Kata Galić[1]

Pregledni rad

Zašto se svježe voće i povrće pakira?

Sažetak

Kvaliteta svježeg voća i povrća može se očuvati stvaranjem optimalnih atmosferskih uvjeta oko proizvoda, bilo da se radi o velikim skladišnim prostorima, u kojima nije neophodno da voće i povrće bude upakirano, ili upakiranim proizvodima u maloprodaji. Pakiranje voća i povrća za maloprodaju bitno je za očuvanje njihove kvalitete. Više je čimbenika koji utječu na očuvanje kvalitete proizvoda u maloprodaji. Veoma važnu ulogu ima odabir adekvatne ambalaže za pojedini proizvod. Adekvatna ambalaža i metoda pakiranja pri tome ne samo da može očuvati kvalitetu, već može i povećati trajnost proizvoda. Ovakvi sustavi pakiranja uključuju pakiranje u modificiranoj atmosferi i aktivno pakiranje. Međutim da bi se ove tehnike uspješno primijenile za očuvanje svježih proizvoda, pored korištenja visoko kvalitetne sirovine (bez prisutnih oštećenja, nagnječenja i slično), potrebno je voditi računa i o vanjskim uvjetima kojima su proizvodi izloženi. Ovdje je također potrebno naglasiti i pažljivo rukovanje, izbjegavanje oštećenja ambalaže i održavanje odgovarajuće temperature, što doprinosi očuvanju kvalitete (izgled, tekstura, okus, miris, nutritivna vrijednost) proizvoda u cjelokupnom opskrbnom lancu.

Ključne riječi: *ambalažni materijali, metode pakiranje, svježe voće i povrće*

Uvod

Nakon berbe, voće i povrće prolaze kroz niz različitih zahvata (postupci i rukovanja nakon berbe, skladištenja, pakiranja) i uvjeta čuvanja (temperatura, vlaga) prije nego što stigne do potrošača. Gubitak voća i povrća u svim navedenim fazama iznosi oko 30–50% (Jemrić i Ilić 2012; Nath i sur., 2024; Venkatesan i Muniyan, 2024). Gubitak i otpad voća i povrća nakon berbe jedan je od glavnih izazova u lancu opskrbe svježim poljoprivrednim proizvodima zbog negativnog utjecaja na društvo, gospodarstvo i okoliš. Poznato je da voće i povrće nastavlja "živjeti" (odnosno proces respiracije se i dalje nastavlja) i nakon berbe (trošeći kisik i otpuštajući ugljikov dioksid, vodu i energiju). Usporavanjem procesa respiracije povećava se trajnost svježih proizvoda, a to se postiže na primjer čuvanjem na temperaturi hladnjaka. Iako se pri temperaturi hladnjaka usporava proces respiracije takvo čuvanje svježeg voća i povrća nije uvijek odgovarajuće. Kod nekih proizvoda dolazi do oštećenja uvjetovanih niskom temperaturom (*chilling injury*). Brzina respiracije se može usporiti i ograničavanjem količine kisika u okolnom prostoru, što usporava proizvodnju energije i proces dozrijevanja proizvoda. Međutim, ukoliko je kisik potpuno uklonjen dolazi do anaerobne respiracije i nastajanja neželjenih nusproizvoda (Aung i Chang, 2014; Qu i sur., 2020). Stoga je važno

1 prof. emer. dr. sc. ***Kata Galić****, Sveučilišta u Zagrebu Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta, Pierottijeva 6, 10000 Zagreb, Republika Hrvatska*
Autor za koresponednciju: ***kata.galic@pbf.unizg.hr***

osigurati optimalne uvjete transporta i čuvanja proizvoda kako bi se održala njihova izvorna kvaliteta kroz što dulji vremenski period. Pri tome adekvatna ambalaža ima ključnu ulogu u očuvanju svježine, nutritivne vrijednosti i zdravstvene ispravnosti voća i povrća tijekom transporta, skladištenja i prodaje. Njezina funkcija nije samo zaštitna, već i komunikacijska te logistička.

Pakiranje za maloprodaju

Kako bi se postigao optimalan rok trajanja i očuvala kvaliteta proizvoda bitno je smanjiti fizička oštećenja svježih proizvoda što se najčešće postiže pakiranjem u ambalažu odgovarajućih mehaničkih i barijernih svojstava (Tablica 1). Najčešći oblik pakiranja u ovom sektoru je korištenje kartona od vlaknastih ploča. Međutim, za većinu proizvoda potrebna je dodatna unutarnja ambalaža, na primjer papirnati omotači, podlošci, čašice ili jastučići (Tablica 2), kako bi se smanjila mehanička oštećenja.

Za vrlo osjetljivo voće koriste se manje ambalažne jedinice s relativno malo slojeva voća kako bi se smanjila oštećenja od nagnječenja, kao na primjer oblikovani podlošci koji fizički odvajaju pojedinačne komade proizvoda. Pojedinačni plodovi također se mogu zasebno zamotati u različite materijale (papir, voštani papir ili prianjajući plastični film) što poboljšava fizičku zaštitu i smanjuje širenje procesa kvarenja unutar pakiranja.

Posudice i podlošci od pulpe, izrađeni od recikliranog papira i škrobnog veziva, praktičan su i sve popularniji izbor za pakiranje svježih proizvoda. Podlošci od pulpe mogu apsorbirati površinsku vlagu s proizvoda, što je prednost za sitno i bobičasto voće koje se lako oštećuje u prisutnosti viška vode. Dostupne su u širokom rasponu oblika i veličina, relativno su jeftine u standardnim dimenzijama i biorazgradive su, što im daje prednost na tržištima gdje je akcent na održivosti materijala. Ovakva ambalaža obično se koriste za jabuke, kruške, rajčice, gljive i paprike, gdje učinak amortizacije materijala pomaže u apsorpciji udaraca tijekom transporta. Podložak za pakiranje voća, dizajniran prema veličini voća, sprječava kotrljanje pojedinačnih plodova, što izravno smanjuje oštećenja prilikom transporta.

Tablica 1. Barijerne karakteristike ambalažnih materijala
Table 1 Barrier properties of packaging materials

Svojstvo	Materijal	Kratica
Visoka propusnost na vodenu paru	Poliamid	PA
	Polikarbonat	PC
Zanemariva propusnost vodene pare	Aluminijska folija	Alu
	Poli(viniliden-klorid)	PVDC
	Regenerirana celuloza (celofan) s prevlakom	RCF
	Polietilen visoke gustoće	PE-HD
	Orijentirani polipropilen	OPP
	Polietilen niske gustoće	PE-LD
	Metalizirani aluminij	Alu-met

Svojstvo	Materijal	Kratica
Barijera za plinove	Etilen/vinil-alkohol	EVOH
	Poli(vinil-klorid)	PVC
	Metalizirani aluminij	Alu-met
	Orijentirani polipropilen prevučen s PVDC	OPP/PVDC
Visoka propusnost plinova	Polietilen niske gustoće	PE-LD
	Orijentirani polipropilen	OPP
	Poli(vinil-klorid)	PVC
	Etilen/vinil-acetat	EVAC
	Polistiren	PS
	Mikro-perforirani filmovi	
Nepropusnost hlapljivih sastojaka (aromata)	Poli(etilen-tereftalat)	PET
	Polikarbonat	PC
	Poli(viniliden-klorid)	PVDC
	Etilen/vinil-alkohol	EVOH
	Aluminijska folija/papir/polietilen	Alu/PAP/PE
	Papir/aluminijska folija/ polietilen	PAP/Alu/PE
	Papir/poli(viniliden-klorid)/polietilen	PAP/PVDC/PE
	Papir/polietilen/poli(viniliden-klorid)	PAP/PE/PVDC
Postojanost na masnoće	Aluminijska folija	Alu
	Poli(viniliden-klorid)	PVDC
	Regenerirana celuloza (celofan) s prevlakom	RCF
	Poliamid	PA
	Etilen/vinil-acetat	EVAC
	Polietilen visoke gustoće	PE-HD
	Polipropilen	PP
	Celulozni acetat	CA
	Poli(vinil-klorid)	PVC
	Papir otporan na masnoće	

Tablica 2. Osnovni kriteriji za odabir adekvatne ambalaže za različite vrste voća i povrća
Table 2 Basic criteria for selecting adequate packaging for different types of fruits and vegetables

Vrsta proizvoda	Ambalažni oblici	Karakteristike ambalaže	Primjeri primjena
U rasutom stanju (rinfuznom)	Kartonski, drveni ili plastični sanduci, gajbe, podlošci	Osigurava prirodni protok zraka, prezentaciju na policama, učinkovito slaganje za transport, mogućnosti recikliranja (kompostiranja)	Jabuke, agrumi, koštunjićavo voće, avokado, mrkva, luk, krumpir
Prethodno upakirani proizvodi	Posudice (košarice, podlošci) s poklopcima (kartonske ili od šećerne trske); Posudice s prozirnim poklopcima (rPET ili PET); Složeni oblici (vlaknasta podlaga i prozirni poklopac); Perforirane plastične vrećice	Štiti proizvod tijekom transporta, održava masu proizvoda (porcioniranje), osigurava vidljivost proizvoda	Bobičasto voće, rajčice, grožđe, gljive, voće i povrće kao grickalice, zeleno povrće i mrkva
Prethodno narezani (pripremljeni) proizvodi	Podlošci od šećerne trske otporne na vlagu; Prozirne plastične posudice s poklopcem ili vrećice	Otpornost na vlagu i curenje, održavanje svježine i boje proizvoda, osiguravanje vidljivosti proizvoda (uvid u kvalitetu proizvoda), omogućuju disanje proizvoda	Narezano voće u čašicama (komadići dinje, mješavine za salate itd.); Kompleti obroka; Narezano povrće

PET = poli(etilen-tereftalat) /polyethylene terephthalate; rPET = reciklirani PET /recycled PET

Valoviti vlaknasti karton koristi se pri distribuciji proizvoda na veleprodajnoj i otpremnoj razini. Ove višeslojne kutije osiguravaju čvrstoću slaganja i ventilaciju kroz prethodno dizajnirane otvore (Mukama i sur., 2024). Ovakva ambalaža može se dizajnirati po narudžbi kako bi se maksimizirala zaštita, optimizirao prostor za otpremu i promovirao brend pošiljatelja. Međutim, valoviti karton je izrazito osjetljiv na vlagu koja utječe na gubitak čvrstoće ambalaže od ovog materijala. Ovaj problem se može riješiti primjenom premaza (npr. voska) otpornih na vlagu.

Biorazgradivi materijali, izrađeni od prirodnih polimera poput kukuruznog škroba, polilaktične kiseline (PLA), kitozana i celuloze, sve se više pojavljuju na tržištu za pakiranje svježih proizvoda kao alternativa konvencionalnoj plastici. Jestiva i biorazgradiva ambalaža izrađena od prirodnih biomaterijala može smanjiti disanje, transpiraciju, proizvodnju etilena i mikrobno kvarenje, čime se održava kvaliteta i produljuje rok trajanja svježeg proizvoda (Galgano i sur., 2015; Galus 2019; Mitelut i sur., 2021; Janowicz i sur., 2023). Danas se sve više potencira prelazak s plastike na biorazgradive biopolimere i biokompozite dobivene iz obnovljive biomase. Ovi materijali posebno dobro funkcioniraju za lako kvarljive proizvode poput bobičas-

tog voća i lisnatog povrća, gdje su važna svojstva kontrole vlage i barijera na plinove. Glavni nedostaci ostaju cijena i performanse. Sintetski polimeri (plastika) još uvijek se pretežno koriste zbog nižih troškova proizvodnje i superiornih barijernih svojstava. Biorazgradivi materijali općenito su skuplji, a mnogi od njih zahtijevaju i specifične uvjete kompostiranja.

Čvrste plastične posude, poput gajbi i košara, mogu se višekratno koristiti, lako se dezinficiraju i pružaju dobru fizičku zaštitu za osjetljive proizvode. Plastične posude trebaju biti glatke, bez oštrih rubova koji bi mogli oštetiti upakirani proizvod. Koriste se za pakiranje bobičastog voća ili malih (*cherry*) rajčica, budući da sprječavaju nagnječenje proizvoda, dok prozirni dizajn omogućuje potrošačima uvid u stanje proizvoda prije kupnje.

Plastični ambalažni filmovi imaju široku primjenu za omatanje, oblaganje i pakiranje svježih proizvoda, budući da im se svojstva tijekom proizvodnje mogu prilagoditi zahtjevima za pojedini proizvod. Njihova ključna prednost leži u sposobnosti reguliranja atmosfere unutar pakiranja. Prema obliku, ambalažni filmovi mogu biti ravni, rastezljivi (*stretch*) ili stezljivi (*shrink*). Kod omatanja rastezanjem, ambalažni materijal se omata oko proizvoda (najčešće su to dvije ili više jedinica identičnog proizvoda), dok se omatanje stezljivim filmom provodi postavljenjem filma preko proizvoda koji se pod utjecajem topline steže oko proizvoda (npr. omatanje krastavca salatara). Stezljivi filmovi su uglavnom od monofilmova poput poli(viniliden-klorida), PVDC, polietilena niske gustoće, PE-LD, linearnog polietilena niske gustoće, PE-LLD, polipropilena, PP, poli(etilen-tereftalata), PET, i poli(vinil-klorida), PVC. Dodatna velika prednost primjene plastičnih filmova je smanjenje gubitka vode iz proizvoda.

Plastične mrežaste vrećice, ne osiguravaju dobru fizičku zaštitu od oštećenja te se ne koriste za pakiranje proizvoda koji se slažu jedni na druge. Zbog dobre ventilacije pogodne su za pakiranje proizvoda kao što je češnjak, luk, krumpir, kupus, agrumi i drugo.

Perforirani plastični filmovi omogućuju izmjenu plinova, a istovremeno ograničavaju gubitak vlage, što ih čini vrlo prikladnima za povrće koje treba disati. Odabir adekvatnog filma ovisi o njegovim barijernim svojstvima (propusnosti) i brzini disanja određenog proizvoda na očekivanim temperaturama rukovanja (Belay i sur., 2019; Qu i sur., 2020).

Danas još uvijek većina svježeg voća i povrća dolazi na tržište nepakirano na maloprodajnoj ili veleprodajnoj razini i to najčešće u perforiranim ili mrežastim polietilenskim (PE) ili polipropilenskim (PP) vrećicama ili vrećama. Transport ovih proizvoda mora biti što kraći kako bi se izbjeglo međusobno trenje i posljedično truljenje upakiranog proizvoda. Kako bi se povećala trajnost proizvoda, koriste se polimerni ambalažni filmovi odgovarajuće propusnosti, ne samo na plinove već i vodenu paru (Galić i sur., 2009; Ščetar i sur., 2010; Zdulski i sur., 2024). Sukladno tome, razvijaju se i komercijalni filmovi s visokom propusnošću na plinove. Takvi filmovi dobivaju se modificiranjem procesa proizvodnje filmova na način da plinovi poput kisika (O_2) i ugljikova dioksida (CO_2) i vodene pare izlaze ili ulaze u pakiranje na kontroliran način, čime se zadovoljavaju potrebe aerobnog disanja i održavaju poželjne koncentracije CO_2 i vlage (Zdulski i sur., 2024). Odnosno potrebno je odabrati adekvatan ambalažni materijal poželjnih barijernih svojstava za svaki proizvod kako bi se postigla željena trajnost.

Odabir ambalažnog materijala ovisi o obliku i osjetljivosti proizvoda koji se mogu razvrstati u pet skupina: (*i*) meko voće, (*ii*) čvrsto voće, (*iii*) proizvodi sa stabljikom, (*iv*) korjenasto povrće i (*v*) zeleno povrće. Meko voće je izrazito osjetljivo i podložno anaerobnom kvarenju, pa ga je najbolje pakirati u polučvrstu ambalažu od polistirena (PS), poli(etilen-tereftalata) (PET), ili polilaktida (PLA). Ovdje je potrebno provesti odgovarajuće odzračivanje da bi se izbjeglo zamagljivanje filma. Održivost ove skupine proizvoda (ribizli, višnje, grožđe, borovnice, jagode, maline) ovisi o oštećenjima i pojedinačnom kvarenju, te im je održivost

visoke kvalitete, unutar idealnih uvjeta, svega 2 do 3 dana. Čvrsto voće ne podliježe kvarenju tako brzo kao meko voće, a i lakše je rukovanje tijekom transporta, pakiranja i slično. Ova skupina proizvoda karakterizirana je niskom brzinom respiracije, dok se održivost računa u tjednima. Najčešći oblik pakiranja čvrstog voća (jabuke, avokado, banane, citrusno voće, breskve, kruške, rajčice) je u kartonskim podlošcima preko kojih dolazi plastični film.

Proizvodi sa stabljikom (celer, rabarbara i šparoga) su izrazito skloni promjeni kvalitete budući da brzo gube vlagu. Odgovarajuću ambalažu čine materijali postojani na vlagu ili perforirani polietilenski film koji tijesno prianja uz proizvod (Nasrin i sur., 2022; Paulsen i sur., 2023).

Korjenasto povrće ne spada u skupinu lako pokvarljivih proizvoda, te se može skladištiti kroz duže vrijeme pod uvjetom da se spriječi gubitak vlage. Ovdje se koriste podlošci ili posudice od ekspandiranog polistirena (EPS) koje su lagane i pružaju termo-izolacijska svojstva. Tipični predstavnici te skupine proizvoda su mrkva, pastrnjak, bijela repa, rotkva i krumpir. Zeleno povrće (brokula, kupus, zelena salata, karfiol) je sklono brzom sušenju pa se u tom slučaju koristi ambalaža s nepropusnošću vodene pare. Ta skupina proizvoda je karakterizirana visokom brzinom respiracije i osjetljivošću na anaerobno kvarenje (Rizvi 1981). Kao ambalažni materijal najčešće se koristi prianjajući PE ili PP filmovi ili vrećice.

Pakiranje u modificiranoj atmosferi

Trajnost proizvoda se može značajnije povećati čuvanjem u kontroliranoj ili modificiranoj atmosferi. Princip ova dva načina čuvanja bazira se na snižavanju koncentracije kisika, i povećanju koncentracije ugljikova dioksida što usporava brzinu disanja i proces starenja voća i povrća (Watkins i sur., 1998; Farber i sur., 2003; Manjunatha i Anurag, 2014; Belay i sur., 2019; Fang i Wakisaka, 2021).

Glavna razlika između kontrolirane atmosfere (CA) i modificirane atmosfere pakiranja (MAP) hrane je u konstantnom održavanju sastava plinova i trajanju primjene.

1. MAP: Zrak unutar pakiranja mijenja se prilikom zatvaranja ambalaže, zamjenom zraka odgovarajućom koncentracijom smjese plinova (kisik, dušik, ugljikov dioksid). Koncentracija plinova se s vremenom mijenja zbog disanja proizvoda i propusnosti ambalaže. Ovaj način pakiranja primjenjuje za manja pakiranja namijenjena maloprodaji.

2. CA: Atmosfera se kontinuirano nadzire i precizno prilagođava (održava se konstantna koncentracija plinova) tijekom cijelog skladištenja proizvoda. Uvjeti okoliša (temperatura i relativna vlaga) prilagođavaju se ovisno o proizvodu te imaju kritični utjecaj kod odabira sastava plinova i očuvanju proizvoda. CA se uglavnom koristi za skladištenje i transport (komore, hladnjače, spremnici) veće količine proizvoda (kruške, trešnje, jabuke, kupus itd.) nepravilnog oblika ili kao matično pakiranje proizvoda spremnih za maloprodaju.

Najpogodniji uvjeti za skladištenje svježeg voća i povrća su pri temperaturama koje ne uzrokuje oštećenja proizvoda uslijed smrzavanja. Optimalni uvjeti uključuju ne samo nisku temperaturu, već i smanjenu koncentraciju kisika (O_2) i povećanu koncentraciju ugljikova dioksida (CO_2) (Tablice 3 i 4). Svako odstupanje od željenih uvjeta je nepovoljno. Relativna vlažnost skladišta također ima značajan utjecaj na očuvanje kvalitete i trajnosti svježih proizvoda (Aked, 2000; Farber i sur., 2003; Jain i sur., 2023).

Tablica 3. Neke karakteristike i optimalni uvjeti čuvanja cijelih plodova voća u modificiranoj atmosferi (Farber i sur., 2003)
Table 3 Some characteristics and optimum storage conditions of whole fruits for modified atmosphere (Farber et al., 2003)

Voće	Brzina respiracije pri 5 °C (mg CO_2/kg h)	Raspon vrijednosti (%)		Optimum (%)		Preporučena temperatura čuvanja (°C)	Približan rok trajanja
		Max. CO_2	Min. O_2	CO_2	O_2		
Jabuke	5-10	2-5	1-2	1-3	1-2	0-3	2-11 m
Marelica	10-20	2	2	2-3	2-3	0-5	-
Avokado	-	5	3	3-10	2-5	5-13	8-10 d
Banana	-	5	2	2-5	2-5	12-15	15 d
Kupina	-	-	-	15-20	5-10	0-5	-
Borovnica	-	-	-	12-20	2-5	0-5	-
Dinja	-	15	2	10-15	3-5	5-10	-
Trešnja	10-20	15	2	10-12	3-10	0-5	-
Brusnica	-	-	-	0-5	1-2	2-5	-
Smokva	-	-	-	15-20	5-10	0-5	-
Grožđe	-	-	-	1-3; 10-15	2-5; 5-10	0-5	-
Grejp	-	10	5	5-10	3-10	10-15	-
Kivi	-	5	2	3-5	1-2	0-5	6 m
Limun	-	-	-	0-10	5-10	10-15	-
Limeta	-	-	-	0-10	5-10	10-15	-
Mango	15 pri 10 °C, na zraku	5		5-8	3-7	10-15	-
Nektarina	-	-	-	3-5; 15-17	4-6	0-5	-
Naranča	-	-	-	0-5	5-10	5-10	-
Papaja	-	5	2	5-8	2-5	10-15	-
Breskva	10-20	5	2	3-5	1-2	0-5	-
Kruška	-	2	2	0-1	2-3	0-5	-
Kaki	-	-	-	5-8	3-5	0-5	-
Ananas	-	10	2	5-10	2-5	8-13	-
Nar	-	-	-	5-10	3-5	5-10	-
Malina	-	-	-	15-20	5-10	0-5	-
Jagoda	20-40	15	2	15-20	5-10	0-5	-

d=dani/days; m=mjeseci/months

Tablica 4. Neke karakteristike i optimalni uvjeti čuvanja cijelih plodova povrća u modificiranoj atmosferi (Farber i sur., 2003)
Table 4 Some characteristics and optimum storage conditions of whole vegetables for modified atmosphere (Farber et al., 2003)

Povrće	Brzina respiracije pri 5 °C (mg CO_2/kg h)	Raspon vrijednosti (%)		Optimum (%)		Preporučena temperatura čuvanja (°C)	Približan rok trajanja
		Max. CO_2	Min. O_2	CO_2	O_2		
Artičoka		2	3	2-3	2-3	0-5	20 d
Šparoga	> 60	14	5	10-14	zrak	1-5	21 d
Mahune	40-60	10?	2	5-10	2-3	5-10	7-10 d
Brokula	> 60	10	1	5-10	1-2	0-5	2-3 m
Prokulice	40-60	5	2	5-7	1-2	0-5	2-3 m
Kupus	10-20	5	2	3-6	2-3	0-5	6-12 m
Mrkva	10-20	5	5	3-4	5	0-5	4-5 m
Karfiol	20-40	5	2	2-5	2-5	0-5	2-3 m
Čili papričice	10-20	2	3	5	3	8-12	-
Kukuruz šećerac	> 60	15	2	10-20	2-4	0-5	-
Krastavac	4 pri 10 °C s 3% O_2	10	3	0	3-5	8-12	14-21 d
Salata (list)	10-20	2	2	0	1-3	0-5	3-4 t
Gljive	> 60	15	1	5-15	3-21	0-5	3-4 d
Paprike babure	10-20	2	3	0	3-5	8-12	2-3 t
Špinat	> 60	15	-	10-20	zrak	0-5	2-3 t
Rajčice (zrele	10-20	2	3	0	3-5	12-20	2 t
Rajčice (djelomično zrele	10-20	2	3	3-5	3-5	10-15	-
Krumpir	5-10	-	-	nema	nema	4-12	-
Luk	5-10	-	-	0	1-2	0-5	8 m

d=dani/days; m=mjeseci/months; t=tjedni/weeks

Korištenje MAP-a za cijele i svježe rezane proizvode uključuje pažljiv odabir ambalažnog filma i veličinu ambalaže za svaki specifični proizvod. Učinkovitost MAP uvjeta ovisi o primjeni optimalne koncentracije plinova, brzine disanja proizvoda, difuziji plinova kroz ambalažni

film, kao i o optimalnoj temperaturi skladištenja. Većina polimernih materijala (PP, PE) koji se koriste za MAP imaju nisku propusnost vodene pare koja se ne uklanja učinkovito kroz ambalažni materijal (polimerni film) što dovodi do kondenzacije na unutarnjim stjenkama ambalaže. Stoga, upotreba perforiranih filmova, pojedinačnog omatanja filmom i adekvatna propusnost filmova pomaže u smanjenju rizika od pojave kondenzacije (Rux i sur., 2016.; Nasrin i sur., 2022; Paulsen i sur., 2023). Filmove sa mikroperforacijama karakterizira i vrlo visoka brzina propusnosti plinova (Alique i sur., 2003). Promjer mikroperforacije općenito se kreće od 40 do 200 µm, a promjenom veličine i broja mikroperforacija može se promijeniti propusnost plina kroz ambalažu kako bi se zadovoljili zahtjevi proizvoda. Mikroperforirani filmovi također se koriste za produljenje skladištenja jagoda i nektarina, poriluka, šparoga, pastrnjaka, cherry rajčica, kukuruza šećerca i jabuka. Međutim, mikroperforirani filmovi su relativno skupi, omogućuju gubitak vlage i mirisa te mogu omogućiti ulazak mikroorganizama u zatvorena pakiranja tijekom mokrog rukovanja (Meyers, 1985., Watkins i sur., 1998.; Hussein i sur., 2015; Belay i sur., 2019; Qu i sur., 2020). Pakiranjem svježeg voća i povrća u modificiranoj atmosferi postigli su se zadovoljavajući rezultati uključujući produženu održivost svježine proizvoda, efikasniju distribuciju, smanjenje gubitaka i održavanje atraktivnog izgleda. Dodatkom sredstava protiv zamagljivanja proizvod u ambalaži postaje vidljiv. Od polimernih materijala koriste se monofilmovi (npr. PP, PE, PET) i laminati (višeslojni materijali), kao na primjer film kombinacije PP/PE ili polipropilen/etilen vinil alkohol/polietilen, PP/EVOH/PE (Belay i sur., 2019; Gantner i sur., 2020).

Jestive prevlake

Posljednjih godina jestive prevlake intenzivno se razvijaju i proučavaju zbog sposobnosti poboljšanja kvalitete, roka trajanja, sigurnosti i funkcionalnosti tretiranih proizvoda. Jestive prevlake mogu se nanositi različitim tehnikama, poput potapanja, prskanja ili premazivanja, kako bi se kontrolirao prijenos vlage, izmjena plinova ili oksidacijski procesi na prehrambenom proizvodu. Mogućnost primjene i njihova učinkovitost povećava se dodatkom bioaktivnih spojeva i biljaka poput eteričnih ulja (npr. limonen, limunska trava, origano, paprena metvica, timijan itd.). Primjenom ovakvih prevlaka na voću i povrću, može se utjecati na njihovu kvalitetu, poput boje, čvrstoće, prisutnosti mikroorganizama, brzinu degradacije, gubitka mase, organoleptička svojstava i nutritivne parametara (Vu i sur., 2011; Galgano i sur., 2015; Giannakourou i Tsironi 2021; Mitelut i sur., 2021; Janowicz i sur., 2023; Giello i sur., 2024; Prieto-Santiago i sur., 2025; Rajan i sur., 2025).

Aktivno i pametno pakiranje

Povećanje roka trajnosti svježeg voća i povrća postiže se i primjenom aktivnog pakiranja. U ovom slučaju koriste se materijali za pakiranje koji dolaze u interakciju s atmosferom unutar pakiranja kako bi se produžio rok trajanja hrane. Aktivni sustavi pakiranja dijele se na one koji a) aktivno uklanjaju (apsorberi ili hvatači) i b) aktivno oslobađaju (emiteri) aktivne komponente. Apsorberi uklanjaju neželjene spojeve prisutne unutar pakiranja (npr. etilen, CO_2, O_2, vlaga) dok emiteri oslobađaju spojeve unutar pakiranja (npr. etanol, etilen, CO_2, antioksidansi, antimikrobni spojevi). Inovativna metoda pakiranja nazvana „pametnom tehnologijom pakiranja“ uključuju mehanizme za precizno praćenje promjena koje se događaju unutar upakiranog prehrambenog proizvoda. Aktivni i inteligentni sustavi pakiranja funkcioniraju kao zaštitna barijera i štite prehrambeni proizvod od raznih fizičkih, kemijskih i bioloških opasnosti. Također su funkcionalni u označavanju svježine i kvalitete te kontinuiranom praćenju

vremena i temperature prehrambenog proizvoda što osigurava ukupnu sigurnost i kvalitetu proizvoda (Ščetar i sur., 2010; Qu i sur., 2020; Wei i sur., 2021; Giannakourou i Tsironi 2021; Vasuki i sur., 2023; Du i sur., 2025; Bhowmik i sur., 2024; Rajan i sur., 2025). Iako tehnologija pametnog pakiranja nudi značajne prednosti u očuvanju voća i povrća, njezini troškovi i dalje su viši od troškova tradicionalnog načina pakiranja. Materijali koji se koriste u pametnom pakiranju, poput filmova s regulacijom protoka zraka, senzora svježine i kvalitete plodova, temperature i vlažnosti te RFID oznaka (*Radio Frequency Identification*, bežična i bezkontaktna tehnologija koja koristi radiovalove za prenošenje informacija između uređaja), povezani su s visokim troškovima proizvodnje, što može predstavljati značajan financijski teret za mala i srednja poduzeća (Giannakourou i Tsironi 2021; Du i sur., 2025; Sundaresan i sur., 2025).

Primjeri utjecaja ambalažnog materijala i metoda pakiranja na trajnost voća i povrća prikazani su u tablici 5.

Tablica 5. Utjecaj ambalažnog materijala i metoda pakiranja na trajnost voća i povrća
Table 5 Effect of packaging materials and methods on the shelf life of fruits and vegetables

Proizvod	Ambalažni materijal i metoda pakiranja	Trajnost	Literatura
Zelena salata (narezana)	OPP (30 µm)	>8 dana, 4 °C	Pirovani i sur., 1998
Svježe rezani špinat	PE-LD vrećica	8 dana, 4 °C, 90 % HR	Piagentini i Güemes, 2002
	OPP vrećica	6 dana, 4 °C, 90 % HR	
Brokula	PE (40 µm) - neperforirani	28.5 dana, 4 °C; 7.2 dana, 20 °C	Jia i sur., 2009
	PE-2 otvora - jedan sa svake strane vrećice	15.2 dana, 4 °C; 5.6 dana, 20 °C	
	PE-4 otvora - dva sa svake strane vrećice	19.1 dan, 4 °C; 4.8 dana, 20 °C	
	Bez ambalaže	10 dana, 4 °C, 2.5 dana, 20 °C	
Krastavci	MP-2 perforacije; PE-LD (107 µm) vrećica	12 dan, 4±1 °C, 90±2 %RH 6 dana, 23–26°C, 63–66 %RH	Manjunatha i Anurag, 2014
Male (*Cherry*) rajčice	PLA (MP, 30 µm)	18-20°C; 60-65% RH 28 dana-2 mjeseca	Briassoulis i sur., 2013
Breskve	PLA (MP, 30 µm)	18-20 °C; 60-65% RH SL porast za 12 dana	
Stolno grožđe	AP: PET+AB podložak (350 µm)	14 dana, 10°C	Gorrasi i sur., 2020

Proizvod	Ambalažni materijal i metoda pakiranja	Trajnost	Literatura
Jagode	EC: Modificirani polisaharidi kitozana+ EO (limunska trava, origano, paprena metvica, crveni timijan)	21 dan, 4°C	Vu i sur., 2011
Trešnje	MP film: PLA čašica + PLA lakootvarajući MP pokrovni film	27 dana, 1°C	Koutsimanis i sur., 2015
	PE-LD (kontrola: MP vrećica	21 dan, 1°C	
Šparoge (zelene)	MAP: 5% CO_2, 15% O_2, 80% N_2; PP/EVOH/PE podložak, PP/EVOH/PE film	17 dana, 2°C	Gantner i sur., 2020
Šparoge (bijele)		10 dana, 2°C	
Breskva *(Prunus persica* L.*)*	PE (80 µm) s 20 pora veličine 100 µm	28 dana, 5°C	Li i sur., 2022
Grožđe	AB jestiva prevlaka: pektin iz ljuske kave i ulje klinčića	14 dana 25±1◦C;	Divyashri i sur., 2024.
Listovi rikule	BOPP (30 µm); PP - bez zamagljivanja; Termozataljivi celofan (23 µm); PLA (20 µm)	10 dana 4±1◦C; 75±5%RH	Villanova-Estors i sur., 2025

BOPP=biaksijalno orijentirani polipropilen/biaxially oriented polypropylene; OPP=orijentirani polipropilen/oriented polypropylene; PE=polietilen/polyethylene; PE-LD=PE niske gustoće/low density PE; PLA=polimliječna kiselina/polylactic acid; PET=poli(etilen-tereftalat)/polyethylene terephthalate; PP=polipropilen/polypropylene; EVOH=etilen vinil alkohol/ethylene vinyl alcohol; AP=aktivno pakiranje/active pack; AB=antimikrobni/antimicrobial; AF=antifungalni/antifungal; MP=mikroperforiran/micro perforated; EC=jestiva prevlaka/edible coat; EO=eterično ulje/essential oil; MAP=pakirane u modificiranoj atmosferi/modifiedy atmosphere packaging; SL=trajnost/shelf-life

Umjesto zaključka

Svjedoci smo globalne zabrinutosti i važnosti zaštite okoliša, posebno zbog upotrebe plastike u izradi ambalaže za hranu. Istraživanja, u cilju smanjenja upotrebe plastike, obuhvaćaju razvoj novih materijala prihvatljivih za okoliš poput jestivih prevlaka i biorazgradljivih materijala. S druge strane čine se i veliki napori u smanjenju otpada hrane, između ostalog i primjenom inovativnih načina pakiranja kao što su aktivno i pametno pakiranje. Ove inovacije imaju za cilj produžiti rok trajanja proizvoda i smanjiti njihov otpad. Iako postoji snažna podrška ekološki prihvatljivim rješenjima, prelazak na ove materijale uvjetuje uspješno rješavanje postojećeg stanja kao što su troškovi proizvodnje i funkcionalnost (slabija zaštita proizvoda u odnosu na tradicionalne materijale od plastike). Moguća brza rješenja nalaze se u primjeni hibridnih rješenja, odnosno razvoju materijala koji su biorazgradljivi, ali i funkcionalno "pametni". Pri tome potrošači sve više traže transparentnost, gdje je pakiranje ne samo ekološki prihvatljivo, već i dokazivo sigurno i korisno za smanjenje otpada hrane.

Reference

Aked, J. (2000) *Fruits and vegetables. U: D. Kilcast and P. Subramaniam, ur. The stability and shelf-life of food. Boca Raton: Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC.*

Alique, R., Martinez, M. A., Alonso, J. (2003) *Influence of the modified atmosphere packaging on shelf life and quality of Navalinda sweet cherry. European Food Research and Technology, 217(5) 416–420. DOI:10.1007/s00217-003-0789-x*

Aung, M. M., Chang, Y. S. (2014). *Temperature management for the quality assurance of a perishable food supply chain. Food Control, 198-207. DOI:10.1016/j.foodcont.2013.11.016*

Belay, Z.A., Caleb, O.J., Opara, U.L. (2019) *Influence of initial gas modification on physicochemical quality attributes and molecular changes in fresh and fresh-cut fruit during modified atmosphere packaging. Food Packaging and Shelf Life, 21, 100359. DOI:10.1016/j.fpsl.2019.100359*

Bhowmik, S., Agyei, D., Ali, A. (2024) *Smart chitosan films as intelligent food packaging: An approach to monitoring food freshness and biomarkers. Food Packaging and Shelf Life, 46, 101370. DOI:10.1016/j.fpsl.2024.101370*

Briassoulis, D., A. Mistriotis, A. Giannoulis, Giannopoulos, D. (2013) *Optimized PLA-based EMAP systems for horticultural produce designed to regulate the targeted in-package atmosphere. Industrial Crops and Products, 48:68–80. DOI: 10.1016/j.indcrop.2013.03.017*

Divyashri, G., Swathi, R., Krishna Murthy, T.P., AnaghA, M., Sindhu, O., Sharada, B. (2024) *Assessment of antimicrobial edible coating derived from coffee husk pectin and clove oil for extending grapes shelf life. Discover Food, 4, 181. DOI:10.1007/s44187-024-00236-y*

Du, L., Huang, X., Li, Z., Qin, Z., Zhang, N., Zhai, X., Shi, J., Zhang, J., Shen, T., Zhang, R., Wang Y. (2025) *Application of Smart Packaging in Fruit and Vegetable Preservation: A Review. Foods, 14, 447. DOI: 10.3390/foods14030447*

Fang, Y., Wakisaka, M. A. (2021) *Review on the Modified Atmosphere Preservation of Fruits and Vegetables with Cutting-Edge Technologies. Agriculture, 11, 992. DOI:10.3390/agriculture11100992*

Farber, J.N., Harris, L.J., Parish, M.E., Beuchat, L.R., Suslow, T.V., Gorney, J.R., Garrett, E.H., Busta, F.F. (2003) *Microbiological Safety of Controlled and Modified Atmosphere Packaging of Fresh and Fresh-Cut Produce. Comprehensive reviews in food science and safety, 2, 142-160. DOI:10.1111/j.1541-4337.2003.tb00032.x*

Galgano, F., Condelli, N., Favati, F., Di Bianco, V., Perretti, G., Caruso, M.C. (2015) *Biodegradable packaging and edible coating for fresh-cut fruits and vegetables. Italian Journal of Food Science, 27, 1-20. DOI: 10.14674/1120-1770/ijfs.v70*

Galić, K., Ćurić, D., Gabrić, D. (2009) *Shelf Life of Packaged Bakery Goods - A Review. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 49 (5) 405-426. DOI:10.1080/10408390802067878*

Galus, S. (2019) *Development of Edible Coatings in the Preservation of Fruits and Vegetables. U: T.J., Gutiérrez, ur. Polymers for Agri-Food Applications. Berlin/Heidelberg: Springer pp. 377–390. DOI: 10.1007/978-3-030-19416-1_19*

Gantner, M., Król, K., Kopczyńska, K. (2020) *Application of MAP and ethylene–vinyl alcohol copolymer (EVOH) to extend the shelf-life of green and white asparagus (Asparagus officinalis L.) spears. Journal of Food Measurement and Characterization, 14, 2030–2039. DOI:10.1007/s11694-020-00449-6*

Giannakourou, M.C., Tsironi, T.N. (2021) *Application of Processing and Packaging Hurdles for Fresh-Cut Fruits and Vegetables Preservation. Foods, 10, 830. DOI:10.3390/foods10040830*

Giello, M., Miele, N.A., Volpe, S., Di Monaco, R., Cavella, S., Villani, F., Torrieri, E. (2024) *Design of an active edible coating: Antimicrobial, physical, and sensory properties of sodium caseinate-guar gum blends enriched in essential oils. Food Packaging and Shelf Life, 46, 101395. DOI:10.1016/j.fpsl.2024.101395*

Gorrasi, G., Bugatti, V., Vertuccio, L., Vittoria, V., Pace, B., Cefola, M., Quintieri, L., Bernardo, P., Clarizia, G. (2020) *Active packaging for table grapes: Evaluation of antimicrobial performances of packaging for shelf life of the grapes under thermal stress. Food Packaging and Shelf Life, 25, 100545. DOI:10.1016/j.fpsl.2020.100545.*

Hussein, Z., Caleb, O.J., Opara, U.L. (2015) *Perforation-mediated modified atmosphere packaging of fresh and minimally processed produce-A review. Food Packaging and Shelf Life, 6, 7-20. DOI:10.1016/j.fpsl.2015.08.003*

Jain, S., Nidhi, N., Ausari, P.K., Sangam, Das, P., Singh, A., Kumar, L., Sharma, R. (2023) *A comprehensive review on nature and causes of deterioration in fruits and vegetables. International Journal of Environment and Climate*

Change, 13 (10) 3548-3558. DOI: 10.9734/IJECC/2023/v13i103025

Janowicz, M., Galus, S., Ciurzyńska, A., Nowacka, M. (2023) *The Potential of Edible Films, Sheets, and Coatings Based on Fruits and Vegetables in the Context of Sustainable Food Packaging Development. Polymers, 15, 4231. DOI:10.3390/ polym15214231.*

Jemrić, T., Ilić, Z. (2012) *Present state of cold chain and postharvest loss of fruit and vegetables in Croatia and Serbia. Agriculturae Conspectus Scientificus, 77 (1) 1-4.*

Jia, C.-G., Xu, C.-J., Wei, J., Yuan, J., Yuan, G.-F., Wang, B.-L., Wang, Q.-M. (2009). *Effect of modified atmosphere packaging on visual quality and glucosinolates of broccoli florets. Food Chemistry, 114 (1), 28–37. DOI:10.1016/j.foodchem.2008.09.009*

Koutsimanis, G., Harte, J., Almenar, E. (2015) *Freshness maintenance of cherries ready for consumption using convenient, microperforated, bio-based packaging. Journal of the Science of Food and Agriculture, 95 (5), 972–82. DOI: 10.1002/jsfa.6771*

Li, X., Peng, S., Yu, R., Li, P., Zhou, C., Qu, Y., Li, H., Luo, H., Yu, L. (2022) *Co-Application of 1-MCP and Laser Microporous Plastic Bag Packaging Maintains Postharvest Quality and Extends the Shelf-Life of Honey Peach Fruit. Foods, 11, 1733. DOI:10.3390/foods11121733*

Manjunatha, M., Anurag, R. K. (2014) *Effect of modified atmosphere packaging and storage conditions on quality characteristics of cucumber. Journal of Food Science and Technology, 51 (11), 3470–5. DOI: 10.1007/s13197-012-0840-7*

Meyers R. A. (1985) *Modified atmosphere packaging and process. US patent Nr.4515266.*

Mitelut, A.C., Popa, E.E., Draghici, M.C., Popescu, P.A., Popa, V.I., Bujor, O.-C., Ion, V.A., Popa, M.E. (2021) *Latest Developments in Edible Coatings on Minimally Processed Fruits and Vegetables: A Review. Foods, 10, 2821. DOI: 10.3390/foods10112821*

Mukama, M., Tsige, A.A., Lufu, R., Opara, U.L. (2024) *Sustainable packaging design for efficient pomegranate cold chain: Enhancing storage space, sea freight efficiency, material sustainability and energy conservation. Food Packaging and Shelf Life, 46,101380. DOI:10.1016/j.fpsl.2024.101380*

Nasrin, T.A.A., Islam, M.N., Rahman, M.A., Arfin, M.S., Afroz, M., Molla, M.M. Sabuz, A.A., Matin, M.A. (2022) *Physicochemical quality of cauliflower as influenced by cling film wrapping during storage. International Journal of Agricultural Research Innovation and Technology, 12 (2), 155-163. DOI: 10.3329/ijarit.v12i2.64103*

Nath, B., Chen, G., O'Sullivan, C.M., Zare, D. (2024) *Research and Technologies to Reduce Grain Postharvest Losses: A Review. Foods, 13, 1875. DOI: 10.3390/foods13121875*

Paulsen, E., Moreno, D.A., Martínez-Romero, D., García-Viguera, C. (2023) *Bioactive Compounds of Broccoli Florets as Affected by Packing Micro-Perforations and Storage Temperature. Coatings, 13, 568. DOI: 10.3390/coatings13030568*

Piagentini, A.M., Güemes, D.R. (2002) *Shelf life of fresh-cut spinach as affected by chemical treatment and type of packaging film. Brazilian Journal of Chemical Engineering, 19 (4) 383-389. DOI:10.1590/S0104-66322002000400005*

Pirovani, M.E., Piagentini, A.M., Güemes, D.R., Di Pentima, J.H. (1998) *Quality of minimally processed lettuce as influenced by packaging and chemical treatment. Journal of Food Quality, 22, 475-484. DOI: 10.1111/j.1745-4557.1998.tb00537.x*

Prieto-Santiago, V., Miranda, M., Aguiló-Aguayo, I., Teixidó, N., Ortiz-Solà, J., Abadias, M. (2025) *Antimicrobial Efficacy of Nanochitosan and Chitosan Edible Coatings: Application for Enhancing the Safety of Fresh-Cut Nectarines. Coatings, 15, 296. DOI:10.3390/coatings15030296*

Qu, P., Zhang, M., Fan, K., Guo, Z. (2020) *Microporous modified atmosphere packaging to extend shelf life of fresh foods: A review. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 62 (1), 51-65. DOI: 10.1080/10408398.2020.1811635*

Rajan, D., Subramani, D., Kumaraguruparaswami, M. (2025). *Eco-Friendly Active Packaging for Fresh and Minimally Processed Fruits and Vegetables. U: Islam, S.u., Shahid, M. ur. Green Materials for Active Food Packaging. Engineering Materials. Singapore: Springer. DOI:10.1007/978-981-96-0369-5_13*

Rizvi, S.S.H. (1981) *Requirements for Foods Packaged in Polymeric Films, CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 111-134.*

Rux, G., Mahajan, P.V., Linke, M., Pant, A., Sängerlaub, S., Caleb, O.J., Geyer, M. (2016) *Humidity-regulating trays: moisture absorption kinetics and applications for fresh produce packaging. Food and Bioprocess Technology, 9, 709–716. DOI 10.1007/s11947-015-1671-0*

Ščetar, M., Kurek, M., Galić, K. (2010) *Trends in fruit and vegetable packaging – a Review, Croatian Journal of Food Technology, Biotechnology and Nutrition, 5 (3-4) 69-86.*

Sundaresan, J., Gupta, A., Suadamara, R. (2025) *Advances in smart food packaging and sustainable future. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1488 (1) 012117. DOI: 10.1088/1755-1315/1488/1/012117*

Vasuki, M.T., Kadirvel, V., Narayana, G.P. (2023) *Smart packaging-An overview of concepts and applications in various food industries. Food Bioengineering, 2,25-41. DOI: 10.1002/fbe2.12038*

Venkatesan U., Muniyan R. (2024) *Review of the extension of shelf life for fruits and vegetables using natural preservatives. Food Science and Biotechnology, 33, 2477-2496. DOI: 10.1007/s10068-024-01602-3*

Villanova-Estors, R., López-Carballo, G., López-de-Dicastillo, C., Correa-Guimaraes, A., Gavara, R., Hernández-Muñoz, P. (2025) *Extending the shelf life of fresh-cut vegetables with sustainable packaging: A case study on rocket leaves. Food Packgaing and Shelf Life, 50, 1015578. DOI:10.1016/j.fpsl.2025.101558*

Vu, K. D., Hollingsworth, R. G., Leroux, E., Salmieri, S., Lacroix, M. (2011). *Development of edible bioactive coating based on modified chitosan for increasing the shelf life of strawberries. Food Research International, 44 (1) 198-203. DOI: 10.1016/j.foodres.2010.10.037*

Watkins, C. B., Brookfield, P. L., Elgar, H. J., McLeod, S. P. (1998) *Development of a modified atmosphere package for export of apple fruit. U: S. Ben-Yehoshua ur. Recycling of plastic waste from protected agriculture into novel multilayered greenhouse covers. Jerusalem, Israel. Laser Pages Pub. Ltd. pp. 586–592*

Wei, H., Seidi, F. Zhang, T., Jin, Y., Xiao, H. (2021) *Ethylene scavengers for the preservation of fruits and vegetables: A review. Food Chemistry, 337 (1) 127750. DOI:10.1016/j.foodchem.2020.127750*

Zdulski, J.A.; Rutkowski, K.P.; Konopacka, D. (2024) *Strategies to Extend the Shelf Life of Fresh and Minimally Processed Fruit and Vegetables with Edible Coatings and Modified Atmosphere Packaging. Applied Science, 14, 11074. DOI:10.3390/app142311074*

Prispjelo/Received: 1.6.2026. ***Prihvaćeno/Accepted: 1.7.2026.***

Review paper

Why are fresh fruits and vegetables packaged?

Abstract

The quality of fresh fruits and vegetables can be preserved by creating optimal atmospheric conditions around the product, whether it is in large storage areas or packaged products in retail. A decisive factor in preserving the quality of products in retail is the selection of adequate packaging for a specific product. Adequate packaging and packaging methods can not only preserve quality but can also increase the shelf life of the product. Such packaging systems include modified atmosphere packaging and active packaging. However, to successfully apply these techniques to preserve fresh produce, while using high-quality products (without any damage, bruising, etc.) it is also important to consider the external conditions to which the products are exposed. It is also necessary to emphasize careful handling, avoiding damage to the packaging and appropriate temperature maintenance, which will result in the good quality (appearance, texture, taste, smell, nutritional value) product throughout the entire marketing chain.

Key words: *packaging materials, packaging methods, fresh fruits and vegetables*