosfera),
- odstraniti sve nametnike iz bokoštitnica i podnica,
- slagati teret tako da se osigura optimalna ventilacija,
- učvrstiti teret ako je potrebno.

Pripremu kontejnera i slaganje robe u kontejner nadzire krcatelj. Odgovorni časnik nadzire rad rashladnog sustava kontejnera tijekom prijevoza morem [10]. Prije ukrcaja tereta potrebno je:

- provjeriti čistoću,
- vlagu u skladištu,
- izolacijski materijal,
- podlaganje,
- testiranje opreme hlađenja,
- testiranje kontrolne i mjerne opreme,
- predhlađivanje skladišta (4 – 24 h) prije ukrcaja,
- pregledati prekrcajnu opremu,
- pripremiti plan ukrcaja [10].

Slaganje tereta se odvija ovisno o vrsti tereta. Potrebno je paziti na ventilacijske otvore i prolaze te osigurati teret od pomicanja. Briga o teretu tijekom prijevoza odnosi se na održavanje potrebne temperature, provjeravanje atmosfere unutar skladišta (O₂, CO₂), kontroliranje vlage, ventiliranje skladišta i pregled tereta tijekom putovanja. Slaganje različitog hlađenog i smrznutog tereta važno je s obzirom na vrste generalnih i specijalnih tereta te njihova svojstva, kako se ne bi dogodile štete na teretu uslijed pomicanja tereta, neodržavanja pravilne temperature, vlage ili manjka iskrcanog tereta [10].

3.1. DOVOD HLADNOG ZRAKA U SUSTAV TERETA

Posebni brodovi s otvorima za dovod hladnog zraka su opremljeni rashladnim jedinicama koje su fiksno instalirane ispod palube koji opskrbljuju spremnike s hladnim zrakom. Pojedinačni rashladni kanali se koriste za opskrbu hladnim zrakom i do 48 rashladnih spremnika te su raspoređeni horizontalno i vertikalno. No zapravo, samo se vertikalni postav koristi. Vertikalni je bolje prilagođen za rukovanje na palubi, jer omogućuje jasnu podjelu kontejnera i temperature [15].

U rashladnom, fiksno instaliranom sustavu na brodu, toplina se odvodi iz kontejnera s rashladnim otvorima putem fiksnih kanala u sustavu za hlađenje. Okomiti otvori za hlađenje su podijeljeni u dva kanala (dovodni i povratni kanali za zrak). Dovodni kanal za zrak povezan je s nižim otvorom u krajnjem zidu kontejnera preko prekidača i spojke. Hladni zrak struji kroz ovaj vod u kontejner ispod rešetke, kroz teret, a zatim ponovno iznad tereta kroz gornji otvor putem spoja na povratni zračni kanal. Zagrijani zrak se odvodi kroz povratni kanal zraka pomoću ventilatora do rashladnog uređaja, a potom ohlađen ide natrag u dovodni zračni kanal pomoću ventilatora [15].

Temperatura je ovdje kontrolirana podešavanjem trostranog ventila u krugu s hladnom vodom. Budući da su instalirane rashladne jedinice relativno velike, kontejneri s otvorima za zrak mogu postići veću efikasnost od integralnih kontejnera. Za hlađenje kontejnera sa otvorom u lukama koriste se brojne fiksne rashladne jedinice. Svaka od krovnih jedinica može hladiti dva kontejnera, gdje je jedan postavljen na svakoj strani jedinice. Postavljanjem nekoliko ovakvih jedinica jedne na drugu omogućava skladištenje kontejnera jedan iznad drugog [15].

Kada se transportira teret koji diše (proces respiracije, biotička aktivnost), npr. voće i povrće, ugljični dioksid i etilen koji se otpuštaju iz robe moraju biti odstranjeni iz kontejnera. U tu svrhu kontejneri imaju zaliske (poklopce) kroz koje svježi zrak ulazi u kontejner i kroz koje zrak može izaći iz kontejnera. Ova razmjena svježeg zraka je uzrokovana različitim tlakom između kružnih ventilatora, npr. svježi zrak se uvlači u usisnu stranu ventilatora i izbacuje na tlačnoj strani. Količina svježeg zraka dopremljenog u kontejner po satu nije veća od dvostruke zapremine kontejnera. Ipak, to u velikoj mjeri ovisi o razlici u tlaku na ventilatorima i također o načinu na koji se teret skladišti u kontejner.

Uređaj koji se koristi za kontroliranje dopremanja svježeg zraka je posebno prilagođen kompaniji koja ga koristi [15].

3.2. ČIŠĆENJE I VENTILIRANJE

Održavanje skladišta se odnosi na:

- suho čišćenje (metenje) koje mora biti oprezno izvedeno radi podizanja prašine,
- pranje vodom i deterdžentima koje također mora biti oprezno radi povećanja vlage,
- uklanjanje mikroorganizama i mirisa (dezinficiranje i deodoriranje).

Kod prijevoza voća kao što su naranče, mandarine i limun specifično je da emitiraju mirise, dok npr. jaja i maslac upijaju mirise. Potrebna je ventilacija skladišta odnosno otvaranje grotla, prirodna i mehanička ventilacija te provjera izolacije skladišta [10]. Kako se u hladnjačama prevozi hrana koja je namijenjena ljudima mora se izuzetno dobro voditi računa o njihovoj čistoći, odnosno svi predjeli moraju biti temeljito očišćeni, suhi i bez mirisa. Čišćenje i ventiliranje najčešće ovisi o prethodnom i sljedećem teretu.

Kako postoje mnogi preduvjeti o kojima treba voditi računa može se jasno reći da skrb o hladnjačama započinje jedan dan prije ukrcaja, pri čemu je svejedno radi li se o pripremi za prijevoz hladnog, hlađenog ili smrznutog tereta [14].

Ako to vrijeme dozvoli, potrebno je brisanje prašine i ako pranje nije moguće iz bilo kojeg razloga. Prašina se formira u plijesan koja može kontaminirati teret. Budući da su sve rešetke pune malih rupa za slobodnu cirkulaciju zraka, treba ih podići za vrijeme pomicanja, a prostor ispod treba temeljito očistiti. Rešetke se ne podižu prilikom svakog putovanja (posebno ako se prevozi isti teret) već se moraju podići kada je to potrebno. Ako su vrlo prljave, nakon čišćenja prašine moraju se oprati. Količina vode koja se koristi za pranje treba biti svedena na minimum. Za to postoji nekoliko razloga, primjerice previše vode može oštetiti izolaciju koja u nekim slučajevima može apsorbirati vlagu, pa je za to potrebno duže razdoblje sušenja. Najbolje je koristiti stroj visokog tlaka koji omogućuje regulaciju vode kao i njenu disperziju. Ovisno o nakupljanju prašine, nečistoća i neugodnih mirisa, treba

uzeti u obzir odgovarajuće deterdžente. Preporučuje se koristiti tekući sapun ili kemikalije koje treba miješati s vodom i posebno su proizvedene za tu svrhu [14].

Voće i povrće zahtijeva da se u skladište tereta dovede svježi zrak. Za ovu primjenu koristi se sustav za obnovu zraka, podijeljen na jedan ili više sustava po skladištu tereta. Sustav obnove zraka može se osigurati:

- mehaničkim dovodom prirodnog ispuha,
- prirodnim dovodom mehaničkog ispuha,
- mehaničkim dovodom mehaničkog ispuha.

Kapacitet sustava za obnavljanje zraka omogućava 2 - 4 promjene zraka na sat. Ventilatori su obično opskrbljeni motorom s dvije brzine. Puni kapacitet koristi se kad brod prevozi banane u kojima je promjena svježeg zraka između 2 i 4 puta na sat. Kada se prevozi drugo voće, ventilatori rade na pola brzine, pa je promjena svježeg zraka manja od 2 puta na sat. Jedinica za obnavljanje zraka opremljena je ručnim prigušivačima kako bi se omogućilo fino podešavanje svježeg zraka. Ventilatori za opskrbu i odvođenje opremljeni su s dva motora, koja opskrbljuju teretni prostor količinom svježeg zraka koja odgovara 4 obnove zraka na sat (za prijevoz banana) ili, u pola brzine, količinom koja odgovara dvije obnove zraka na sat (za prijevoz voća) [14].

3.3. INSPEKCIJA I PROVJERA PROSTORA I DOKUMENTACIJE

Krcatelj je dužan prije početka ukrcaja dostaviti sve podatke vezane za pripremu brodskih skladišta, prihvata, prijevoza i iskrcaja tereta. U slučaju bilo kakve nejasnoće zapovjednik je dužan zatražiti pojašnjenja u pisanom obliku i tražiti potvrdu o ispravnosti planirane radnje. Prije prihvata tereta zapovjednik broda će ishoditi potvrdu od ovlaštene osobe kojom se potvrđuje da su skladišni prostori u zadovoljavajućem stanju, te utvrđuje da je sustav hlađenja ispravan. Rashladni kontejneri prije ukrcaja također moraju biti pregledani i certificirani. Brodar mora pokazati usuglašenost sa zahtjevima prijevoza tereta. Sve potvrde o usuglašenosti se moraju čuvati u slučaju bilo kakvog zahtjeva od primatelja tereta zbog štete na teretu [10].

Rashladne jedinice danas se kontroliraju i reguliraju uz pomoć elektroničkih kontrolnih jedinica. Ovisno o karakteristikama uređaja izvršavaju zadatke različitog stupnja kompleksnosti. Međutim, mora se ukazati na to da su upravo kontrolne jedinice vrlo često uzrok problema. Mnogo štete na hladnjacima uzrokovano je neispravnim jedinicama za kontrolu ili perifernim uređajima povezanih njima (npr. senzori). Kontrolne jedinice zbog toga moraju biti dizajnirane da budu što su robusnije moguće, kao i da budu u mogućnosti da podnesu prevlađujući vanjske utjecaje u obliku topline, hladnoće i vlage (Slika 7.) [15].



Slika 7. Jedinice koje su prenosive i pričvršćuju se na kontejner [1]

4. HLAĐENI TERETI

Početak 1980-tih godina, količina hlađenih proizvoda prevezenih morem je umjereno rasla. Glavni hlađeni proizvodi su banane, meso, limun, riba i sezonsko voće. Najveći rast u apsolutnim iznosima postigle su banane i meso, koji i inače imaju veliki udio na tržištu. Odnos određenih proizvoda prevezenih morem u usporedbi s ukupnom prevezenom količinom istih proizvoda značajno varira. Banane se gotovo uvijek prevoze morem (99%), dok je postotak limuna prevezenih morem 52%, sezonskog voća 48% i mliječnih proizvoda 41% [15].

Hlađeni tereti koji se prevoze morem se općenito prema temperaturama mogu podijeliti na:

- pothlađene terete (temperature od $-1,8^{\circ}\text{C}$ do $+13^{\circ}\text{C}$),
- smrznute terete (temperature -18°C) i
- duboko smrznute terete (temperature do -30°C),

Najčešći hlađeni tereti su:

- voće,
- povrće,
- meso,
- riba,
- mliječni proizvodi i prerađevine

Za prijevoz navedenih kategorija tereta mogu se koristiti i rashladni kontejneri [10]. Na Slici 8. prikazan je rashladni kontejner te otvori za isporuku i povratak zraka na rashladnoj jedinici.



Slika 8. Otvori za isporuku i povratak zraka na vanjskoj jedinici [12]

Temperature se uglavnom mjere za evidenciju u slučaju zahtjeva za nadoknadu štete. Za registraciju izmjerene temperature koriste se kružni temperaturni grafikoni koji uglavnom pokrivaju period od 31 dana. Part Low je jedan od glavnih proizvođača ove vrste mjerača i zbog toga se ovi grafikoni obično nazivaju i Part Low grafikoni. Temperatura povratnog zraka se uglavnom mjeri ovim grafikonima. Kako ovi kružni temperaturni grafikoni više ne zadovoljavaju EU standarde, mjerači se rijetko ugrađuju u nove kontejnere zato što predstavljaju značajan trošak. Zbog napretka u tehnologiji, svi novi kontrolori su osposobljeni uređajima za memoriranje mjerene vrijednosti na temperaturne monitore (eng. *data loggers*). Trajanje čuvanja podataka je više od jedne godine.

Uporaba kontrolirane atmosfere je posebno rasprostranjena u transportu masovnih hlađenih proizvoda koji se ipak još uvijek prevoze u brodovima hladnjačama. Ovo je posebno važno u transportu banana koji čini oko 30% hlađenog transporta morem i od čega se oko 60 - 80% trenutačno prevozi pod uvjetima kontrolirane atmosfere u skladištima brodova hladnjača. Prema tome, sve velike kompanije koje prevoze banane danas koriste ovu tehnologiju. Brodovi hladnjače se koriste i za transport jabuka i koštunjavog voća pod uvjetima kontrolirane atmosfere. Glavna prednost korištenja kontrolirane atmosfere je poboljšanje kvalitete namirnica [15].

4.1. VOĆE

Voće se u smislu prijevoza morem dijeli na:

- koštuničavo voće (jabuke, kruške, breskve, nektarine, marelice, trešnje i sl.)
- agrume ili citrusne (limun, naranča, grejp, mandarine)
- tropsko voće (ananas, banane, avokado, papaja) [13]

4.1.1. KOŠTUNIČAVO VOĆE

Jabuke se isporučuju u pretklimakterijskoj fazi (prije dozrijevanja). Prenosive su ako nemaju kvarenja, oštećenja, modrica i nenormalne vlage. Osim toga, moraju biti bez bolesti i štetočina. Da bi se utvrdio stupanj zrelosti plodova, tvrdoća pulpe mjeri se testerom tlaka

koji uključuje pritiskanje cilindričnog čeličnog klipa u pulpu. Maksimalni tlak očitava se u kilogramima. U pretklimakterijskoj fazi očitavanje za većinu sorti jabuka leži između 18 i 20 kilograma. Tijekom zrenja tvrdoća se smanjuje za 5 - 6 kilograma [13].

Također se provode mjerenja temperature središta ploda, kao i kod agruma. Mogu se čuvati između 1 i 6 mjeseci, ovisno o sorti i stupnju zrelosti. U uvjetima kontrolirane atmosfere vrijeme prijevoza i skladištenja se može produžiti i do 8 mjeseci [13].

Uvjeti kontrolirane atmosfere za prijevoz jabuka su:

- temperatura 1,1 – 4,4°C,
- relativna vlažnost 90 - 95%,
- razina kisika 2 - 3%,
- razina ugljikovog dioksida 1 - 2%.

Temperature prijevoza u rashladnim kontejnerima za sorte koje nisu osjetljive na hladnoću kreću se između -1 i 2°C, dok su za sorte osjetljive na hladnoću između 2 i 5°C. Pretjerano brzo hlađenje izaziva unutarnji kvar jabuka pa temperatura dovodnog zraka ne smije biti ispod -1°C. Što se tiče ventilacije, preporuča se cirkulirajući zrak, 40 - 60 cirkulacija na sat uz neprekidni dovod svježeg zraka [13].

Jabuke se prevoze u sanducima i kutijama (Slika 9.). Spojene kutije su jake i izrađene su od drva bez smole (standardne kutije od mekog drva) radi sprječavanja prenošenja mirisa na plodove. Težina i dimenzije paketa su uglavnom promjenjive [13].



Slika 9. Jabuke u kartonskim kutijama za transport [16]

Kod breskvi i nektarina važno je naglasiti da se prevoze poluzrele. Zreli plodovi sa potpunom bojom i aromom nisu pogodni za ukrcaj jer su skloniji truljenju i ne mogu podnijeti duže vrijeme prijevoza. Ako je koža suha, voće se četka, pere i suši na zraku. Ako se voće stavi u hladnjak bez čišćenja, ono se nakon toga ne može četkati jer vlažna koža inače može biti oštećena. Breskve s oštećenom kožom ili plijesni, čudnog mirisa i okusa ne smiju se ukrcati jer bi to rezultiralo truljenjem i kvalitetnog voća [13].

U uvjetima sa kontroliranom atmosferom primjenjuje se sljedeće:

- temperatura od 0.6 - 1.7°C,
- relativna vlažnost 90 - 95%,
- razina ugljikovog dioksida 5%,
- razina kisika 2%.

U rashladnim kontejnerima temperatura za prijevoz ovog voća se kreće od -1 do 3°C, a relativna vlažnost mora biti 90 - 95%. Vrijeme skladištenja i prijevoza, ovisno o temperaturi, kreće se između 14 i 40 dana. Opskrba svježim zrakom određuje se u skladu s udjelom CO₂ u zadržanom zraku i treba ga prilagoditi tako da se ne premaši dopušteni udio CO₂ od 0,5 vol.%. Uvjeti preporučene ventilacije su isti kao za jabuke (40 - 60 cirkulacija zraka/h). Breskve je potrebno prethodno ohladiti nakon berbe kako bi se spriječilo ili odgodilo bilo kakvo propadanje kvalitete. Prije krcanja također treba prethladiti spremnike ili skladišta. Pakiraju se u količinama 7 - 10 kg u ravne jednoslojne drvene sanduke za voće s posebno oblikovanim umetcima od plastike ili papira (Slika 10.). Zbog osjetljivosti na gnječenje i udarce s voćem se mora postupati s posebnom pažnjom. Paketi moraju biti osigurani na način da se međusobno ne oštete. Neodgovarajuće hlađenje ili pretjerano dugo skladištenje mogu dovesti do kvarenja, gubitka arome, brašnasto-suhe konzistencije i sl. Ako je skladištenje pretjerano dugo, plod počne smeđiti od unutrašnjosti prema van, što nije vidljivo izvana [13].



Slika 10. Kutije za breskve s posebno oblikovanim umetcima [17]

4.1.2. AGRUMI

U skupinu agruma, koji se uglavnom uzgajaju u suptropskim krajevima, ubrajaju se naranče, limun, grejp, mandarine i limeta [13].

Prije ukrcaja potrebno je obaviti pregled voća što uključuje:

- Dodatno dozrijevanje zelenog ili nezadovoljavajuće obojenog voća, kako bi se postigla boja koja je pogodna za uvjete prodaje.
- Uklanjanje prljavštine, prašine, plijesni, ostataka i prskanje protiv insekata.
- Dorada citrusa koji ne razviju tipičnu boju, u kadi s bojom pri temperaturama od 45 - 50°C. Voće tretirano na ovaj način mora biti označeno žigom (dodana boja).
- Premazivanje slojem voska i obrada konzervansima i označavanje u skladu s tim.
- Ocjenjivanje plodova prema veličini (mjerjenje), boji i drugim vanjskim značajkama.
- Brojanje, vaganje i pakiranje.
- Označavanje svakog paketa s podacima o broju voća, kvaliteti, sorti i podrijetlu.
- Skladištenje do otpreme u hladnjačama [13].

Premazivanje voskom je potrebno radi održavanja arome i težine jer se tijekom postupaka pranja gubi prirodni sloj voska (Slika 11.). Vosak koji se prska na koru samo djelomično zatvara pore tako da voće i dalje može disati. Tijekom ukrcaja moraju se provoditi kontinuirana mjerenja temperature pulpe. Temperatura nikad ne smije biti manja od 4°C ili veća od 25 - 30°C, jer su izvan ovog raspona narušeni vijek skladištenja i izgled voća. Plodovi koji se probuše za mjerenje temperature pulpe moraju se odbaciti jer bi se brzo pokvarili i zarazili drugo voće, a sva mjerenja se moraju zabilježiti. Ovisno o vrsti i sorti, svi agrumi su vrlo osjetljivi na hladnoću. Grejp, limun i limeta osjetljiviji su na oštećenja od hlađenja nego naranče i mandarine, a kasne sorte su više osjetljive na temperaturu od ranih sorti. Iako naranče mogu podnijeti temperaturu od 5°C, one vrste koje su više osjetljive na temperaturu nikada ne treba isporučivati ispod 10°C. Zeleni agrumi zahtijevaju veću temperaturu prijevoza od žutih; što je veći sadržaj kiseline u plodu, to je veća njegova osjetljivost na hladnoću [13].

Oštećenja od hlađenja očituju se u obliku mrlja na kori (smeđe točkice na kori), popraćenih gorkim okusom i neugodnim mirisom, truleži i propadanjem stanične stijenke. Sjajni sjaj se gubi, a albedo sloj (unutarnji sloj kore), koji je normalno bijel, poprimi tamnu boju. Ozbiljnost oštećenja od hlađenja određuje se ne samo u mjeri u kojoj je temperatura pala ispod granice, već i duljinom izlaganja toj temperaturi. Oštećenja od hlađenja uglavnom se ne javljaju u hladnjačama, već prije hlađenja ili nakon napuštanja hladnjača. Pretjerano brzo zagrijavanje rashlađenog voća dovodi do kondenzacije i kvarenja [13].

Naranče se, ovisno o vrsti, prevoze na temperaturi 6 - 10°C , pri relativnoj vlažnosti 85 - 90%. U uvjetima kontrolirane atmosfere primjenjuje se:

- temperatura od 1,1 – 7,2°C,
- relativna vlažnost 85 - 90%,
- razina kisika 10%,
- razina ugljikovog dioksida do 5% [13].

Dodatak svježeg zraka izuzetno je važan jer agrumi mogu početi fermentirati u roku od nekoliko sati zbog anaerobnog disanja (što rezultira potpunim gubitkom ploda). Ako nema dovoljno ventilacije, može doći do oštećenja kao što su gorki okus i ljuštenje. Preporučeni uvjet ventilacije je cirkulirajući zrak, 40 - 60 cirkulacija na sat uz neprekidni dovod svježeg zraka [13].

Naranče se uglavnom prevoze u kartonima, standardnim kutijama, polukutijama i voćnim sanducima napravljenim od valovitog kartona ili drva. Ponekad se prevoze i u mrežastim vrećama. Kontejneri moraju biti prethlađeni prije ukrcaja [13].



Slika 11. Premazivanje naranči voskom [18]

Limuni se također ukrcavaju u prethlađena skladišta i kontejnere. Temperatura pri prijevozu se kreće 10 - 14°C . Budući da je sadržaj vode u limunu oko 90% postotak vlage se mora kretati između 85 - 90%, dok su uvjeti ventilacije isti kao i za naranče [13].

U kontroliranoj atmosferi primjenjuje se sljedeće:

- temperatura od 10 – 12,8°C,
- relativna vlažnost od 85 - 90%,
- razina kisika 5%,
- razina ugljikovog dioksida 5 - 10%.

Limuni se prevoze u kutijama i kartonima. Važno je zaštititi limune od vlage (morska voda, kiša, kondenzacija, snijeg), jer vlaga posebno potiče nastanak zelene i plave plijesni i crne truleži [13].

4.1.3. TROPSKO VOĆE

Banane za transport moraju biti čiste, svjež, bez stranih mirisa i okusa, bez abnormalne vlage i neoštećene. Boja plodova treba odgovarati prvom stupnju zrelosti tj. moraju biti zelene. Uz to, ne smiju imati trulež ni mehanička oštećenja. Ruke radnika se

moraju tretirati fungicidnom pastom kako bi se spriječilo truljenje stabljike i druge moguće bolesti [13]. Prilikom prijevoza banana potrebno je osigurati stalnu temperaturu (Slika 12.). Obično se prevoze na temperaturi od oko 13°C, pri relativnoj vlažnosti od 80 - 95%, a maksimalno vrijeme skladištenja i prijevoza je do mjesec dana [13].

U uvjetima kontrolirane atmosfere primjenjuju se sljedeći parametri:

- temperatura 13,9 – 15,6°C,
- relativna vlažnost 85 - 95%,
- razina kisika 2 - 5%,
- razina ugljikovog dioksida također 2 - 5% [13].

Banane se pakiraju u perforirane kutije od stabilnog valovitog kartona s perforiranom oblogom od plastične folije. Dva reda od oko 8 - 10 grozdova postavljaju se u dno kartona i prekrivaju zaštitnim materijalom za pakiranje, zatim još dva reda od 6 - 8 grozdova. Kartonske kutije imaju perforacije kako bi se osigurao pravilan protok zraka za hlađenje oko banana. Tijekom punjenja moraju se provoditi temperaturna ispitivanja. Testne banane mjere se pulpnim termometrom. Banane mogu biti previše ohlađene usred hladnih noćnih temperatura (<14°C) ili tijekom olujnih nevremena. Ako je temperatura pulpe banana viša od dnevne temperature (>30°C), one su možda već dostigle vrhunac, npr. transportiranjem u luku bez hlađenja ili izlaganjem suncu [13].

Pothlađivanje banane očituje se neprivlačnom bojom kože (ružičasto-smeđe, smeđe pruge ispod gornjeg sloja kože). Plod gubi sposobnost sazrijevanja, a pulpa postaje tvrda i suha i ima čudan okus. Sazrijevanje više nije moguće čak ni u skladištu za zrenje. Prekomjerno visoke temperature čine meso banane kašastim, tako da se lako stvaraju tzv. modrice na plodu, brže se pokvare, razviju nezanimljiv okus i odvoje se na krajevima kože [13].



Slika 12. Ukrcaj banana u hladnjaču [19]

Ananas namijenjen otpremi bere se dok je zelen, oni namijenjeni neposrednoj konzumaciji beru se u poluzrelom stanju, a oni koji su namijenjeni za konzerviranje u zreloom stanju. Za prijevoz može biti odobreno samo zdravo voće s fungicidnom pastom na odrezanoj stabljici. Ananas koji se prije prijevoza nagrize, mora se odbaciti jer počinje vrlo brzo truliti. Ananas koji pati od staklenog kvarenja (proziran izgled) neprikladan je za transport, jer brzo razvija vinski okus zbog fermentacije i ima povećanu osjetljivost na površinske plijesni. Ananas s više od 20% staklenosti predstavlja transportni rizik.

Voće se može ispitati na staklenost kako slijedi:

- Hidrometar za ananas: ovaj uređaj razvijen je za očitavanje razlika između ananasa koji pokazuju blagu, srednju i jaku staklenost. Sastoji se od lakog okvira, koji drži plod u uspravnom položaju. Ananas koji se ispituje unosi se zajedno s okvirom u vodenu kupelj; stupanj staklenosti određuje se iz dubine uranjanja. Okomiti indikator smješten na okviru označava stupanj staklenosti.
- Način dodirivanja prstima: izvodi se dodirivanjem debelog kraja ploda. Različiti stupnjevi stakla stvaraju različite tonske rezonancije. Međutim, za to je potrebno puno iskustva i dobar sluh.
- Način rezanja: određivanje staklenosti rezanjem nasumično odabranog uzorka pod pravim kutom na jezgru ploda, tako da se staklenost jasno vidi.

Ovisno o stupnju zrelosti temperatura prijevoza se kreće:

- za zelene plodove 10 - 12°C (relativna vlažnost 85 - 90%),

- za poluzrele plodove 7 - 10°C (relativna vlažnost 85 - 90%),
- za zrele plodove 4.5 - 7°C (reativna vlažnost nije navedena).

U uvjetima kontrolirane atmosfere primjenjuju se sljedeći parametri:

- temperatura 7,2 - 10°C,
- relativna vlažnost 85 - 90%,
- razina kisika 5%,
- razina ugljikovog dioksida 10%.

Ananas se pakira u kartonske kutije, sanduke i voćne sanduke (Slika 13.), od kojih su najpoznatije tzv. „japanski vrt“ kutije. Ove kutije, koje su na vrhu i na bočnim stranama perforirane, svaka sadrže npr. dva umetka sa po šest ćelija za ukupno 12 komada voća [13].



Slika 13. Ananas spreman za transport [20]

4.2. POVRĆE

Danas se morem prevoze različite vrste povrća kao što su: krumpir, mrkva, krastavci, češnjak, paprike, rajčice, šparoge, artičoke, luk i sl. Pored ovih vrsta povrća koje se prevozi svježe, morem se prevozi i suho povrće kao što su: leća, suhi grah, grašak i sl [13]. U ovom poglavlju obrađeni su uvjeti za prijevoz krumpira, mrkve i rajčice.

Krumpir pri utovaru mora biti potpuno zreo, čvrste kože, neoštećen, ne smije biti zelen, mokar ili zaprljan, bez ostataka zemlje (patogena trulež), organskih sastojaka i

kamenja (inače nema dovoljno prostora za prozračivanje između gomolja). Neophodno je također utvrditi da je krumpir uskladišten u određenom razdoblju nakon žetve (sušenje i zarastanje rana) i da se ne utovaruje iz tla, dok je još vlažan [13].

Nakon žetve, razlikuju se tri razdoblja:

- razdoblje sušenja (1 - 2 dana nakon berbe): gomolji se moraju odmah nakon žetve osušiti kako bi se omogućili povoljni uvjeti za naredno razdoblje zarastanja rana i onemogućila patogena trulež. Sušenje u slučaju skladištenja u hrpama mora se izvesti s najvećom mogućom količinom zraka ($50 - 100 \text{ m}^3/\text{h}$) pri temperaturama $2 - 3^\circ\text{C}$ ispod temperature skladištenja, iako temperatura krumpira ne smije pasti ispod 8°C . Ako su gomolji prekriveni vodom, dolazi do iscrpljivanja kisika, što rezultira rizikom brzog truljenja. Ako se svježe ubrani krumpir stavi u skladište izravno s polja, prvo ga se mora neprekidno ventilirati 36 sati, kako bi se osušio.
- Period zacjeljivanja rana: ozlijeđena područja su zaštićena od prodiranja mikroorganizama koji potiču truljenje postupkom suberioze, za koji se moraju osigurati temperature od $12 - 16^\circ\text{C}$ i relativne vlažnosti od $85 - 95\%$. U slučaju smanjenja kisika i udjela $\text{CO}_2 > 0,5\%$, potiskuje se disanje i samim time zacjeljivanje rana i potiče se pojava truleži.
- Period hlađenja: Tamo gdje je temperatura niska, krumpir se može zagrijati za otprilike $0,25^\circ\text{C}$ dnevno zbog procesa disanja. Kako bi se gubici disanja i transpiracije zadržali na najnižim mogućim temperaturama, temperature od 4 do 6°C i relativna vlaga od 90 do 95% smatraju se najboljim za ovo razdoblje. Snižavanje temperature do temperature putovanja mora se odvijati postupno i ne više od $0,5 - 1,0^\circ\text{C}/\text{dan}$ [13].

Pri gore navedenim temperaturama vrijeme skladištenja i prijevoza krumpira je oko 10 mjeseci. Na trajanje skladištenja i prijevoza krumpira ne može se bitno utjecati primjenom prijevoza u uvjetima kontrolirane atmosfere [13].

Krumpir se uglavnom prevozi u širokim mrežastim vrećama, ali ponekad se prevozi i u perforiranim plastičnim vrećama, gajbama, kartonima i košarama. U slučaju krumpira utovarenog u vreće, visina slaganja do osam vreća je poželjna kad je to moguće (max. visina snopa: 12 - 13 vreća), kako bi se osiguralo odgovarajuće prozračivanje tereta. Iz tog razloga treba predvidjeti i „ventilacijske rovove“ tj. prostore za ventilaciju koji moraju biti zaštićeni

od mogućih blokada klizanjem vreća. Ako se krumpir utovari u kutije ili kartonske kutije, one moraju biti raspoređene tako da se popunjavaju razmaci između paketa ili paleta da se spriječi proklizavanje ili prevrtanje. Preporučeni uvjeti ventilacije su 60 - 80 cirkulacija zraka/sat (izmjena zraka uz neprekidni dovod svježeg zraka) [13].

Krumpir se najbolje prevozi s udjelom kisika od 16 do 18% i s udjelom ugljičnog dioksida od 2 do 3%. Opskrba kisikom mora biti osigurana aktivnom ventilacijom, jer manjak kisika (udio O₂ zadržanog zraka <6 vol.%) dovodi do pojave anaerobnog disanja i fermentacije. Ako je ventilacija bila neadekvatna ili nije uspjela zbog oštećenja, može doći do opasnih koncentracija CO₂ ili nedostatka O₂. Stoga, prije nego što bilo tko uđe, mora se prozračiti skladište i izvršiti mjerenje plina. Pri temperaturi manjoj od 3°C, krumpir postaje sladak i gubi svoj okus (oštećenje od hlađenja), dok se na temperaturama od -2 do -3°C smrzava. S druge strane, povišena razina topline i vlage potiče truljenje i klijanje. Dakle, temperature veće od 12°C dovode do povećanja intenziteta disanja, a pri temperaturama od oko 40°C gomolj je oštećen. Tijekom relativno dugog razdoblja prijevoza, krumpir može izgubiti 10 - 15% težine zbog procesa disanja i oslobađanja vodene pare [13].

Mrkva pri ukrcaju mora biti:

- bez mehaničkih oštećenja i insekata,
- jednolike boje (gornji dio korijena ne smije biti zelene boje) i oblika,
- ne smije biti gorkog okusa ili drvene teksture [13].

Temperatura za prijevoz mrkve se kreće od 0 - 2°C pri relativnoj vlažnosti 95%, uz stalni dovod svježeg zraka. Dovodni zrak nikada ne smije biti ispod 0°C, jer u protivnom postoji opasnost od oštećenja prilikom hlađenja. Trajanje skladištenja i prijevoza mrkve ne može se znatno produljiti primjenom prijevoza u kontroliranoj atmosferi. To samo smanjuje rizik da mrkva postane gorka zbog nastanka plina etilena. Mrkva se pakira u sanduke, voćne sanduke, vreće, plastične vrećice ili mreže (Slika 14.). Sadržaj pojedinačnih pakiranja varira, ovisno o vrsti, od 500 g (vrećice) do 10 kg (kutije). Ponekad se teret paletizira. Ako je mrkva pakirana u plastičnu foliju, otvori za zrak su ključni. Plastična folija koja ne propušta vodenu paru uzrokuje mrkvi anaerobnu respiraciju, što zauzvrat rezultira znatnim narušavanjem kvalitete. Simptomi takvih oštećenja su mekane površine i nezanimljiv okus [13].



Slika 14. Slaganje mrkvi na paletu [21]

Rajčice, koje se beru kad su zelene, naknadno sazrijevaju pa dobivaju svoju crvenu boju (sadržaj likopena i karotena). Međutim, njihova se tipična aroma ne može potpuno razviti. Najbolje vrijeme za branje rajčice razlikuje se ovisno o namjeri korištenja (npr. trajanju prijevoza). Rajčice na otvorenom imaju veći sadržaj hranjivih sastojaka od rajčice u stakleniku [13].

Kvaliteta i prikladnost za prijevoz rajčice ocjenjuju se na temelju sljedećih kriterija:

- mora biti čista, svježa, neoštećena, bez stranih mirisa i okusa i bez abnormalne vlage,
- okrugle, glatke sorte moraju biti jednolike veličine i zrelosti,
- moraju biti čvrste konzistencije i bez tvrdih vrhova i nezrelih područja, bez praznih komora za sjeme [13].

Ovisno o sortama ovog povrća, temperatura prijevoza se kreće od 9-12°C.

U prijevozu sa kontroliranom atmosferom primjenjuje se sljedeće:

- zelene, nezrele rajčice se prevoze na temperaturi 12,8 – 14,4°C pri relativnoj vlažnosti 90 - 95%, postotak kisika se kreće 3 - 5%, bez ugljičnog dioksida,
- za ružičaste rajčice temperatura je 10 – 11,1°C, vlažnost jednaka kao i kod zelenih rajčica, razina kisika 3 - 5%, a razina ugljičnog dioksida 0 - 3% [13].

Teret i spremišta/kontejneri trebaju se prethodno hladiti prije utovara. Ako je temperatura pulpe manja od 10°C, dolazi do oštećenja hlađenjem, pri čemu je zelena rajčica

više izložena od zrelijih. Prehlađeni plodovi postaju mekani, njihova koža poprima smeđu boju i gube okus. Preporučeni uvjeti ventilacije su: cirkulirajući zrak, 40 - 60 cirkulacija/sat uz neprekidan dovod svježeg zraka. Kružni ventilatori moraju biti postavljeni na punu snagu. Opskrba svježim zrakom ovisi o udjelu CO₂ u zraku/spremniku koji bi trebao iznositi najviše 1 vol.%. Tijekom hlađenja proizvoda treba održavati relativnu vlažnost manjom od 80% kako bi se smanjila bilo kakva mogućnost napada plijesni zbog niske temperature putovanja. Nakon razdoblja smanjenja, relativnu vlažnost treba povećati na gornje granice (90%) kako bi se spriječilo isušivanje proizvoda i na taj način gubitak težine i kvalitete. Rajčice se pakiraju u otvorene i zatvorene voćne sanduke (sanduke za rajčice), kartone, pladnjeve i spojene kutije. Ponekad su pažljivo raspoređeni, ponekad nasumično upakirani. Slomljeni, oštećeni i vlažni paketi moraju se odbiti. Rajčica je osjetljiva na pritisak i udarce i zato se obično pakira s posebno visokim stupnjem zaštite od udara (npr. obloge od drvene vune) [13].

Za vrijeme plovidbe, rajčice se moraju skladištiti u dobro prozračenim uvjetima kako isparavanje ne bi dovelo do povećanja vlage iznad preporučenih vrijednosti, a zreli plinovi, kao što su ugljični dioksid i etilen, mogli bi se raspršiti. Da bi se osiguralo dobro provjetranje, jedinice za pakiranje trebaju biti postavljene uspravno i jedna na drugoj. U slučaju vodoravnog strujanja zraka u skladištu ili kontejneru, teret se treba slagati tako da se ostave vodoravni kanali koji su prohodni za zrak [13].

5. SMRZNUTI TERETI

Najčešći smrznuti tereti koji se prevoze morem su meso i riba, a osim njih to su još i smrznute prerađevine i koncentрати te smrznuto voće i povrće. Prevoze se na temperaturama nižim od 0°C, tj. ispod one razine na kojoj se zaustavlja razvoj mikroorganizama u takvim teretima, u posebnim rashladnim kontejnerima, tzv. *frigo* kontejnerima. Zamrzavanjem se zadržava kvaliteta smrznute hrane te se usporava većina enzimskih aktivnosti i oksidativnih procesa [21].

5.1. SMRZNUTO MESO

Smrznuto meso mora biti pravilno duboko zamrznuto pri utovaru. Meso koje nije na temperaturi osnovne jezgre je sklono kvarenju tijekom dugog putovanja. Tablica 1. prikazuje grubu procjenu odgovarajućih temperaturnih raspona. Temperature mogu odstupati od tih vrijednosti, ovisno o određenim uvjetima prijevoza [21].

Tablica 1. Meso u smrznutom stanju [11]

Vrsta mesa	Temperatura (°C)
Hlađeno meso	-1,5 do -2
Svinjetina bez kosti	-18 do -25
Govedina bez kosti	-18 do -25
Svinjske polovice	-15 do -20
Ovčetina	-18 do -25

Trajanje skladištenja različitih vrsta smrznutog mesa ovisi o temperaturi i relativnoj vlažnosti. Prije ukrcanja spremnici se moraju prethodno ohladiti na temperaturu od -18°C. Zamrznuto meso treba imati temperaturu jezgre od -18°C, tako da se aktivnost mikroorganizama zaustavlja, a procesi razgradnje enzima uvelike su potisnuti. Mjerenja temperature moraju se provoditi i bilježiti u redovitim intervalima. Zamrznuto meso spada

u klasu dobara u kojoj su procesi disanja obustavljeni, ali u kojima se još uvijek odvijaju biokemijski, mikrobni i drugi procesi razgradnje, koji se moraju uzeti u obzir [21].

Relativna vlaga u kontejneru treba se održavati ispod 95% kako bi se spriječilo presušivanje površine mesa te kako se izgled površine mesa ne bi narušio. Sublimacija se neprekidno odvija na površini smrznutog mesa, tj. vlaga vezana u čvrstom obliku izravno prelazi u plinovito stanje [21].

Preporučeni uvjeti ventilacije: cirkulirajući zrak, 6 cirkulacija/h bez dovoda svježeg zraka kako bi se osiguralo ujednačeno hlađenje svih dijelova tereta. Temperatura spremnika mora se stalno održavati jer promjene temperature mogu rezultirati rekristalizacijom, što znači porast kristala leda. Oštećenje odmrzavanjem nastaje u slučaju dužeg prekida zamrzavanja, što dovodi do zagrijavanja i ponovnog odmrzavanja proizvoda. Pri temperaturi od -62°C dostiže se "eutektička točka" (eng. „eutectic point“). Pri toj temperaturi sva voda u stanicama proizvoda se potpuno smrzne, a se sav mikrobni raspad zaustavi, tj. na temperaturama nižim od -62°C prehrambene proizvode moguće je transportirati ili skladištiti tijekom "beskonačnog" razdoblja bez gubitka kvalitete [21].

Smrznuto meso se transportira kao cijeli komadi, polovice ili četvrtine govedine, svinjetine ovaca i janjetine, a obično se pakira na sljedeći način:

- četvrtine govedine: u plastičnoj vrećici ili omotu (zaštitna obloga najčešće izrađena od jute),
- polovice svinjetine: u omotu,
- janjetina, cijeli komadi: u plastičnoj vreći i omotu,
- koštani dijelovi: zamotani u foliju, a zatim zapakirani u kartone [21].

Zaštitne obloge moraju biti čiste i suhe. Prekrivene i smrznute obloge od krvi siguran su znak neusklađenosti s potrebnim rashladnim lancem (privremena otapanja). Veličine ambalaže su tako odabrane da dimenzije pojedinačnih modula područja ili višekratnih modula područja odgovaraju uobičajenim veličinama paleta (800x1200 mm i 1000x1200 mm). Prerada mesa uključuje vrlo stroge kontrole i mjerenja kako bi se osiguralo da su sve faze prerade provedene higijenski. Stoga se svim tvrtkama za preradu mesa visoko preporučuje da se pridruže određenoj vrsti sustava sigurnosti hrane. Jedna od uobičajeno poznatih certifikata je kritična kontrolna točka analize opasnosti (HACCP). HACCP je

sustav koji identificira opasnosti i provodi mjere za njihovu kontrolu i do sada je međunarodno priznat kao najbolji sustav osiguranja sigurnosti hrane [21].

5.2. SMRZNUTA RIBA

Riba je brzo kvarljiva namirnica koja treba pravilno rukovanje i čuvanje ako je cilj osigurati joj dug rok trajanja i zadržati poželjnu kvalitetu i hranjivu vrijednost. Kvarljivija je od mesa, a to se može pripisati ne samo enzimima koji razgrađuju bjelančevine koji su još uvijek aktivni pri niskim temperaturama i velikom udjelu psihrofilnih mikroorganizama povezanih s ribama, već i niskom sadržaju vezivnog tkiva u ribama. U usporedbi s mršavom ribom (pastrva, bakalar, kolja), masne vrste riba (jegulja, haringa ili losos) imaju veću opasnost od kvarenja [22].

Riba se zamrzava brzim postupcima zamrzavanja, ponekad dok je još u ribarskim plovilima. Brzo zamrzavanje rezultira stvaranjem vrlo malih ledenih kristala koji, za razliku od velikih kristala, ne ruše stanične stjenke i na taj način ne rezultiraju gubitkom staničnih tekućina pri odmrzavanju (kapanje). Za ocjenu svježije ribe mogu se koristiti sljedeći kriteriji: neupadljiv miris, čvrsto i elastično meso, sjajna crvena boja škrge, svijetla i sjajna boja, sjajne crne zjenice [22].

Riba mora biti ispravno duboko zamrznuta prilikom utovara. Ako nije na željenoj temperaturi jezgre, pokvarit će se tijekom dugog putovanja. Stoga se moraju izvršiti provjere tijekom utovara. Ispravno duboko smrznuta riba zvuči poput drveta kad ju se udari. Temperatura jezgre trebala bi se mjeriti za svaku hrpu bušenjem rupe u sredini ribe i mjerenjem temperature termometrom za meso [22].

Uvjeti skladištenja za razne vrste riba :

- smrznuta masna riba: temperatura $-28 - -18^{\circ}\text{C}$, relativna vlažnost 90 - 95%; 8 mjeseci
- smrznuta manje masna riba: temperatura -20°C , relativna vlažnost 90 - 95%, 12 mjeseci

- smrznuta filetirana riba: temperatura $-28 - -23^{\circ}\text{C}$, relativna vlažnost 90%, 6 - 9 mjeseci [22].

U Tablici 2. navedene su temperature prijevoza određene vrste ribe.

Tablica 2. Riba u smrznutom stanju [11]

Vrsta ribe	Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)
Usoljena riba	-18 do -25
Riba u komadu	-18 do -25
Riblji fileti	-18 do -25
Hobotnice i lignje	-18 do -25
Jastozi i škampi	-18 do -25

Preporučeni uvjeti ventilacije su: cirkulirajući zrak, 6 cirkulacija/h bez dovoda svježeg zraka kako bi se osiguralo ujednačeno hlađenje svih dijelova tereta. Riba, obično pakirana u plastičnu foliju, prevozi se u kartonima ili kutijama. Masne vrste riba trebaju se, ako je moguće, pakirati u vakuumske nepropusne vrećice, jer postoji rizik od propadanja zbog visokog sadržaja ulja. Od velike je važnosti održavati lanac smrzavanja tijekom rukovanja teretom, jer je to jedini način za održavanje životnog vijeka i kvalitete ribe [22].

Povremeno se isporučuje riba koja je nakon smrzavanja izložena višim temperaturama. Takva pogrešna pohrana rezultira amortizacijom i može se prepoznati stvaranjem mraza na kartonima. Riba prekrivene debelim slojem leda, smeđom bojom ili nagrižene ledom moraju biti odbačene prije utovara. Prije polaganja utovara od pošiljatelja se mora dobiti pisana narudžba za hlađenje. Ovu narudžbu uvijek treba poštivati tokom cijelog transportnog lanca. Smrznuta riba koja se čuvala pretjerano dugo ima suhu, slamnastu teksturu i loš okus te se opisuje kao oštećena zamrzavanjem [22].

6. ZAKLJUČAK

Hlađeni tereti prevoze se morem u specijaliziranim brodovima hladnjačama i u frigo kontejnerima. Brodove hladnjače postupno zamjenjuju frigo kontejneri koji danas imaju sve veći udio na tržištu hlađenih tereta. Razlozi za to su veća ekonomičnost prijevoza tj. njegovi niži troškovi.

U ovom radu su analizirani brodovi hladnjače i frigo kontejneri. Temeljna značajka im je posjedovanje rashladnih uređaja. Rashladni uređaji na brodovima rade se kao posebne jedinice koje se sastoje od kompresora, spremnika s rashladnim sredstvima, sustavom cjevovoda i ventilatora. Slična je konstrukcija rashladnih uređaja na frigo kontejnerima, koji dodatno moraju biti spojeni na brodski izvor napajanja, čime se omogućava njihov normalan rad. Osim rashladnih uređaja brodovi i kontejneri opremljeni su uređajima za registraciju temperature i registraciju stanja atmosfere unutar skladišta i kontejnera.

Danas je također prisutan trend prijevoza hlađenih tereta u kontroliranoj (modificiranoj) atmosferi. Ovo se postiže miješanjem plinova koji znatno usporavaju procese dozrijevanja te nastanak i razvoj mikroorganizama u teretu. Na taj način postiže se veća kvaliteta i produljenje vijeka trajanja hlađenih tereta. Hlađeni tereti uobičajeno se klasificiraju na rashlađene i smrznute terete. Rashlađeni (svježi) tereti prevoze se na temperaturama obično iznad 0°C, dok se smrznuti tereti prevoze na temperaturama ispod 0°C. U smislu rukovanja teretom zahtjevniji su rashlađeni tereti.

Štete na teretima mogu se dogoditi iz različitih razloga. Uobičajeno se događaju zbog neodgovarajućeg skladištenja, rukovanja i neodgovarajućeg stanja tereta. Rashlađeni tereti skloni su dozrijevanju, pothlađivanju, razvoju štetnih plinova, truljenju i gubitku težine zbog neodgovarajuće vlažnosti zraka. Smrznuti tereti skloni su odmrzavanju i kvarenju, dok je kod pojedinih vrsta mesa moguća i pojava isušivanja tereta na površini, osobito kad se prijevoze kao svježi teret na temperaturama oko 0°C. Zato je iznimno važno u pripremi za ukrcaj provesti sve predviđene radnje na brodu kao što su čišćenje, pranje, deodoriranje, posušivanje i prethlađivanje. Također se mora voditi računa i o stanju tereta prilikom prijema na brod kako bi se izbjegla šteta tijekom prijevoza. Pretpostavlja se kako će se i u budućnosti

nastaviti suvremeni trendovi smanjenja udjela brodova za prijevoz hlađenih tereta i povećanje udjela frigo kontejnera.

LITERATURA

- [1] Bananas – Transport Informations Service. Dostupno na: http://www.tisgdv.de/tis_e/ware/obst/banane/banane.htm (pristupljeno: 08.09.2019)
- [2] Idler, L. Overview of controlled atmosphere transportation in containers. In International controlled atmosphere research conference, Vol. 7, 1997., pp. 2-10.
- [3] Kontejneri i kontejnerizacija, <https://www.prometna-zona.com/kontejneri-i-kontejnerizacija/> (pristupljeno: 05.09.2019)
- [4] Piala, P., Dávid, A. Transport of Tropical Fruits to Central Europe. Naše more: Znanstveno-stručni časopis za more i pomorstvo, 2016. 63(2), 62-65.
- [5] Refrigeration, <http://www.machineryspaces.com/refrigeration.html> (pristupljeno: 02.05.2019)
- [6] Refrigerated and insulated containers – Transport Informations Service. Dostupno na: http://www.tis-gdv.de/tis_e/containe/arten/kuehlcon/kuehlcon.htm (pristupljeno: 08.09.2019)
- [7] Shapiro, B., Kim, J. J., Ben-Yehoshua, S., Dayan, R., Bernstein, R., Ziv, G. Sealpackaging of bell-pepper, melon, mango and pomelo fruits in order to improve their keeping qualities. Report to R & D Arava. 1989.
- [8] Sinclair, J. Refrigerated transportation, ASPEN, 1999.
- [9] Tijardović, I. Kontejneri preuzeli i rashlađeni brodski teret, dostupno na: <http://www.poslovni.hr/komentari/kontejneri-preuzeli-i-rashlaeni-brodski-teret-162415> (pristupljeno: 05.09.2019)
- [10] Tehnologija prijevoza hlađenih tereta morem, https://www.pfri.uniri.hr/web/dokumenti/uploads_nastava/20180320_114823_dmohovic_5_Tehnologija_prijevoza_hla.enih_tereta_morem.pdf (pristupljeno: 04.05.2019)
- [11] Tereti u pomorskom prometu, [http://www.unizd.hr/Portals/1/nastmat/Tereti%20u%20pom_pr_/Tereti%20skripte\(s\)%20dodatkom%20za%20prijevoz%20UPP\).pdf](http://www.unizd.hr/Portals/1/nastmat/Tereti%20u%20pom_pr_/Tereti%20skripte(s)%20dodatkom%20za%20prijevoz%20UPP).pdf) (09.09.2019)
- [12] Trgovački brodovi danas, http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:n6z6SbI-e4cJ:zoranpericsplit.weebly.com/uploads/1/2/4/9/12491619/3.trgovacki_brodovi_danas.doc+&cd=17&hl=hr&ct=clnk&gl=hr (pristupljeno: 08.09.2019)

- [13] http://www.tis-gdv.de/tis_e/ware/obst/orangen/orangen.htm (pristupljeno: 09.05.2019)
- [14] Vranic B., Handling refrigerated cargoed, Second edition, Kostrena 1994.
- [15] Wild, Y. Refrigerated containers and CA technology, Deutsche national bibliothek4
- [16] https://www.saulpaughapples.com/images/apple-packing-shipping/apple-shipping.jpg?fbclid=IwAR3PTEwRQwfcWUOyx_pFKpyR-hzzvj7SDwWbqAjFaZyxWfqj_H8VJnAlef4 (pristupljeno: 09.01.2020)
- [17] https://sharpfruit.imgix.net/content/default/yellow-peach-sharp-trays.JPG?auto=compress%2Cformat&fit=max&h=450&q=80&w=460&fbclid=IwAR21qXAD1uzzPK_h4I7-gFI4oBMWLJS8cghXHws8A0-qDzkcYLRRjQXZPOA (pristupljeno: 09.01.2020)
- [18] https://pictures.attention-ngn.com/portal/185/320765/products/1418945/79bf7142b9736df5faeb192767812cc4_07_o.jpg?fbclid=IwAR2vrwy51cFRDGGalf2naXWDr1BKOiHsCrLwiVvHPZ7EwYWZbsJTLlqdFmE (pristupljeno: 09.01.2020)
- [19] https://pictures.attention-ngn.com/portal/185/320765/products/1418945/79bf7142b9736df5faeb192767812cc4_07_o.jpg?fbclid=IwAR2vrwy51cFRDGGalf2naXWDr1BKOiHsCrLwiVvHPZ7EwYWZbsJTLlqdFmE (pristupljeno: 09.01.2020)
- [20] https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn%3AANd9GcTRfHXEgNYyMkwN-Q_Y7REWw0GvlQR3MKi7hVgK0XmtXXWS_pKe6A&s&fbclid=IwAR3oFv46yuSa9Ru2-qOJhk05chTaiRFZk3X2y0zKh35t7I1av73LjkRSJPs (pristupljeno: 09.01.2020)
- [21] https://www.cargohandbook.com/Meat_frozen (pristupljeno: 09.01.2020.)
- [22] http://www.tis-gdv.de/tis_e/ware/fisch/gefroren/gefroren.htm (pristupljeno: 09.01.2020.)

POPIS SLIKA

Slika 1. Kontejneri za prijevoz hlađenog tereta [8]	2
Slika 2. Brod za prijevoz hlađenih tereta [8]	3
Slika 3. Brod s bočnim otvorima [8]	6
Slika 4. Brodovi za prijevoz rashladnih kontejnera [8]	7
Slika 5. Protok zraka u rashladnim kontejnerima [7]	8
Slika 6. Maksimalna visina tereta u rashladnom kontejneru [7]	9
Slika 7. Jedinice koje su prenosive i pričvršćuju se na kontejner [1]	16
Slika 8. Otvori za isporuku i povratak zraka na vanjskoj jedinici [12]	17
Slika 9. Jabuke u kartonskim kutijama za transport [16].....	19
Slika 10. Kutije za breskve s posebno oblikovanim umetcima [17].....	21
Slika 11. Premazivanje naranči voskom [18].....	23
Slika 12. Ukrcaj banana u hladnjaču [19].....	25
Slika 13. Ananas spreman za transport [20].....	26
Slika 14. Slaganje mrkvi na paletu [21].....	29

POPIS TABLICA

Tablica 1. Meso u smrznutom stanju[15]	31
Tablica 2. Riba u smrznutom stanju[15]	34