

KRATKO PRIOPĆENJE

Od otpada do sirovine – znanstvena dostignuća predstavljena na dva međunarodna renomirana kongresa

Mia Kurek¹, * Mario Ščetar¹, Tibor Jančí², Petra Babić¹

Sažetak

Porastom ribarstva i akvakulture, oko dvije trećine ukupnog ulova ribe odbacuje se kao otpad, stvarajući velike ekonomske i ekološke izazove. Rješavanje problema zbrinjavanja i recikliranja ribljeg otpada je ključno. Potaknuti fokusom na kružno gospodarstvo, u novijim znanstvenim studijama, nedovoljno iskorišteni ili odbačeni morski resursi dodatno se valoriziraju. Dvije su osnovne smjernice: iskorištenje otpada kao sirovine za izradu novih biopolimernih materijala ili se primjenom jestivih prevlaka produžuje trajnost morskih plodova te time smanjuje količina odbačenih/pokvarenih proizvoda. U ovom kratkom pregledu, dani su primjeri novijih znanstvenih istraživanja predstavljenih na dva međunarodna kongresa održana krajem 2024. godine.

Ključne riječi: iskorištenje riblje sirovine; jestive prevlake; trajnost proizvoda; međunarodne konferencije

Uvod

Ambalažni materijali imaju ključnu ulogu u zaštiti hrane, pružajući izvrsna mehanička svojstva, kao i učinkovito štiteći proizvod od vanjskih utjecaja poput vodene pare, kisika i drugih kontaminanata. Globalno tržište pakiranja plodova mora u stalnom je porastu potaknuto urbanizacijom i promjenama prehrambenih navika. S porastom stanovništva i pomakom prema kupovini već gotovih ili polugotovih obroka, veća je i potražnja za upakiranim morskim proizvodima. Istovremeno, rastuća svijest potrošača o štetnosti neodrživih ambalažnih materijala dodatno potiče razvoj novih materijala i tehnologija pakiranja. Tradicionalna

plastika, koja se široko koristi u ambalaži, stvara značajan okolišni problem. Generirani otpad doprinosi onečišćenju okoliša i prema mnogim studijama može predstavljati rizike za ljudsko zdravlje. Ove spoznaje potaknule su interes za razvoj obnovljivih biopolimera kao održive alternative. S obzirom na visoku cijenu sirovine kao i kratak rok trajnosti upakiranih svježih morskih proizvoda, ključno je poznavati sve korake proizvodnje – od ulova do konzumacije. Iako se već desetljećima, a posebice potaknuti smjernicama za sprečavanje i zbrinjavanje otpada nastoji smanjiti otpad industrije ribljih prerađevina, količina generiranog otpa-

¹ Dr.sc. Mia Kurek, izvanredni profesor; dr. sc. Mario Ščetar, izvanredni profesor; Petra Babić, mag.ing.; Laboratorij za pakiranje hrane, Sveučilište u Zagrebu Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Pierottijeva 6, 10000 Zagreb;

² dr. sc. Tibor Jančí, izvanredni profesor, Laboratorij za tehnologiju mesa i ribe, Sveučilište u Zagrebu Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Pierottijeva 6, 10000 Zagreb

* Autor za korespondenciju: mkurek@pbf.hr

da i dalje je značajna. Europska komisija i zemlje članice predane su ispunjavanju ciljeva održivog razvoja 12.3 kako bi se do 2030. prepolovio otpad od hrane po stanovniku u maloprodaji i na razini potrošača, te smanjili gubici hrane duž lanaca proizvodnje i opskrbe hranom (UN *Sustainable Development Goal Target 12.3*; Anonymous 1, 2024.). U tom kontekstu, Europska komisija je već poduzela važne korake za sprječavanje gubitaka i rasipanja hrane, u skladu s radnjama iznesenima u okviru prvog Akcijskog plana za kružno gospodarstvo usvojenog 2015. (COM/2015/0614 final), koje uključuju izradu zajedničke EU metodologije za dosljedno mjerenje rasipanja hrane (C/2019/3211); uspostavljanje platforme EU-a o gubicima hrane i rasipanju hrane; poduzimanje mjera za pojašnjenje zakonodavstva EU-a u vezi s otpadom, hranom i hranom za životinje te olakšavanje doniranja hrane i upotrebe hrane koja više nije namijenjena ljudskoj prehrani u hrani za životinje; i ispitivanje načina za poboljšanje upotrebe označavanja datuma od strane sudionika u prehrambenom lancu i razumijevanje toga od strane potrošača. Iako se otpad od plodova mora (poput ljuski rakova i jastoga) općenito jednostavno odlaže na odlagališta gdje se sporo razgrađuje i ispušta stakleničke plinove u atmosferu, isti je često bogat bioaktivnim tvarima poput kitozana, želatine, alginata i nekih drugih, koji bi, prema mnogim znanstvenim istraživanjima mogli zamijeniti sintetičke polimere u ambalaži za pakiranje a istovremeno i produljiti rok trajnosti upakirane ribe. Također, aktualne teme koje su opisane u stručnim i znanstvenim kolumnama, kao mikroplastika i tzv. PFAS-ovi (per i polifluoralkilne tvari), ukazuju na potrebu za ekološki prihvatljivijim rješenjima. Stoga su brojna istraživanja usmjerena ka otkrivanju kako se morski otpad i alge mogu koristiti za proizvodnju biorazgradive ambalaže bez plastike. Krajem prošle godine održana su dva renomirana međunarodna znanstvena okupljanja, 38. međunarodni kongres EFFoST 2024 (*Future Food Systems: Innovation through Progress at Scientific Interfaces*) i 52. kongres WEFTA (52th *Western European Fish Technologists Association Conference*), gdje se promoviraju inovativne ideje a ključnu ulogu igra oblikovanje budućnosti održivih prehrambenih sustava uključujući pakiranje. Svake godine *European Federation of Food Science and Technology* (EFFoST) organizira prestižnu akademsku konferenciju o znanosti i tehnologiji hrane gdje

svjetski poznati istraživači, znanstvenici, kreatori politika, stručnjaci i studenti iz multidisciplinarnih područja povezanih s hranom dijele najnovija dostignuća. Dok su određeni autori fokusirani na iskorištenje otpada morskih izvora za proizvodnju novih materijala (kao što su alginati, kitozan, fukoidani itd.), drugi se fokusiraju na produženje trajnosti upakirane ribe.

Primjerice, znanstvenici iz Newcastlea i Northumbria su prikazali mogućnost korištenja alginatnih filmova za enkapsulaciju polifenola s ciljem povećanja biodostupnosti istih u tankom crijevu (Tinoco i sur., 2024.). Gichuki Kamau i sur. (2024.) su proučavali *in vitro* sinergijsko djelovanje kombinacije prirodnih antimikrobnih spojeva iz eteričnih ulja za potencijalnu primjenu kao antimikrobno aktivno pakiranje s naglaskom na potencijalne patogene koji mogu biti prisutni u ribi. Autori su prikazali da sinergističke kombinacije prirodnih antimikrobnih spojeva potenciraju aktivnost pakiranja te se mogu koristiti kao antimikrobna pakiranja za produljenje roka trajanja prehrambenih proizvoda, s ciljem smanjenog bacanja hrane i povećanja održivosti.

U okviru znanstvenog projekta ActCoFI-SH, Održivi pristup u razvoju jestivih prevlaka za očuvanje trajnosti svježih Jadranske ribe, financiranim sredstvima Hrvatske zaklade za znanost (HRZZ IP-2022-1837), hrvatski su znanstvenici pak, razvili jestive prevlake od kitozana s ekstraktom motara (*Critmum maritimum*), kao i filmove od i-karagena s dodatkom makro i mikroalgi za pakiranje svježih Jadranske ribe (Kurek i sur., 2024a.; Kurek i sur., 2024b.). Znanstvenici ističu potencijal ekstrakta motara osobito korisnih za proizvode osjetljive na oksidaciju, poput svježih ribe. Optimalni uvjeti pred tretmana ključni su za ekstrakciju vrijednih bioaktivnih spojeva iz nedovoljno iskorištenog mediteranskog bilja, s naglaskom na njihovo značenje u prehrambenoj industriji kao i industriji pakiranja hrane. Vodeni ekstrakti motara pokazali su se prikladnim kandidatima za formulacije na bazi kitozana, pokazujući povoljna svojstva bez negativnog utjecaja na mješljivost, pH ili viskoznost. Prezentirana je i studija optimizacije formulacija biopolimernog filma za pakiranje ribe podešavanjem koncentracije polimera, vrste plastifikatora, i sadržaja mikroalgi. Dodatkom mikroalgi smanjuje se pH otopine što dodatno može utjecati na senzoriku upakiranog proizvoda, dok se viskoznost povećava

la s temperaturom zbog želatinizacije olakšavajući nanošenje na svježi proizvod. Također, dodatkom mikroalgi značajno se poboljšavaju funkcionalna svojstva prevlaka, posebice antioksidacijski potencijal čime bi se značajno moglo utjecati na sprečavanje oksidacije masti i proteina u tretiranoj ribi.

Talijanski su znanstvenici razvili novu metodologiju pakiranja temeljenu na mikrobiomu koji se može koristiti za poboljšanje mikrobne kvalitete i sigurnosti kvarljivih prehrambenih proizvoda bogatih proteinima, čime se smanjuje i sprječava kvarenje i bacanje hrane (Mincione i sur., 2024.). Slično su prikazani i postbiotici koji proizvodnjom antimikrobnih spojeva uključujući mliječnu kiselinu, produljuju rok trajnosti morskih plodova, te sprječavaju stvaranje biogenih amina (Özoğul i sur., 2024.). Norveški su znanstvenici razvili filmove na bazi riblje želatine s gelan gumom i natrijevim alginatom, čime su značajno poboljšana funkcionalna svojstva riblje želatine kao materijala za pakiranje (Nguyen i sur., 2024.), dok su Turski znanstvenici koristili alge kao održivi izvor prirodnih polisaharida za razvoj bioplastike, uzimajući u obzir i korištenje ekološki prihvatljivih otapala kao alternativu konvencionalnim otapalima.

Zaključno, znanstvena zajednica usmjerena na industrijska pakiranja nastavlja s razvojem pametnih i aktivnih biorazgradivih materijala za pakiranje. Opsežni potencijali primjene otpada morskog podrijetla mogu se primijeniti za razvoj brojnih novih proizvoda i biorazgradivih materi-

jala za prehrambenu/funkcionalnu hranu i farmaceutske/biomedicinske primjene, kako je glasio i slogan WEFTA 2024, dodavanje vrijednosti ribi je ulaganje u budućnost. Novi materijali i sustavi pakiranja temeljeni na biopolimerima, integriraju uglavnom antioksidativna i antimikrobna svojstva kao i senzore koji pokazuju svježinu. Korištenje biopolimera proizvedenih iz otpada plodova mora obećavajući je način za razvoj zamjenskih materijala za pakiranje u odnosu na tradicionalno korištene polimerne materijale dobivene iz nafte. Hrana, koja je ključna za postojanje čovječanstva i na koju utječu svjetski ekosustavi, temeljno je pitanje akademskih istraživanja, posebno u smislu održivosti. Održivost postaje (ili bolje rečeno nastavlja biti) izuzetno bitan aspekt i o njoj se aktivno raspravlja u prehrambenom industrijskom i znanstvenom sektoru, utječući na dionike na globalnoj razini. Prakse održivosti razvijene su i integrirane u akcije i politike kako bi se zadovoljile sadašnje potrebe bez ugrožavanja budućih potreba. Iako su postignuta značajna otkrića, još uvijek postoje izazovi vezani uz skalabilnost, učinkovitost i sigurnost potrošača, koji će zahtijevati dodatna istraživanja i industrijsku prilagodbu.

Zahvala:

Ovaj rad je financirala Hrvatska zaklada za znanost projektom HRZZ-IP-2022-10-1837 (Održivi pristup u razvoju jestivih prevlaka u povećanju trajnosti svježije jadranske ribe).

References

- [1] **Anonymous 1, (2024):** Ensure sustainable consumption and production patterns, <https://sdgs.un.org/goals/goal12>, pristupljeno 01.02.2024.
- [2] **COM/2015/0614 final Document 52015DC0614 COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS** Closing the loop - An EU action plan for the Circular Economy
- [3] **C/2019/3211 Document 32019D1597, Commission Delegated Decision (EU) 2019/1597** of 3 May 2019 supplementing Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council as regards a common methodology and minimum quality requirements for the uniform measurement of levels of food waste (Text with EEA relevance.)
- [4] **Tinoco, M.B., J.G. Hernandez, P. Gentile (2024):** 07.5. Bioaccessibility of polyphenols entrapped in alginate edible films. Abstract Book Invited Keynote speakers, Oral presentations, Invited Plenary speakers. 38. Međunarodni kongres EFFoST 2024 (Future Food Systems: Innovation through Progress at Scientific Interfaces), Bruges Belgium, 12-14 November 2024, Str 57.
- [5] **Gichuki Kamau, P., M.C. Cruz-Romero, P.A. Calderon, J.P. Kerry (2024):** P1.4.002 In vitro Synergistic Activity of Natural Antimicrobials Combinations for Potential Antimicrobial Active Packaging Application. Abstract Book Posters, 38. Međunarodni kongres EFFoST 2024 (Future Food Systems: Innovation through Progress at Scientific Interfaces), Bruges Belgium, 12-14 November 2024, Str 145.

- [6] HRZZ IP-2022-1837, ActCoFISH projekt (2024): Održivi pristup u razvoju jestivih prevlaka u povećanju trajnosti svježe jadranske ribe [HRZZ-IP-2022-10-1837], <http://actcofish.pbf.hr/>
- [7] Kurek, M., I. Čanak, M. Ščetar, K. Galić (2024): P1.4.013 Characteristics of biobased film-forming solutions made from i-carageenan and enriched with green and brown algae. Abstract Book Posters, 38. Međunarodni kongres EFFoST 2024 (Future Food Systems: Innovation through Progress at Scientific Interfaces), Bruges Belgium, 12-14 November 2024, Str. 156.
- [8] Kurek, M., I. Čanak, M. Ščetar, A. Jacob, M. Nuskol, K. Galić (2024): P1.4.003 Influence of drying on the sea fennel extract properties used for active fish packaging. Abstract Book Posters, 38. Međunarodni kongres EFFoST 2024 (Future Food Systems: Innovation through Progress at Scientific Interfaces), Bruges Belgium, 12-14 November 2024, Str. 146.
- [9] Mincione, S., P. Circelli, M. Guiducci (2024): P1.4.030 MICROORC: orchestrating food system microbiomes to minimize food waste. Abstract Book Posters, 38. Međunarodni kongres EFFoST 2024 (Future Food Systems: Innovation through Progress at Scientific Interfaces), Bruges Belgium, 12-14 November 2024, Str. 173.
- [10] Özoğul, F. (2024): K 03 Prevention of Biogenic Amines Production in Seafood Using Probiotics/Postbiotics: A Bio-Preservation Approach. Book of Abstracts WEFTA 2024 "Adding value to fish is an investment in the future". 14-18 Octobre 2024, Cesme Izmir Turkey. Şükran Çaklı, Ufuk Çelik, Aslı Cadun Yünlü (ur.), str. 52.
- [11] Nguyen, T., I. Sone, N. Sharmin (2024): OP 01 Fish Gelatin-Based Film and Coating for Food Packaging Application. Book of Abstracts WEFTA 2024 "Adding value to fish is an investment in the future". 14-18 Octobre 2024, Cesme Izmir Turkey. Şükran Çaklı, Ufuk Çelik, Aslı Cadun Yünlü (ur.), str. 28.

Dostavljeno/Received: 11.01.2025.

Prihvaćeno/Accepted: 25.02.2025.

From waste to raw material - scientific achievements presented at two internationally renowned congresses

Abstract

With the growth of fisheries and aquaculture, about two-thirds of the total catch of fish is discarded as waste, creating major economic and environmental challenges. Solving the problem of disposal and recycling of fish waste is crucial. Driven by the focus on the circular economy, in recent scientific studies, underutilized or discarded marine resources are additionally valorised. There are two basic guidelines: the use of waste as a raw material for the production of new biopolymer materials or the use of edible coatings to extend the shelf life of seafood thereby reducing the amount of discarded/spoiled products. In this brief review, examples of recent scientific research presented at two international congresses held at the end of 2024 are given

Keywords: utilization of fish raw material; edible coatings; product durability; international conferences

Vom Abfall zum Rohstoff - wissenschaftliche Leistungen auf zwei international renommierten Kongressen vorgestellt

Zusammenfassung

Mit dem Wachstum von Fischerei und Aquakultur werden etwa zwei Drittel des gesamten Fischfangs als Abfall zurückgeworfen, was große wirtschaftliche und ökologische Herausforderungen mit sich bringt. Die Lösung des Problems der Entsorgung und des Recyclings von Fischabfällen ist von entscheidender Bedeutung. Im Zuge der Kreislaufwirtschaft werden in neueren wissenschaftlichen Studien nicht ausreichend genutzte oder weggeworfene Meeresressourcen zusätzlich aufgewertet. Dabei gibt es zwei grundlegende Ansätze: die Verwendung von Abfällen als Rohstoff für die Herstellung neuer Bi-

opolymermaterialien oder die Verwendung essbarer Beschichtungen, um die Haltbarkeit von Meeresfrüchten zu verlängern und so die Menge an weggeworfenen/verschmutzten Produkten zu verringern. In diesem kurzen Überblick werden Beispiele aktueller wissenschaftlicher Forschung genannt, die auf zwei internationalen Kongressen Ende 2024 vorgestellt wurden.

Schlüsselwörter: Nutzung von Fischrohstoffen; essbare Beschichtungen; Produkthaltbarkeit; internationale Konferenzen

De residuo a materia prima: avances científicos presentados en dos congresos internacionales de renombre

Resumen

Con el crecimiento de la pesca y la acuicultura, aproximadamente dos tercios de la captura total de pescado se descartan como residuos, lo que genera importantes desafíos económicos y ambientales. Es fundamental abordar la gestión y el reciclaje de los desechos pesqueros. Impulsados por el enfoque en la economía circular, estudios científicos recientes han revalorizado los recursos marinos subutilizados o desechados. Existen dos estrategias principales: el aprovechamiento de los residuos como materia prima para la fabricación de nuevos materiales biopoliméricos o la aplicación de recubrimientos comestibles para prolongar la vida útil de los productos del mar, reduciendo así la cantidad de productos desechados o en mal estado. En esta breve revisión, se presentan ejemplos de investigaciones científicas recientes expuestas en dos congresos internacionales celebrados a finales de 2024.

Palabras claves: aprovechamiento de materia prima de pescado; recubrimientos comestibles; vida útil del producto; congresos internacionales

Da rifiuto a materia prima: i risultati scientifici presentati in due prestigiosi congressi internazionali

Riassunto

Con lo sviluppo della pesca e dell'acquacoltura, circa due terzi del pescato totale viene scartato, creando importanti sfide economiche e ambientali. È fondamentale risolvere il problema dello smaltimento e del riciclaggio dei rifiuti ittici. Grazie all'attenzione rivolta all'economia circolare, recenti studi scientifici puntano ulteriormente sulla valorizzazione delle risorse marine sottoutilizzate o scartate. Esistono due linee guida fondamentali: utilizzare i rifiuti come materia prima per la produzione di nuovi materiali biopolimerici, oppure utilizzare rivestimenti commestibili per prolungare la durata di conservazione dei frutti di mare e ridurre così la quantità di prodotti scartati/avariati. Questa breve panoramica fornisce esempi di recenti ricerche scientifiche presentate in due congressi internazionali tenutisi alla fine del 2024.

Parole chiave: utilizzo delle materie prime ittiche; rivestimenti commestibili; durabilità del prodotto; conferenze internazionali