

Pametna ambalaža i bar kod

Katančić, Jelena

Undergraduate thesis / Završni rad

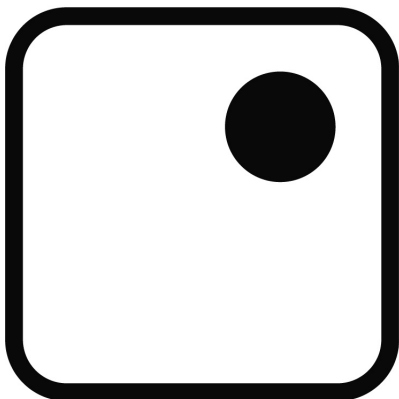
2023

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Graphic Arts / Sveučilište u Zagrebu, Grafički fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:216:412200>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-21**



Repository / Repozitorij:

[Faculty of Graphic Arts Repository](#)





Sveučilište u Zagrebu
Grafički fakultet

ZAVRŠNI RAD

Jelena Katančić



Sveučilište u Zagrebu
Grafički fakultet

Smjer: tehničko-tehnološki

ZAVRŠNI RAD

PAMETNA AMBALAŽA I BAR KOD

Mentor:

Doc. dr. sc. Denis Jurečić dipl. ing.

Studentica:

Jelena Katančić

Zagreb, 2023.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

GRAFIČKI FAKULTET

Getaldićeva 2

Zagreb, 13. 9. 2023.

Temeljem podnietog zahtjeva za prijavu teme završnog rada izdaje se

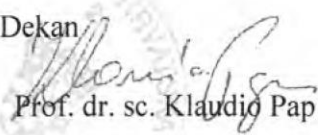
R J E Š E N J E

kojim se studentu/ici Jeleni Katančić, JMBAG 0128062814, sukladno čl. 5. st. 5. Pravilnika o izradi i obrani završnog rada od 13.02.2012. godine, odobrava izrada završnog rada, pod naslovom: Pametna ambalaža i bar kod, pod mentorstvom doc. dr. sc. Denisa Jurečića.

Sukladno čl. 9. st. 1. Pravilnika o izradi i obrani završnog rada od 13.02.2012. godine, Povjerenstvo za nastavu, završne i diplomske ispite predložilo je ispitno Povjerenstvo kako slijedi:

1. izv. prof. dr. sc. Pasanec Preprotić Suzana, predsjednik/ica
2. doc. dr. sc. Jurečić Denis, mentor/ica
3. izv. prof. dr. sc. Donevski Davor, član/ica

Dekan


Prof. dr. sc. Klaudio Pap



Sažetak

Pametna ambalaža je noviji pojam stvoren razvojem digitalne tehnologije i predstavlja inovativni koncept ambalaže koji ide dalje od tradicionalne funkcije zaštite proizvoda. Ona osim primarne zaštite koristi inteligentne sustave koji omogućuju bolje i praktičnije pakiranje prehrambenih, kozmetičkih i drugih proizvoda. Cilj je pametne ambalaže olakšati uporabu proizvoda, očuvati njegovu kvalitetu u što duljem vremenskom periodu te prenositi osnovne i dodatne informacije o upakiranom proizvodu. Bar kodovi imaju važnu ulogu u pametnoj ambalaži jer omogućavaju pohranu i razmjenu informacija o proizvodima. Cilj istraživanja rada: opisati primjenu pametne ambalaže koja uključuje praćenje rokova trajanja i informacija o proizvodu putem bar kodova. Pametna ambalaža i bar kodovi zajedno poboljšavaju iskustvo potrošača, pružajući im korisne informacije o proizvodima te osiguravaju sigurnost i autentičnost proizvoda.

Ključne riječi

ambalaža, bar kod, inteligentni sustavi, sigurnost i zaštita pakiranja, praćenje proizvoda

Sadržaj

1. UVOD.....	1
2. AMBALAŽA.....	3
2.1. Počeci ambalažnog pakiranja	4
2.2. Osnovne funkcije ambalaže.....	6
2.3. Otpad od hrane.....	7
2.4. Rok trajanja	8
3. BAR-KOD.....	10
3.1. Jednodimenzionalni bar-kod	11
3.2. Dvodimenzionalni bar-kod.....	12
4. PAMETNA AMBALAŽA.....	14
4.1. Indikatori pametne ambalaže.....	14
4.1.1. Indikator vremena i temperature	15
4.1.2. Indikator svježine	15
4.1.3. Indikator curenja	16
4.1.4. pH indikator	16
4.2. Pametna ambalaža i bar-kod.....	16
5. ZAKLJUČAK.....	18
6. LITERATURA.....	20

1. UVOD

Ambalaža sama po sebi nije proizvod već način transporta i zaštite drugih proizvoda, pa kao takva cilj joj je osigurati sadržaj i spriječiti curenje, lomljenje i zaštititi hranu od različitih opasnosti poput bakterija, topline i vlage. Ambalaža iz dana u dan evoluirala i napreduje, a kako bi se poboljšala sigurnost proizvoda i visoki standardi kvalitete koristi se pametna ambalaža. Ovakvi sustavi mogu trajno pratiti status kvalitete proizvoda i dijeliti informacije s kupcem. Na taj način može se smanjiti bacanje hrane i optimizirati zadovoljstvo kupaca.

Ambalaža odvaja proizvode od vanjskog okruženja i ima četiri osnovne funkcije: zaštitu, komunikaciju, praktičnost i zadržavanje. Komunicira s potrošačem putem pisanog teksta ili grafike i pojednostavljuje rukovanje sadržanim proizvodima s praktičnim značajkama kao što je mogućnost ponovnog zatvaranja ili mikrovalne pećnice. Nadalje, nudi spremnike različitih oblika i veličina te se prilagođava životnom stilu kupca. Osim poboljšanog marketinga i distribucije, pakiranje također usporava propadanje kvalitete. Značajno pridonose sigurnoj isporuci i očuvanju zapakirane hrane. Međutim, potpuno uklanjanje gubitka kvalitete nije moguće.

U strahu da bi se namirnice mogle pokvariti, mnogi potrošači bacaju proizvode koji bi zapravo još bili prikladni za konzumaciju. Često malo odstupanje od norme, bilo u boji, konzistenciji ili čak prolasku roka, dovodi do toga da proizvodi završe u smeću.

Kako bi se smanjio ovaj nenamjerni otpad proizvoda, mogao bi se početi koristiti takozvani koncept inteligentnog pakiranja. Ali to nije jedina prednost koju ovakva tehnologija donosi.

U radu će se objasniti kako inteligentno pakiranje može pratiti i prikazati status kvalitete od točke proizvodnje do kupca. Ovaj stalni nadzor ne samo da smanjuje nepotrebno bacanje hrane, već i štiti potrošače od potencijalnog trovanja hranom, povećava učinkovitost prehrambene industrije i poboljšava sljedivost.

Nadalje, kako bi se to omogućilo, odnosno kako bi takve informacije bile dostupne ne samo dobavljaču već i potrošaču, objasnit će se funkcija barkodova i način pristupa informacijama.

2. AMBALAŽA

Ambalaža se može definirati na više načina. Ona je način osiguravanja proizvoda do krajnjeg potrošača. To je koordinirani sustav pripreme robe za transport, distribuciju, skladištenje, maloprodaju i krajnju upotrebu. Ambalaža je tehno-komercijalna funkcija usmjerena na optimalizaciju troškova isporuke dok se maksimizira prodaja, a time i profit.

Ambalaža je materijal kojim se roba omotava ili unutar kojeg se roba smješta da bi se ona ili okoliš zaštitili, da bi se sigurno transportirala, skladištila i da bi se lako i bez opasnosti njome rukovalo.



Slika 1: različiti oblici ambalaže

(<http://www.packaging-supplies.com/2023/01/30/the-right-packaging-supplies-for-products/>)

Svojim izgledom, oblikom i dizajnom ambalaža utječe i na prodaju proizvoda. Ambalažom se stvara pozitivna ili negativna slika o proizvodu i proizvođaču. Osnovna podjela ambalaže je na transportnu i komercijalnu, a može biti i povratna i nepovratna, ovisno o materijalu od kojeg je načinjena.

Osnovni uvjeti koje ambalaža mora zadovoljiti obzirom na materijale od kojih je izrađena jesu čvrstoća (sposobnost materijala da drži oblik i bude otporan lomljenju, udarcima,...), elastičnost (savijanjem se vraća u prvotni oblik), plastičnost (sposobnost stalnog mijenjanja oblika) te žilavost (sposobnost

mijenjanja oblika bez pucanja), vlačna čvrstoća (sposobnost istezanja bez pucanja), kovkost (preoblikovanje bez pucanja), izdržljivost (stabilnost od lomljenja prilikom udaraca, vibracija) te tiskovnost (kvalitetno prihvaćanje tiskarskog bojila).

Ambalaža se u današnje vrijeme izrađuje od različitih materijala, najčešće papira i kartona, ljepenke, celofana, tekstilnog materijala, plastičnih masa, stakla, keramike, metala i drva, među kojima su vodeći karton i papir te fleksibilna ambalaža od sintetičkih materijala.

Važno je spomenuti etikete koje su praktički nositelj ambalaže. Bez etikete, proizvod nije artikl već je samo proizvod u ambalaži. Da bi proizvod postao artikl, potrebna mu je etiketa na kojoj se nalazi ime, svojstva proizvoda, porijeklo i bar-kod.

Ambalaža je, dakle, sredstvo komuniciranja na relaciji proizvod - kupac jer svojim slikama, simbolima te tipom slova daje potrošaču informaciju o proizvodu te produbljuje njegovo zanimanje za njega (Jurečić, 1992.).

2.1. Početci ambalažnog pakiranja

U posljednja dva stoljeća ambalaža je kao jedna osnova pakiranja za određeni proizvod evolvirala, ne samo u što efikasniju ambalažu, nego je postala i vrlo važan detalj u cjelokupnom dizajnu proizvoda.

Moglo bi se reći da su vojne potrebe pomogle u ključnim razvojjima. To uključuje izum konzerviranja hrane za vrijeme Napoleona u Francuskoj, a tako i povećano korištenje papirnato pakiranih proizvoda, uključujući meki sir i mlijeko u prahu tijekom nestašica konzervi za vrijeme Prvog svjetskog rata. Povećana potražnja za prepakiranom hranom i već gotovim obrocima za vrijeme Drugog svjetskog rata dovela je do proširivanja raspona materijala korištenih za pakiranje ambalaže. To je sve omogućeno razvojjima u prehrambenoj industriji i znanosti, materijalu za pakiranje i strojnom tehnologijom.

Od razvitka termalno očuvane hrane u staklenim posudama i razvojem stroja za izradu papirnatih vreća početkom 19. stoljeća, izuma valovitog i obloženog materijala za pakiranje, te prvog stroja za savijanje kartona krajem 19. stoljeća, pa sve do izuma čepa i voskom obloženog kartona za mlijeko u ranim počecima 20. stoljeća.

Piva i tekućine u limenci i šlag u spreju samo su neki primjeri početaka pakiranja hrane u ambalažu. Plastične boce su predstavljene 1956. kada je i Tetra Pak lansirao svoj tetraedarski karton mlijeka izrađenog od kartona obloženog polietilenom niske gustoće.



Slika 2: tetraedarski karton mlijeka

<https://www.dairyreporter.com/Article/2019/03/07/Tetra-Pak-addresses-waste-challenge-with-Cube-aseptic-packaging>

1970-ih godina, uveden je bar-kod sustav za ambalažu u SAD-u, a u Ujedinjenom Kraljevstvu uvedeni su smrznuti obroci i smrznuta hrana za mikrovalnu pećnicu, 1973. razvijena je rastezljiva PET boca oblikovana injekcijskim puhanjem koja se koristi za gazirana pića.

Razvoj je nastavio 80-ih kada se počela koekstrudirati plastika za zaštitu od kisika kod boca za umake koja se mogla stisnuti, a plastične posude su bile sigurne za mikrovalnu pećnicu, dok je u Japanu predstavljena limenka sa prstenastim povlačenjem kojim je uklonjen cijeli poklopac. 90-ih godina

uveden je digitalni tisak grafika na kartonske omote i naljepnice za hranu u Velikoj Britaniji što je potaklo bolju diferencijaciju marki.

Ono što danas pokreće prehrambenu tehnologiju i inovaciju pakiranja jesu kvaliteta i praktičnost proizvoda, kao i zaštita i higijena. Također, raste potražnja za ambalažom koja nudi ne samo jednostavnu upotrebu već i visoku kvalitetu hrane [3].

2.2. Osnovne funkcije ambalaže

Osnovne funkcije ambalaže jesu:

- štiti proizvod od oštećenja
- pruža osnovne informacije
- sadrži proizvod
- promovira proizvod
- poboljša učinkovitost skladištenja
- ekološka prihvatljivost [4]

Zaštitna funkcija ambalaže zapravo je zaštita sadržaja od utjecaja okoline i obrnuto. Također, ima cilj zaštititi robu od gubitka, oštećenja i krađe. Proizvod mora biti zaštićen od pada, zgnječenja i vibracija koje trpi tijekom transporta. Proizvod također treba zaštititi od klime, uključujući visoke temperature, vlagu, svjetlost i plinove u zraku, ali i mikroorganizama, kemikalija i insekata.

Osnovne informacije podrazumijeva najvažniji element ambalaže - bar-kod, a ovisno o proizvodu ambalaža sadrži upute za uporabu, sigurnosne upute, deklariranu težinu ili volumen. Sva pakiranja moraju imati jasno naveden naziv i adresu proizvođača, pakiratelja ili uvoznika.

Oblik ambalaže uvelike utječe na funkcionalnost proizvodnje i samo skladištenje. Pakiranje koje je dizajnirano da se može sastaviti i rastaviti kompaktno i jednostavno, te da ne dodaje prekomjernu težinu može omogućiti više mjesta za pohranu, a istovremeno čini transport i dostavu isplativijima.

Što se tiče ekološke prihvatljivosti i ambalažnog utjecaja na okoliš, podrazumijeva se smanjenje razine plastike za jednokratnu upotrebu u proizvodima i izbjegava nepotrebni otpad. Moderna ambalaža zahtijeva kreativni pristup i rješenja, a recikliranje mora biti standard ambalaže.

2.3. Otpad od hrane

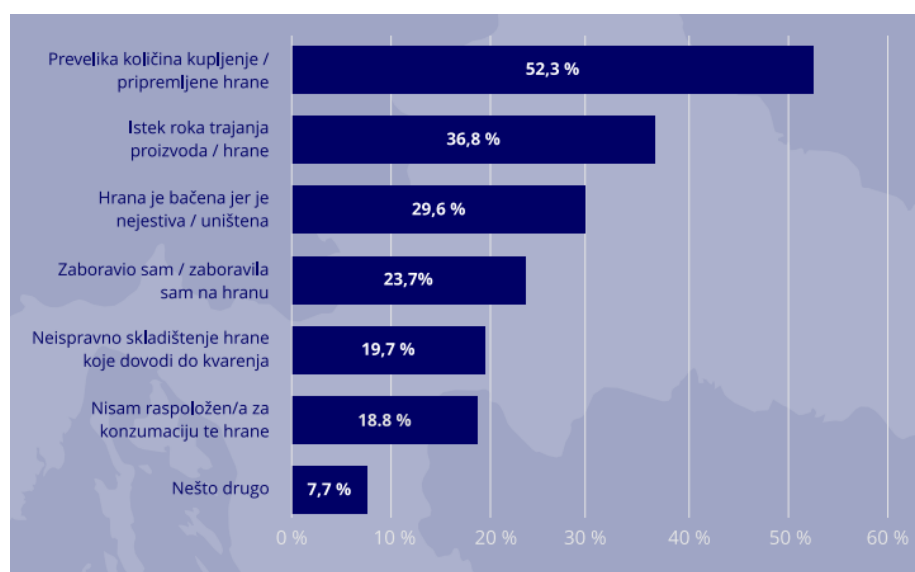
Pakiranje u kombinaciji s razvojem znanosti o hrani, tehnikama obrade i konzerviranja primijenjeno je na različite načine kako bi se osigurala sigurnost potrošača i cjelovitost proizvoda. Uspjeh pakiranja i prehrambene tehnologije u tom pogledu ogleda se u činjenici da se sadržaj milijardi pakiranja sigurno konzumira svaki dan. Kako bi se smanjilo bacanje hrane u cijelom opskrbnom lancu, a time i smanjili troškovi, potrebna je optimalna razina pakiranja.

Značajno bacanje hrane događa se u mnogim manje razvijenim zemljama - između 30% i 50% proizvedene hrane baca se zbog neadekvatnih načina očuvanja, zaštite, skladištenja i transporta (*Svjetska zdravstvena organizacija*).

U razvijenim zemljama, gdje su moderni sustavi prerade, pakiranja i distribucije uobičajeni, bacanje hrane prije nego što stigne do potrošača iznosi samo 2-3%. Manje od 1% zapakirane hrane odlazi u otpad, u usporedbi s između 10% i 20% nezapakirane hrane - Industrijsko vijeće za ambalažu i okoliš (*INCPEN*). Rasipanje hrane može predstavljati mnogo veći financijski gubitak od same cijene pokvarenog proizvoda, na primjer, mogu postojati troškovi povezani sa spašavanjem, odlaganjem, administracijom, zamjenom, osiguranjem i sudskim sporovima. Postoji potencijalni gubitak dobre volje kupaca, što je važno razmatrati na današnjem visoko konkurentnom tržištu [7].

Istraživanje o otpadu hrane u Republici Hrvatskoj provedeni provelo je Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja prema novoj metodologiji Europske unije za praćenje otpada od hrane, 2021. Rezultati su pokazali da u kućanstvima i poslovnom sektoru nastane 286 379 tona otpada od hrane, odnosno 71 kilogram po stanovniku. Nadalje, u kućanstvima 60% otpada od hrane čine nejestivi dijelovi hrane poput kostiju, ljusaka od jaja, kore citrusa i slično, dok jestivi dio čini 40%, a to je dio čije bi se bacanje moglo spriječiti.

Istraživanje tvrdi da se u kućanstvima najviše baca meso, iza kojeg slijedi voće, a onda povrće, dok kao razlog bacanja navodi preveliku količinu kupljene i/ili pripremljene hrane, a već kao drugi najzastupljeniji odgovor je istek roka [8].



Slika 3: razlozi bacanja hrane u Republici Hrvatskoj 2021. godine

(https://www.haop.hr/sites/default/files/uploads/dokumenti/021_otpad/Izvjesca/OTP_infografika%20Otpad%20od%20hrane_3.pdf)

2.4. Rok trajanja

Potražnja za svježim proizvodima dramatično je porasla i što je važnije, kvaliteta, raznolikost i dostupnost takvih proizvoda postali su važan kriterij za potrošače. Ipak, iako su kvarljive namirnice, itekako su prioritet u trgovinama, no kvarenje tijekom distribucije je ozbiljan problem. Jasno je da je središnji problem u opskrbnim lancima kvarljivih proizvoda kako održati dostupnost proizvoda i pritom izbjeci pretjerani gubitak. Kvarljivi prehrambeni artikli imaju nasumični životni vijek, uglavnom zbog vanjskih uvjeta u opskrbnim lancima, kao što su temperatura i vlažnost, zajedno s neizvjesnim vremenima prijevoza i uvjetima berbe [9].

Dodatni izazov je to što za mnoge proizvode trgovac na malo ili potrošač ne mogu izravno uočiti svježinu ili kvarenje. Zapakirana svježa hrana općenito

zabranjuje taktilni pregled i pregled njuhom. Vizualni pregled može otkriti jako pokvarene proizvode, ali ne može pokazati ranu pojavu kvarenja. Za mnogo voća i povrća, njihova boja i čvrstoća nisu uvjet za nasumično određivanje roka trajanja, jer procesi sazrijevanja su različiti i mijenjaju se sa temperaturama [10].

Nadalje, kupac očekuje da će proizvod ostati kvalitetan kroz razumno vremensko razdoblje, što podrazumijeva vrijeme dostupno za potrošnju nakon kupnje. Zbog izazova određivanja preostalog roka trajanja u maloprodaji, odnosno nakon transporta i dostave, vijek trajanja za mnoštvo svježih kvarljivih proizvoda postavljeni su nasumično zbog čega Državna tijela zahtijevaju dodjelu roka isteka radi zdravlja, sigurnosti i zaštite potrošača (Labuza & Szybist, 2001.).

Određivanje odgovarajućih datuma isteka je izazov po sebi jer se moraju uzeti u obzir pretpostavke o neizvjesnim budućim uvjetima tijekom distribucije i skladištenja. Jasno je da prerano određeni datum povećava vjerojatnost da će se nepokvareni proizvod prerano odbaciti, dok prekasno određeni datumi povećavaju vjerojatnost da će već pokvareni proizvod biti prodan potrošačima. Kako bi se oboje spriječilo, najčešće se koristi konzervativna praksa datiranja, pri čemu se navedeni rok trajanja smanjuje ispod onog utvrđenog znanstvenim metodama. (Bucknavage, 2009.).

Većina istraživanja o upravljanju zalihama kvarljivih proizvoda pretpostavlja jednolično propadanje proizvoda tijekom vremena, no starenje proizvoda nije jedini utjecaj na kvarenje. U stvarnosti, nekoliko je razloga koji utječu na istek i kvarenje proizvoda, a to su:

- temperatura i relativna vlažnost
- svjetlost
- doticaj sa zrakom [12]

Održavanje konstantne temperature, povoljne za proizvod, praktički je nemoguće s obzirom da su različite jedinice proizvoda otpremljene unutar iste pošiljke podložne vremenski promjenjivoj temperaturi tako da kada stignu do odredišta mogu imati različite rokove trajanja.

3. BAR-KOD

Općenito, svaki od navedenih linijskih kodova sastavljen je od jedne serije paralelnih tamnih linija različitih širina na tamnoj podlozi, a predstavlja brojčanu oznaku proizvoda koju je moguće prepoznati optičkim čitačem (Jurečić, 1992.). Bar-kod se kao simbol tiska ili direktno na ambalažu ili na naljepnicu i tako identificirani proizvod odlazi u distribucijsku mrežu. EAN sustav je jedinstveni međunarodni sustav šifriranja, označavanja i identifikacije. Nastao je kao europski sustav (European Article Numbering), no prihvaćen od velikog broja država ubrzo postaje svjetski sustav. EAN oznaka jedinstvena je u svijetu i njeno pravilno korištenje onemogućuje dodjelu iste oznake različitim proizvodima.

Struktura EAN koda sastoji se od grupe brojeva koji sadrže podatak o zemlji porijekla, proizvođaču i samom proizvodu. U standardnom EAN 13 kodu uz dvanaest znamenki, trinaesta znamenka je kontrolna znamenka. Svaki EAN bar-kod sastoji se od graničnih linija na lijevoj i desnoj strani od samog bar-koda, te obaveznih tihih zona (bijeli prostor sa svake strane) [14].



Slika 4: EAN-13 bar-kod

(<https://www.gs1hr.org/hr/gs1-standardi/prikupljanje/ean-13-ean-8-upc-a>)

Bar-kod, ili kako ga još nazivaju, crtični kod, vizualni je oblik reprezentacije informacija na nekom pravcu, površini ili prostoru. To je skup numeričkih i alfanumeričkih znakova pretvoren u smisleni niz tamnih i svijetlih linija. (Bolanča, 2013.)

On zapravo daje informacije računalu o proizvodu (artiklu). Računalo dobiva informacije iz bar-koda preko skenera (čitača bar-kodova), prilikom skeniranja koda. Bar-kod je određen tamnijim linijama i bjelinom između njih (praznine).

I ta je praznina bitan dio bar-koda jer je ona također njegov sastavni dio. Obzirom da čovjek nije u mogućnosti iščitavati te linije, nadodani su brojevi ispod samih linija, kako bi se čovjeku olakšao unos bar-koda bez skenera. Svaki se bar-kod sastoji od početne i završne linije koje označavaju početak i kraj bar-koda.

Lako je doći do zaključka zašto se bar-kod koristi, a njegova glavna uloga jest brzina i obuhvatnost velikog broja informacija. Odnosno brzina prijenosa podataka iz fizičkog u računalni oblik prilikom čega se vrlo malo u sam proces upliće čovjek. Stoga su smanjene i pogreške jer nema ljudskog djelovanja. A što se tiče velike količine informacija, poznato je da je u ponudi sve više artikala, usluga i proizvoda od kojih svaki ima svoju šifru namjene i sve općenite informacije.

3.1. Jednodimenzionalni bar-kod

Jednodimenzionalni ili linearni crtični kod tipičan je stil bar-koda s kojim smo najpoznatiji. Sve informacije u kodu organizirane su vodoravno u širini koda i prazninama između crtica, a skener ih čita slijeva nadesno. Linearni bar-kod koristi većina trgovina na svojim proizvodima. Ovaj kod sadrži brojeve, slova i simbole koji povezuju kod sa skupom informacija u bazi podataka s detaljima kao što su naziv proizvoda, vrsta, veličina i boja.

Postoje različiti tipovi jednodimenzionalnog koda, a neki od njih su:

- UPC bar-kod - koristi se za označavanje robe široke potrošnje uglavnom u SAD-u, ali i u Australiji i Novom Zelandu, vrlo je sličan EAN-13 kodu s razlikom u početnoj nuli crtičnog koda
- EAN bar-kod
- MSI Plessey bar-kod koristi se za upravljanje zalihama
- Bar-kod 39 (ili kod 3 od 9) koristi automobilska industrija
- Codabar koristi logistički i zdravstveni radnici, uključujući američke banke krvi, FedEx dostava, fotolaboratoriji i knjižnice; ovaj se barkod lako ispisa, a sadrži do 16 različitih znakova
- GS1 DataBar crtični kod koristi se u maloprodajnim objektima, ali i u zdravstvenoj industriji za manje proizvoda

3.2. Dvodimenzionalni bar-kod

2D crtični kodovi mogu pohraniti dodatne informacije, uključujući količinu slike i URL web stranice. Najčešći i najupotrebljavaniji 2D kod je QR (Quick response) kod koji ima mogućnost usmjeriti korisnika na određenu web stranicu putem kamere na mobitelu. Putem QR koda može se pristupiti Wi-Fi mreži, a koriste ga na primjer kafići i restorani za beskontaktni pristup meniju i tvrtke kako bi omogućile beskontaktno plaćanje.



Slika 5: QR kod za registraciju ZET karte

Dvodimenzionalni bar-kod PDF417 koristi vlada i logistika, pa ćemo ovaj primjer 2D koda vidjeti na vozačkim dozvolama ili primjerice na ukrajnim kartama. Može pohraniti ogromne količine podataka kao što su fotografije, otisci prstiju i potpise pa su time jedni od najmoćnijih bar-kodova sa mogućom pohranom od čak 1,1 kilobajta čitljivih podataka [15].



Slika 6: ukrajna avionska karta sa PDF417 bar-kodom

(<https://www.appsapk.com/pdf417-barcode-scanner/>)

4. PAMETNA AMBALAŽA

Trend ka održivosti, poboljšanoj sigurnosti proizvoda i visokim standardima kvalitete važni su u svim područjima znanosti o životu. Kako bi se zadovoljili ovi zahtjevi, u prehrambenom sektoru koristi se inteligentna, odnosno pametna ambalaža. Ovi sustavi mogu trajno pratiti status kvalitete proizvoda i dijeliti informacije s kupcem. Na taj način može se smanjiti bacanje hrane i optimizirati zadovoljstvo kupca.

Inteligentno pakiranje ima mogućnost pratiti i prikazati status kvalitete od točke proizvodnje do kupca. Ovakav stalni nadzor ne samo da smanjuje nepotrebno bacanje hrane, već i štiti potrošače od potencijalnog trovanja hranom, povećava učinkovitost prehrambene industrije i poboljšava sljedivost.

Inteligentno pakiranje ima potencijal poboljšati sigurnost proizvoda, smanjiti utjecaj na okoliš i povećati atraktivnost pakirnog proizvoda, ali i prehrambenih tvrtki.

Nadalje, pametno pakiranje podijeljeno je u tri glavne kategorije:

- indikatori (koji potrošačima nisu samo praktični već i pružaju informacije o kvaliteti hrane)
- nositelji podataka (skladištenje, distribucija i sljedivost)
- senzori (za brzo i učinkovito mjerenje prehrambenih proizvoda) [18]

4.1. Indikatori pametne ambalaže

Svojstva indikatora su uglavnom predviđanje roka trajanja prehrambenih proizvoda i prenošenje informacija o kvaliteti i sigurnosti hrane, kao i drugih karakteristika, potrošačima na temelju prisutnosti određenih kemijskih ili bioloških tvari unutar pakiranja. Indikatori se mogu klasificirati u različite vrste, pa tako imamo indikatore vremena i temperature (TTI), indikatore svježine (FI), indikatore curenja (LI) i pH indikatore (PHI).

4.1.1. Indikator vremena i temperature

Indikatori vremena i temperature bilježe promijene temperature zapakiranih prehrambenih proizvoda tijekom razdoblja pakiranja, skladištenja, distribucije i maloprodaje. Putem ovakvih nepovratnih podataka, potrošači i distributeri dobivaju informacije o kvaliteti i sigurnosti hrane.

Odgovarajuća pH osjetljiva nijansa promijenila bi boju naljepnice iz zelene u žutu i narančastu. Zeleni simbol na naljepnici označava aktivaciju indikatora vremena i temperature, žuti označava da proizvodu ističe rok trajanja, a narančasto-crveni označava da hrana više nije za uporabu.

4.1.2. Indikator svježine

Kada su svježi prehrambeni proizvodi pakirani, njihovi metaboliti se stalno mijenjaju zbog unutarnjih kemijskih promjena, bioloških aktivnosti i drugih čimbenika. Indikator svježine prenosi informacije o kvaliteti potrošačima i distributerima otkrivanjem ovih metabolita ili vidljivim promjenama boje s metabolitima. Metaboliti kao što su glukoza, organske kiseline, etanol, biološki amini, ugljikov dioksid i sulfidi obično se koriste za procjenu svježine hrane, zbog čega se indikatori svježine pretežno koriste za svježiju hranu, uključujući voće i plodove mora.



Slika 7: naljepnica s promjenom boje kao indikator svježine

(<https://eurconltd.com/2021/03/18/insignia-technologies-ltd/>)

4.1.3. Indikator curenja

Indikator curenja odnosno indikator plina pruža alternativnu metodu za praćenje kvalitete i sigurnosti hrane izravnim kontaktom s plinovima koji nastaju tijekom kvarenja hrane i praćenjem promjena u sastavu plina pakiranja. Sastav plinova u zapakiranoj hrani izravno su povezani sa trajnošću, kvalitetom i sigurnošću ambalaže pakirane hrane. Među indikatorima za curenje koriste se kisik, CO₂, vodena para i etanol [19].

4.1.4. pH indikator

Na temelju prirodnih bojila za hranu, pametna ambalaža prati kvalitativna svojstva hrane u stvarnom vremenu, uključujući svježinu, rast mikroba i kemijske promjene u proizvodu, kroz vizualne promjene i mjerenja pH promjena u hrani. Ovi indikatori omogućuju brzu i pouzdanu procjenu kvalitete i sigurnosti hrane [20].

4.2. Pametna ambalaža i bar-kod

Crtični kod poznata je značajka ambalaže i kao takva, ključno je sredstvo za primjenu inteligentne tehnologije pakiranja.

Također, poznato je da pomoću skenerskog sustava barkod daje informaciju o vrsti proizvoda, tj. barkod je ujedno identifikacijsko sredstvo samog proizvoda, pa tako skener daje informaciju o cijeni, težini, količini na stanju, količini u dolasku i ostalo.

Glavna ideja je prenijeti važne informacije u formatu QR koda na proizvodu ili ambalaži do sljedećeg korisnika u prehrambenom lancu. Kod koji se lako očitava 2D barkod čitačem ili pametnim telefonom, a informacije se mogu dobiti odmah.

Za postavljanje sustava sljedivosti potrebno je osigurati ažurirane podatke koji su značajni za korisnika, kao što su podrijetlo proizvoda, način obrade, uvjeti skladištenja i rok trajanja [21].

Digitalnim ispisom varijabilnih podataka ispisuje se jedinstveni kod na svakom pojedinačnom paketu. Svaki kod povezuje se s digitalnim iskustvom koje

vlasnik robne marke kontrolira i može ga ažurirati u bilo kojem trenutku, čak i nakon što je proizvod u prometu.

Ovakvi specijalizirani kodovi svakoj ambalaži daju jedinstveni digitalni identitet. To može biti od pomoći u zaštiti od krivotvoritelja i preusmjerenja na sivo tržište. Budući da svaki paket ima jedinstveni barkod, moguće je pratiti svaki proizvod kroz cijeli opskrbeni lanac i pružiti prilagođena digitalna iskustva pojedinačnim potrošačima putem mobilnog telefona.

Osim toga, budući da svaki proizvod ima svoj poseban kod, robne marke mogu pridružiti određene podatke određenom paketu. U slučaju opoziva, to može pomoći vlasnicima robnih marki da lako uklone neprikladan proizvod. Specijalizirani QR kodovi također omogućuju vlasnicima robnih marki da dobiju metriku o tržišnim aktivnostima i aktivnostima lanaca opskrbe.

Nadalje, tu su i brojne mogućnosti koje povezuju potrošača sa pametnim pakiranjem, na primjer na edukativni način. Svi potrošači mogu iskoristiti ovaj angažman jednostavnim korištenjem kamere svog mobilnog telefona za skeniranje koda, za što čak nije potrebno instaliranje nikakve aplikacije. Korištenjem koda potrošači su usmjereni na određenu web stranicu gdje mogu pročitati recept za određenu namirnicu sa koje su skenirali kod, ili čak pogledati vodiča za kuhanje.

Potrošači mogu koristiti praćenje skeniranjem koda i učenjem o izvornim sastojcima proizvoda, kao i o putu proizvoda od farme do stola (ili trgovine). Vlasnici robnih marki mogu ga koristiti za dobivanje informacija o opskrbnom lancu koje će pomoći u jačanju logistike. Na primjer, kava, odnosno mogućnost praćenja mjesta branja zrna, njegovo pakiranje i putovanje do lokalne trgovine. Vlasnici brandova mogu pratiti put paketa kave do mjesta kupnje i dalje sve do odlaganja ili recikliranja [22].

5. ZAKLJUČAK

Pametna ambalaža koristi jedinstvene i specifične kodove, crtične kodove ili druge digitalne identitete za interakciju sa potrošačima, provjeru autentičnosti i praćenje putovanja proizvoda. Ova tehnologija pretvara ono što je nekad bila jedinstvena ambalaža u digitalni alat, istovremeno pružajući vrijedne uvide i informacije vlasnicima robnih marki i potrošačima.

Generalno govoreći, inteligentno pakiranje jednostavno je za korištenje i pruža niz prednosti za potrošače, proizvođače hrane i cijelu prehrambenu industriju.

Trenutačni status kvalitete proizvoda može se odrediti pomoću indikatora i senzora. To rezultira općim povećanjem sigurnosti proizvoda i smanjenjem nepotrebnog bacanja hrane. Osim toga, ovakvo dosljedno praćenje kvalitete također smanjuje vrijeme i materijalne troškove u metodama analize pakirane hrane. Daljnje troškovne prednosti također se pojavljuju duž opskrbnog lanca kada inteligentno pakiranje smanjuje bacanje hrane. Ovi bi aspekti mogli biti još važniji u drugim znanostima o životu poput farmaceutske industrije.

Nositelji podataka omogućuju bolju sljedivost opskrbnog lanca. Zbog svoje niske cijene, jednostavnosti korištenja i pogodnosti koje pružaju, crtični kodovi i QR kodovi danas su široko rasprostranjeni. Nasuprot tome, indikatori i senzori se jedva mogu naći na tržištu. Jedan od razloga za to je cijena jer su troškovi razvoja i proizvodnje još uvijek vrlo visoki. Troškovi pakiranja mogu iznositi 50-100% ukupnih troškova konačnog proizvoda.

Nadalje, korištenje indikatora i senzora moglo bi dovesti do negativne promijene u kupovnom ponašanju potrošača: kupci bi najvjerojatnije vratili proizvode s obojenim indikatorom svježine natrag na policu i odabrali proizvod s neobojenim indikatorom svježine i naravno uvijek postoji vjerojatnost u nepovjerenje prema ovakvoj tehnologiji. U isto vrijeme, ovakvo ponašanje moglo bi dovesti do povećanja neprodane hrane.

Sa druge strane, kako je poznato stvarno trenutno stanje kvalitete hrane, trgovac na malo može prvo prodati proizvode s kraćim rokom trajanja i tako smanjiti rasipanje hrane.

Mora se osigurati da su sustavi kompatibilni s hranom koja se prati. Ne može se svako inteligentno pakiranje koristiti za svaku vrstu hrane. Stoga se mora razjasniti koji indikator ili senzor je prikladan za proizvod. Inteligentno pakiranje može biti korisno samo ako se slaže sa hranom. Na primjer, za ohlađene i smrznute proizvode trebao bi se primjenjivati indikator vremena i temperature.

Još jedan aspekt koji treba razjasniti je recikliranje ambalaže. Dodatni otpad koji nastaje ugradnjom i proizvodnjom inteligentne ambalaže zapravo je kontradiktoran cilju smanjenja količine bačene hrane.

Također treba napomenuti da nije moguće 100% osloniti se na inteligentno pakiranje za optimalnu kvalitetu proizvoda jer se ne može isključiti pogrešna uporaba ili kvar sustava. Za gubitak kvalitete često je odgovorno nekoliko čimbenika. Praćenje samo jednog parametra ne može dati potpunu izjavu o statusu kvalitete proizvoda.

Nadalje, vanjski utjecaji kao što su svjetlost, temperatura ili mehanički stres ponekad mogu imati negativan učinak na tehnologiju. S jedne strane to može dovesti do situacije u kojoj se proizvodi klasificiraju kao neprikladni za potrošnju, iako oni jesu prikladni. S druge strane to može rezultirati situacijom u kojoj nije naznačeno kvarenje proizvoda, gdje u najgorem slučaju, konzumacija takvog proizvoda može negativno utjecati na zdravlje potrošača.

Ukratko, može se reći da se praktičnost sustava mora poboljšati i da se pojedinačne tehnologije pakiranja trebaju kombinirati kako bi se iskoristilo što više prednosti.

6. LITERATURA

- [1] D. Jurečić, D. Babić, V. Vancina-Kropar, „Evaluation of information visual elements on the graphic design of packaging“, Annals of DAAAM & Proceedings, 2005.
- [2] D. G. Brian Jones, Mark Tadajewski, „The Routledge Companion to Marketing History“, Siječanj 2016.
- [3] Coles, Richard, „Food packaging technology“, London, 2003., str. 2-4
- [4] <https://technicalfoamservices.co.uk/blog/6-required-functions-of-all-product-packaging/> „6 Required Functions of All Product Packaging“, pristupljeno 20.5.2023.
- [5] Abdalkrim, Al-Hrezat „The Role of Packaging in Consumer's Perception of Product Quality at the Point of Purchase“, 2013.
- [6] Garrone P., Melacini M., Perego A., Sert S., „Reducing food waste in food manufacturing companies“, Studeni 2016.
- [7] Coles, Richard, „Food packaging technology“, London, 2003., str. 6
- [8] Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja, „Predstavljeni rezultati statističkog istraživanja o otpadu od hrane u Republici Hrvatskoj“, 4.1.2022.
- [9] Buzby, Wells, Axtman, Mickey, „Supermarket Loss Estimates for Fresh Fruit, Vegetables, Meat, Poultry, and Seafood and Their Use in the ERS Loss-Adjusted Food Availability Data“, Ožujak 2009.
- [10] Kader, 1986., Maul, Sargent, Sims, Baldin, Balaban, Huber, „Tomato Flavor and Aroma Quality as Affected by Storage Temperature“, Srpanj 2006.
- [11] John Wiley, „Shelf life“, London, 2015.
- [12] Ketzenberg, Michael, „Expiration dates and order quantities for perishables“, 2018.
- [13] https://www.keyence.com/ss/products/auto_id/codereader/basic/mechanism.jsp „Barcode Mechanisms“, pristupljeno 25.7.2023.

- [14] <https://www.encyclopedia.com/science-and-technology/computers-and-electrical-engineering/computers-and-computing/bar-code> „bar code“, pristupljeno 25.7.2023.
- [15] <https://www.scandit.com/resources/guides/types-of-barcodes-choosing-the-right-barcode/> „Types of Barcodes: Choosing the Right Barcode“, pristupljeno 25.7.2023.
- [16] D. Jurečić, „Evaluacija elemenata vizualne informacije na grafičkoj opremi ambalaže“, Ožujak 1992.
- [17] Yam, Takhistov, Miltz, „Intelligent Packaging: Concepts and Applications“, Svibanj 2006.
- [18] Muller, Schmid, „Intelligent Packaging in the Food Sector“, 2019.
- [19] <https://www.mdpi.com/2077-0375/12/5/477> „Properties and Applications of intelligent Packaging Indicators for Food Spoilage“, pristupljeno 6.8.2023.
- [20] Alizadeh-Sani, Mohammadian, Rhim, Jafari, „pH-sensitive smart packaging films based on natural food colorants for the monitoring of food quality and safety“, Studeni 2020.
- [21] Tarjan, Šenk, Tegeltija, Stankovski, Ostojic, „A readability analysis for QR code application in a traceability system“, Studeni 2014.
- [22] <https://epacflexibles.com/en-gh/what-is-smart-packaging/#:~:text=Smart%20packaging%2C%20also%20known%20as,and%20trace%20a%20product's%20journey.> „What is smart packaging?“, pristupljeno 24.8.2023.