

# Zbrinjavanje krutog otpada u industriji voća i povrća

---

Jakobović, Ivana

Undergraduate thesis / Završni rad

2014

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, FACULTY OF FOOD TECHNOLOGY / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:109:081163>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-04**

REPOZITORIJ

PTF

PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK

dabar  
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Food Technology Osijek](#)



SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
PREHRAMBENO – TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK

PREDDIPLOMSKI STUDIJ PREHRAMBENE TEHNOLOGIJE

Ivana Jakobović

Zbrinjavanje krutog otpada u industriji voća i povrća

završni rad

Osijek, 2014.

[Type text]

**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK**

**PREDDIPLOMSKI STUDIJ PREHRAMBENE TEHNOLOGIJE**

**Završni rad**

**Zbrinjavanje krutog otpada u industriji voća i povrća**

Nastavni predmet

**HIGIJENA I SANITACIJA**

Predmetni nastavnik: red. prof. dr. sc. Drago Šubarić,  
izv. prof. dr. sc. Jurislav Babić,  
doc. dr.sc. Đurđica Ačkar.

---

Student: **IVANA JAKOBOVIĆ (MB: 3340/10)**

Mentor: **doc. dr. sc. Đurđica Ačkar**

Predano (datum):

Pregledano (datum):

---

**Ocjena:**

**Potpis mentora:**

---

---

[Type text]

## **Zbrinjavanje krutog otpada u industriji voća I povrća**

### **SAŽETAK**

Zbrinjavanje krutog otpada u industriji voća i povrća važna je stavka jer u otpadu završi od 10 do 60% sirovine. Nepravilno gospodarenje otpadom može dovesti do onečišćenja okoliša i stoga se mora zbrinuti na prihvatljiv način. U industriji voća i povrća otpad predstavljaju: sjemenke, kožica (kora), neiskorišteno usplođe, ljuska, lišće, peteljka. Sav taj otpad može se iskoristiti i u konačnici dovesti do povećanja industrijske profitabilnosti. Otpad se može zbrinuti kompostiranjem, gdje dobijemo kompost koji se koristi za poboljšanje teksture tla i dodatak hranjivih tvari, za dobivanje biogoriva u koja se ubrajaju biovodik, bioplin, peleti i bioetanol, za izdvajanje aktivnih biokomponenti ekstrakcijom kao što su prehrambena vlakna, karotenoidi i druge boje, proteini, antioksidansi.

**KLJUČNE RIJEČI:** otpad, compost, biogorivo, antioksidansi, protein, karotenoidi, vlakna

[Type text]

# **Solid waste management in fruit and vegetable processing**

## **SUMMARY**

Taking care of solid waste in fruit and vegetables industry is important because 10 to 60% of raw material ends up in the waste. Incorrect management of the waste can lead to environmental pollution and therefore it must be taken care of in acceptable manner. In fruit and vegetables industry the waste present: seeds, peel, unused pericarp, shell, petiole leaves. All that waste can be used and ultimately bring to an increased industrial profitability. The waste can be disposed off by composting, where we get compost which is used for improving soil texture, and for addition of nutrients to obtain biofuels, which also include biohydrogen, biogas, pellets and bioethanol, to extract active biocomponent such as dietary fiber, carotenoids and other colors, proteins, antioxidants.

**KEY WORDS:** waste, compost, biofuels, antioxidants, proteins, carotenoids, fiber

[Type text]

# SADRŽAJ

1. UVOD.....	5
2. KOMPOST .....	6
3. BIOGORIVO.....	8
3.1. BIOPLIN.....	8
3.2. BIOVODIK.....	9
3.3. PELETI .....	11
3.4. BIOETANOL.....	11
4. IZDVOJENE BIOAKTIVNE KOMPONENTE .....	12
4.1. KAROTENOIDI I DRUGE BOJE.....	13
4.2. ANTIOKSIDANSI .....	14
4.3. PROTEINI .....	15
4.4. PREHRAMBENA VLAKNA .....	17
5. ZAKLJUČAK .....	19
6. LITERATURA.....	20

[Type text]

## **1. UVOD**

Brz porast volumena i vrste poljoprivredne i industrijske otpadne biomase, kao rezultat intenzivne poljoprivrede i prerade hrane, postaje rastući problem. Nepravilno gospodarenje otpadnom biomasom doprinosi klimatskim promjenama, onečišćenju tla i vode, te lokalno zagađenje zraka koja ugrožava zdravlje flore i faune. Nadalje, ova otpadna biomasa ima visoku vrijednosti s obzirom na materijalnu i energetska uporabu. U industriji voća i povrća veliki je postotak, od 10 do 60%, otpadne biomase (nusprodukata) kao što su sjemenke, kožica (kora) , ljuska, lišće, peteljka. Puna iskoristivost voća i povrća dovodi do povećanja industrijske profitabilnosti, veće raznolikosti proizvoda i korisno utječe na okoliš. Iz nusprodukata se proizvodi kompost, biogorivo, novi proizvodi, kao što su peleti, te izdvajaju bioaktivne komponente.

[Type text]

## **2. KOMPOST**

KOMPOSTIRANJE (KOMPOST) je biološka razgradnja biootpada u prisustvu zraka, pri čemu nastaju ugljikov dioksid, voda, toplina i kao konačni proizvod kompost – humus. Kompostiranje je jedna od nekoliko metoda za zbrinjavanje čvrstog otpada za stvaranje utrživog krajnjeg proizvoda koji je jednostavan za rukovanje, pohranu i korištenje. Ovaj kompost pruža velike količine organske tvari i hranjivih tvari (kao što su dušik i kalij) u tlu, poboljšava teksturu tla i povećava kapacitet razmjene kationa tla. Proces kompostiranja se smatra završenim kada se proizvod može pohraniti bez uzročnika neugodnosti kao što je neugodan miris, a patogeni organizmi su svedeni na razinu takvu da se s materijalom može rukovati s minimalnim rizikom. Praćenje teških metala, patogena i okolišnih parametara kao što su kakvoće zraka i voda osigurava siguran i prihvatljiv kompost i rad kompostiranja (Golueke, 1972.).

### **POSTUPAK:**

Osnovni postupak kompostiranja sastoji se od sljedećih koraka:

1. Materijal za kompostiranje mora biti porozan, strukturno stabilan i sposoban za samoodrživu razgradnu reakciju. Ako je potrebno, dodaju se sredstva za punjenje za poroznost i kontrolu vlage (reciklirani kompost, drvena sječka, itd) ili izvor ograničavanja hranjive tvari kao što je ugljen da se dobije smjesa pogodna za kompostiranje.

2. Temperatura u rasponu od 55 °C do 65 °C je potrebna kako bi se osiguralo uništenje patogenih organizama i osiguralo pokretačku silu za isparavanje, što smanjuje sadržaj vlage.

3. Kompost se pohranjuje dulje vrijeme nakon primarne operacije kompostiranja, kako bi se stabilizirala smjesa na nižim temperaturama.

4. Dodatno sušenje zrakom može biti potrebno ako je kompost previše mokar za daljnju obradu.

5. Na kraju se vrši odvajanje sredstva za punjenje od komposta (US Environmental Protection Agency, 1979.).

Krajni produkt treba odležati 30 dana nakon aktivnog kompostiranja, a prije uporabe.



[Type text]

Kompostiranje predstavlja kombinirano djelovanje mješovite populacije bakterija, aktinomiceta i drugih gljiva.

Glavni čimbenici koji utječu na mikrobiologiju kompostiranja uključuju:

1. vlagu,
2. temperaturu,
3. pH,
4. koncentraciju hranjivih tvari i
5. raspoloživost i koncentraciju kisika (Poincelot, 1977.).

#### VLAGA

Razgradnja organske tvari ovisi o vlažnosti. Najniži udio vlage na kojoj se bakterijska aktivnost odvija je od 12 do 15%; međutim, manje od 40% vlage može ograničiti brzinu razgradnje. Optimalni sadržaj vlage je u rasponu od 50 do 60%. Ako je u mješavini više od 60% vode, pravilna struktura se ne će dobiti (Willson, 1977.).

#### TEMPERATURA

Za najučinkovitiji rad, temperatura u kompostu treba biti u rasponu između 55 °C i 65 °C, ali ne iznad 80 °C. Visoke temperature su potrebne za inaktivaciju ljudskih patogena (US Environmental Protection Agency, 1979.).

#### pH

Optimalno pH područje za rast većine bakterija je između 6 i 7,5, a za gljive između 5,5 i 8,0. pH varira u cijeloj hrpi tijekom kompostiranja, odvija se samoregulacija jer se još nije pronašao učinkovit proces regulacije pH (Golueke, 1972.).

#### KONCENTRACIJA

#### HRANJIVIH

#### TVARI

I ugljik i dušik su potrebni kao izvor energije za rast organizama. Najpoželjniji omjer za učinkovito kompostiranje C / N je 25 do 35. Drugim hranjivim tvarima i tvarima u tragovima udio nije ograničen (Poincelot, 1977.).

#### RASPOLOŽIVOST

#### I

#### KONCENTRACIJA

#### KISIKA

Optimalna koncentracija kisika u kompostiranoj masi je između 5 i 15% volumena. Povećanje koncentracije kisika iznad 15 posto dodavanjem zraka će rezultirati

[Type text]

smanjenjem temperature zbog većeg protoka zraka. Ako je koncentracija manja stvaraju se anaerobni uvjeti (Poincelot, 1977.).

## **3. BIOGORIVO**

### **3.1. BIOPLIN**

Ministarstvo poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja navodi: "Bioplin nastaje truljenjem organske mase (stajski gnoj, gnojovka i gnojnica, žetveni ostaci, industrijski organski otpad, organska frakcija mulja iz otpadnih voda, organski otpad iz kućanstava i ugostiteljstva, energetske usjevi) bez prisustva zraka. Sastoji se od približno 65% metana, 30% ugljičnog dioksida, a ostatak čine vodik, dušik, amonijak, sumporovodik, ugljični monoksid, kisik i vodena para. Dobiveni bioplin ima značajnu energetska vrijednost, a najčešće se koristi za dobivanje toplinske i električne energije, te nakon pročišćavanja u plinskoj mreži, u strojevima i vozilima.

Osnovni proces proizvodnje bioplina obično se sastoji od tri dijela:

- priprema biološkog materijala (biomase),
- anaerobna razgradnja biomase i
- tretman ostataka.

Organski materijal prvo se skuplja u spremniku za miješanje i homogenizaciju različitih fermentacijskih tvari, što omogućava bržu razgradnju i ubrzava proces stvaranja bioplina. Nakon toplinske obrade na 70 °C, tijekom koje se uništavaju bakterije nepoželjne za proces fermentacije, materijal se prebacuje u anaerobni digestor. Pročišćena biomasa predstavlja početak anaerobne razgradnje. Neophodan je uvjet konstantna temperatura i pH vrijednost 6,5 do 7,5. Proizvedeni bioplin skuplja se u plinskom spremniku, odakle se zatim prosljeđuje u plinski motor. I toplina koja nastaje tijekom rada motora može se učinkovito iskoristiti preko izmjenjivača topline. Ukupno je moguće iskoristiti oko 50% ulazne sirovine kao toplinske energije za potrošače. Nakon završetka reakcije digestori se prazne i sadržaj odlazi u separatore gdje se razdvajaju čvrsta i tekuća faza. Daljnjom obradom čvrste i tekuće faze,

[Type text]

koja uključuje sušenje, steriliza ciju, analizu kemijskog sastava i eventualne izmjene sadržaja i oblika, dobiva se ekološko, visokokvalitetno tekuće i čvrsto gnojivo.”

### 3.2. BIOVODIK

Otpad od hrane i prehrambene industrije koji je rasprostranjen u prirodi i bogat sadržaj ugljika može biti atraktivni obnovljivi supstrat za održivu proizvodnju biovodika.

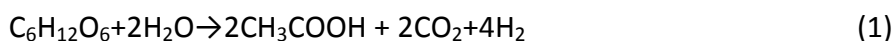
Vodik je priznat kao čisto, obnovljivo i obećavajuće buduće gorivo. Proizvodnja vodika kroz biološki put upotrebom otpadne biomase predstavlja važno područje proizvodnje bioenergije. Biološka proizvodnja vodika je proces mikrobiološke pretvorbe koju provode bakterije sposobne za proizvodnju enzima koji sintetiziraju vodik, kao što su hidrogenaze i nitrogenaze u tamnoj ili foto fermentaciji.

Biološka proizvodnja vodika je razvrstana u četiri kategorije:

1. biofotoliza vode korištenjem sunčeve energije i algi / cijanobakterija,
2. fotolitička razgradnja organskih spojeva pomoću svjetlosne energije i fotosintetskih bakterija,
3. fermentativan razvoj vodika do razdvajanja supstrata na vodik i druge proizvode kao što su kiseline i alkohol korištenjem anaerobnih bakterija
4. hibridni sustavi kombiniranja tamne i fotofermentacije izravno (Kothari i sur., 2012).

Među svim tim procesima, tamna fermentacija je tehnologija s najvećom komercijalnom vrijednosti jer ne zahtijeva nikakav vanjski izvor energije kao što je izvor svjetla, a može se provoditi uz nisku cijenu (Sreela i sur., 2011).

Prilikom tamne fermentativne transformacije, hidratacija molekule glukoze istodobno dovodi do generiranja octene kiseline i vodika u omjeru 1 : 2 (jednadžba 1), (Kim i sur., 2011).



[Type text]

Komina jabuke, otpad ananasa, kora mješovitog voća, te potpuno zreli plodovi, kao što su jabuke, kruške i grožđe koji imaju visok sadržaj šećera, ali nemaju tržišnu vrijednost, su atraktivne sirovine za proizvodnju biovodika. Najprikladnije sirovine za proizvodnju vodika su one sa visokim sadržajem ugljikohidrata, iako se i druge komponente, kao što su masti, proteini i celuloza također mogu koristiti kao supstrat.

Fermentativne bakterije hidroliziraju i fermentiraju ugljikohidrate, proteine i lipide u hlapljive masne kiseline koje se potom dodatno hidroliziraju na acetat, ugljični dioksid i vodik. Fermentativne bakterije kao što su bakterije *Clostridium sp.*, *Enterobacter sp.*, *Thermoanaerobacter sp.* sadržavaju enzim hidrogenazu koji tijekom procesa razgradnje proizvede energiju u obliku ATP-a i vodik (Lay i sur., 2003).

Lay i sur. (2003) utvrdili su da proizvodnja biovodika iz supstrata bogatog ugljikohidratima je dvadeset puta veća u usporedbi sa supstratima bogatih mastima i proteinima.

## POSTUPAK

### PREDTRETMAN:

Uklanjanje bakterija koje koriste vodik za rast je važno kako bi proizveli što više biovodika. Bakterije koje proizvode biovodik su stabilne u teškim uvjetima, kao što su visoka temperatura, uporaba kemijskih sredstava ili velike promjene pH vrijednosti. Mješovitu kulturu koja sadrži autohtone mikroorganizame treba prethodno tretirati kako bi se uklonile bakterije koje koriste vodik za rast (Kim i Shin, 2008).

Proces termičke obrade se najčešće izabire jer je jednostavan, jeftin i ne zahtijeva dugo vremensko razdoblje u odnosu na alkaliske, kiselinske ili druge kemijske tretmane. Temperatura i vrijeme tretmana varira 80-140 °C i 15 minuta do 3 sata. Nasuprot tome, tretman s lužinom ili kiselinom zahtijeva barem jedan dan i korištenje kemikalija je skuplji i dugotrajniji proces (Kim i Shin, 2008).

Tijekom fermentacije treba održavati pH u rasponu od 5 do 6 jer je tada najveća aktivnost enzima hidrogenaze. Osim pH potrebno je kontrolirati i temperaturu koja treba biti od 50 do 60°C kako bi se ubrzao rast bakterija koje proizvode vodik, a inaktiviralo bakterije koje koriste vodik.

[Type text]

### **3.3. PELETI**

Drvni peleti i peleti iz biomase su proizvod u obliku valjčića od visokoprešanog usitnjenog materijala.

“Pelet kao proizvođač topline je pravi zdravi i sigurni prirodni energent koji u procesu izgaranja ne luči stakleničke plinove. Peleti su kao i ostala drvena biomasa energent koji najmanje onečišćuje zrak i okoliš općenito. Sagorjevanjem peleta emisije CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> i prašine znatno su niže od dozvoljenih graničnih vrijednosti ili praktično ne postoje.” (Bioplinara organica Kalnik d. o. o., 2013.)

Peletiranje materijala se provodi u cilju:

- smanjenja vlažnosti,
- povećanja kvalitete (kaloričnost, sadržaj minerala i sl.) u manjoj zapremini/masi,
- lakše manipulacije i
- manjih gubitaka u transportu.

U prehrambenoj industriji peleti se najčešće koriste kod obrade lupinastog voća (orah, lješnjak, badem... ).

### **3.4. BIOETANOL**

Bioetanol je etanol koji se proizvodi od biomase i/ili biorazgradivoga (celuloznog) dijela otpada, da bi se koristio kao biogorivo. Etanol se može koristiti u motorima s unutarnjim izgaranjem uz dodavanje benzinu ili kao njegova potpuna zamjena.

Šljivac (2008.) navodi: “Etanol se može proizvoditi od tri osnovne vrste biomase: šećera (od šećerne trske, melase), škroba (od kukuruza) i celuloze (od drva, poljoprivrednih ostataka). Sirovine bogate šećerima vrlo su pogodne za proizvodnju etanola, budući da već sadržavaju jednostavne šećere glukozu i fruktozu, koji mogu fermentirati izravno u etanol. Sirovine bogate škrobom sadržavaju velike molekule ugljikovodika, koje treba razložiti na jednostavne šećere procesom saharifikacije. Ugljikovodici u sirovinama bogatim celulozom sastavljeni su od još većih molekula i trebaju se pretvoriti u šećere koji mogu fermentirati kiselom ili enzimatskom hidrolizom.

[Type text]

Osnovne faze u procesu proizvodnje etanola su: priprema sirovine, fermentacija, destilacija etanola.

Priprema sirovine je hidroliza molekula škroba enzimima u šećer, koji može fermentirati. Uobičajena tehnologija za proizvodnju etanola je fermentacija u peći s običnim kvascem za proizvodnju 8 do 10%-tnog alkohola nakon 24 do 72 sati fermentacije. Nakon toga slijedi destilacija tog alkohola u nekoliko faza čime se dobiva 95%-tni etanol. Za proizvodnju posve čistog bioetanola, kakav se koristi za miješanje s benzinom, dodaje se benzen i nastavlja destilacija te se dobiva 99,8%-tni etanol.”

## **4. IZDOJENE BIOAKTIVNE KOMPONENTE**

Prerada voća i povrća rezultira visokim količinama otpada. Najčešće taj otpad sadrži jednako ili čak više bioaktivnih komponenata nego gotovi proizvod. S ovog novog stajališta koji se odnosi na korištenje tog otpada kao nusproizvoda za daljnju eksploataciju za proizvodnju prehrambenih aditiva ili dodataka visoke prehrambene vrijednosti stekao se sve veći interes, jer se dobije proizvod visoke vrijednosti i velika je ekonomska isplativost.

Nusproizvodi su bogati prehrambenim vlaknima, neki sadrže znatnu količinu bojila, antioksidativnih spojeva ili drugih tvari s pozitivnim učincima na zdravlje, a neki od njih su bogati proteinima.

Prehrambena vlakna sastoje se od polisaharida i lignina koji se ne probavljaju niti apsorbiraju u ljudskom tankom crijevu. Korisna uloga prehrambenih vlakna je u smanjenju rizika od koronarne bolesti srca i nekih vrsta raka. Osim zdravstvenih učinaka prehrambena vlakna pokazuju neka funkcionalna svojstva, kao što su kapacitet zadržavanja vode, povećanje viskoznosti ili formiranje gela koja su bitna u formuliranju određenih prehrambenih proizvoda.

Karotenoidi se uglavnom koriste kao prirodna prehrambena bojila, ali neki od njih ( $\beta$ -karoten, apocarotenal) imaju vitaminsku aktivnost, kao i antioksidativno djelovanje (Kiokias i Gordon 2004).

[Type text]

Polifenoli također djeluju kao antioksidansi; oni hvataju slobodne radikale koji su odgovorni za ozbiljne bolesti i za oksidaciju lipida, proteina i DNA.

Nadopuna prehrambenih proizvoda s antioksidansima usporava stvaranje ustajalog okusa i užeglosti i produljuje trajnost proizvoda.

Proteini se dodaju u prehrambene proizvode kako bi se poboljšala prehrambena vrijednosti, kao i osjetilna i funkcionalna svojstva.

Laufenberg i sur. (2003) ustanovili su da su sirovine koje se uglavnom koriste otpad citrusa, mrkve, grožđa, jabuke, šećerne repe, šećerne trske, krumpir, i žitarice.

Neki aspekti koji se moraju uzeti u obzir u koracima obrade su sljedeći:

1. vlažno mljevenje je bitno za olakšavanje i povećati prinosa ekstrakcije. Premala veličina čestica sirovina rezultira zadržavanje velike količine vode. Koriste se mlinovi čekićari da bi se dobila dobra kontrola nad veličinom čestica.
2. otapalo za ekstrakciju se koristi za iscrpak bojila i antioksidansa. Nekoliko organskih otapala ili mješavina s vodom, može se upotrijebiti i njihov izbor ovisi o sirovini i polarnosti spojeva koje treba ekstrahirati. Postupak se može provodi u kružnoj posudi nakon čega slijedi filtracija kako bi se odvojio ekstrakt od ostatka. Ponovljanjem ekstrakcije povećava se prinos ekstrakta. Temperatura, vrijeme, omjer otapala i sirovine, i pH trebaju biti optimalni s obzirom na količinu i kakvoću ekstrakta.
3. način i uvjeti sušenja razlikuju se za različite proizvode. Vakuum pećnice djeluju na niskim temperaturama i pogodne su za kvalitetu pektina (Kimball, 1999). Bujanj za sušenje može se koristiti za sušenje prehrambenih vlakna, iako blaži uvjeti sušenja dovode do veće kvalitete, pogotovo ako proizvod sadrži bioaktivne tvari.

#### **4.1. KAROTENOIDI I DRUGE BOJE**

Karotenoidi se ekstrahiraju uglavnom iz komine mrkve, narančine kore i komine rajčice. Za ekstrakciju se koriste organska otapala i aceton što rezultira najvećim prinosom u odnosu na etanol, eter i heksan.

[Type text]

Kada se koristi svježa sirovina, inicijalnim ispiranjem s vodom uklanjaju se slobodni šećeri i drugi topljivi spojevi što povećava čistoću ekstrakta. Postepenim pranjem s acetonom uklanja se voda i olakšava ekstrakcija karotenoida. Omjer otapala i sirovine je 2 : 1. Nakon ekstrakcije otapalo uparavamo na niskim temperaturama. Pigmenti se zatim suše raspršivanjem ili smrzavanjem (Aravantinos-Zafiridis i sur., 1992.).

Ostale boje koje se mogu dobiti iz nusproizvoda su antocijanini iz komine grožđa ili brakteje cvata banana.

## **4.2. ANTIOKSIDANSI**

Biljni fenolni antioksidansi su tokoferoli, flavonoidi i srodni spojevi, derivatima cinaminske kiseline, halkoni i fenolne kiseline. Oni djeluju kao hvatači slobodnih radikala, usporavaju antioksidativne promjene, kao što je užeglost i odgađaju razvoj neugodnih okusa i mirisa koji proizlaze iz oksidacije.

Nusproizvodi koji se koriste za izdvajanje antioksidansa su: kožica i sjemenka grožđa, kore citrusa i pulpe, komina jabuke, kora krumpira, nusproizvodi prerade luka.

Antioksidansi se izoliraju ekstrakcijom s otapalom. Učinak ekstrakcije i antioksidativno djelovanje ekstrakta jako ovise o otapalu. Nepolarna otapala (heksan, petroleter), mogu se koristiti za ekstrakciju tokoferola i određenih fenolnih terpena. Etileter i etilacetat su vrlo učinkoviti za ekstrakciju flavonoidnih aglikona, fenola niske molekulske mase i fenolnih kiselina. Otapala veće polarnosti (etanol ili smjesa etanol-voda), mogu dodatno izdvojiti flavonoidne glikozide i fenole veće molekulske mase, što rezultira većim prinosom ukupnih polifenola. Često se tijekom ekstrakcije izdvoje i neke nepoželjne tvari i u tim slučajevima je potrebno pročišćavanje kako bi se izolirali antioksidansi (Moure i sur. 2001).

Osim otapala, parametri koji utječu na učinak ekstrakcije i antioksidativno djelovanje ekstrakta su temperatura i vrijeme ekstrakcije i pH. Ekstrakcije antioksidansa iz uljanog materijala s vodenim etanolom predstavlja najveći prinos u koncentraciji etanola u rasponu od 50 do 60%, dok se antioksidativno djelovanje ekstrakta povećava s temperaturom i vremenom do 70 °C i 60 minuta, odnosno, opada poslije. Općenito, temperature niže od 60-70 °C su preporučene za ekstrakciju i sušenje sirovog materijala, jer izazivaju manje štete na antioksidativnim spojevima. Kiseli uvjeti pogoduju ekstrakciji s vodenim ili alkoholnim



[Type text]

medijem za neke sirovine, poput nusproizvoda grožđa (pH 3-3,5), maslina (pH 4) ili pšeničnih posija, dok alkalni pH rezultira maksimalnim antioksidativnim djelovanjem ekstrakta iz zobenih vlakana (Moure i sur. 2001).

### **4.3. PROTEINI**

Postupci za proizvodnju proteina obuhvaćaju pročišćavanje proteina uklanjanjem neproteinskih komponenata ili izdvajanjem pomoću ekstrakcije i taloženja. Proizvodi koji proizlaze iz tih procesa su proteinsko brašno, koncentradi proteina i izolati proteina. Takvi procesi prvo su primjenjeni na soji, a slični su primjenjeni na drugim uljaricama, kao i mahunarkama i žitaricama, ali i nusproduktima iz prehrambene industrije kao što je otpad rajčice ili voća.

Proizvodi se kategoriziraju na temelju njihova sadržaja proteina kao proteinsko brašno sa oko 50%, koncentradi sa 70% i izolati s više od 95% (Berk, 1992).

#### **PROTEINSKO BRAŠNO**

Najčešće se dobiva iz uljarica. Prije proizvodnje brašna, prije ekstrakcije ulja, uljarica se mora očistiti od stranih materijala i nečistoća. Kako bi se olakšala ekstrakcija sjemenke se drobe u mlinovima s valjcima i uklanja se ovojnica ispirivanjem i prosijavanjem. Zatim se zagrijava na 65 do 70 °C kako bi se smanjio postotak vlage na 10,5-11%. Nakon ekstrakcije ulja heksanom, odmašćenom brašnu se uklanja tekućina i slijedi prženje na temperaturi iznad 93 °C za deaktiviranje nepoželjnih inhibitora enzima, ili u vakuumu kako bi se izbjegla denaturacija proteina. Osušeno brašno samelje se u mlinu čekićaru na čestice određene veličine (Berk, 1992).

#### **KONCENTRAT PROTEINA**

Postupak dobivanja koncentrata proteina temelji se na ekstrakciji ugljikohidrata, soli i ostalih tvari niske molekulske mase iz pahuljica (brašna), ostavljajući netopljive proteine. Proces obično počinje s odmašćivanjem pahuljica, proizvod sadrži najmanje 70% proteina. Najčešće metode ekstrakcije su voda-alkohol, razrijeđenom otopinom kiseline i toplom vodom nakon denaturacije proteina. Dobiveni produkti imaju različita funkcionalna svojstva ovisno o mediju za ekstrakciju (Berk, 1992).

[Type text]

U prvoj metodi, metanol, etanol, izopropanol ili vodena otopina (60-70%, w = w) u stanju je izvući dio topivih ugljikohidrata bez značajnog utjecaja na otapanje proteina. Istovremeno se uklanjaju nepoželjne fenolne komponente ili deaktiviraju inhibitori tripsina prisutni u soji, a time se može dobiti poboljšanje kvalitete proizvoda. Ekstrakcija se može ponavljati nekoliko puta, vodeći računa da se osigura da većina bjelančevina ostaje u netopljivom materijalu. Koncentrat proteina se dobije nakon uklanjanja alkohola iz pahuljica.

U drugoj metodi odmašćene pahuljice ili brašno se pomiješa s razrijeđenom kiselinom pri niskom pH ( za soju 4,5), a netopljivi materijal se odvoji centrifugiranjem iz suspenzije. Metoda se temelji na činjenici da je topljivost proteina u izoelektričnoj točki minimalna, dok ugljikohidrati ostaju u otopini. Netopljivi materijal pod nazivom 'izoelektrični koncentrat ' se suši i može se koristiti nakon mljevenja i neutralizacije.

U trećoj metodi se pahuljice prže da se denaturiraju proteini i ekstrahiraju vrućom vodom na 66-93 °C, pri odgovarajućem pH, za soju u području od 5,0 do 7,5. Metoda se temelji na smanjenju topljivosti proteina nakon denaturacije (Berk, 1992.).

## **IZOLIRANI PROTEINI**

Tipičan postupak za proizvodnju izoliranih proteina obično se sastoji od tri glavna koraka: za ekstrakciju proteina, taloženje proteina i sušenje taloga proteina. Za učinkovitu izolaciju proteina posebno su značajna prva dva koraka (ekstrakcija, taloženje), koji su izravno povezani s topljivosti proteina (Tzia, 2003).

### **Ekstrakcija**

Uvjeti ekstrakcije trebaju biti takvi da se postigne maksimalno otapanje proteina i da ostanu nepromijenjeni. Vodena i neka organska otapala ispitana su u ekstrakciji proteina, na osnovi topljivosti proteina uljarica: albumini su topljivi u vodi (pH 6-8), globulin u razrijeđenim otopinama soli, prolamini u etanolu i glutelini u razrijeđenoj kiselini ili lužini. Ekstrakcija se obično provodi s vodom podešenom na pH 8-10 (NaOH, Ca(OH)<sub>2</sub>, ili NH<sub>3</sub>), većina proteina uljarica su dobro topljivi u jakim lužinama i na povišenim temperaturama 50-55 °C. To ne uzrokuje denaturaciju proteina, a time ni promjenu funkcionalnih svojstava. Osim alkalne vodene, različite otopine soli su korištene u ekstrakciji proteina kao što su Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> i NaCl, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> i NaHCO<sub>3</sub>, CaCl<sub>2</sub>, MgSO<sub>4</sub>, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> .

[Type text]

Miješanje i vrijeme ekstrakcije (45-60 min) bi trebali biti takvi da se poveća prinos proteina. Miješanje treba prilagoditi kako bi se poboljšala ekstrakcija proteina, bez uništavanja pahuljice (Liadakis i sur., 1998.).

#### TALOŽENJE

Nakon ekstrakcije, vodeni ekstrakt se odvaja od krutina prosijavanjem, centrifugiranjem ili dekantiranjem. Kruti materijal koji uglavnom sadrži dijetalna vlakana, nakon sušenja može se koristiti kao hrana za životinje ili za druge svrhe. Otopljene proteine u ekstraktu može se izolirati taloženjem. Taloženje je pod utjecajem faktora koji smanjuju topljivost proteina. Za taloženje proteina koriste se organska otapala, dvovalentni kationi, toplina, kiseline = bazama (za podešavanje pH), neionski polimeri, soli i polielektroliti. Proteini se prikupce centrifugiranjem ili filtracijom, ispru, te suše (Berk, 1992.)

#### SUŠENJE

Sušenje raspršivanjem je najpoželjniji način jer uzrokuje manje štete na proteinima i ima nižu cijenu u odnosu na druge metode sušenja, na bubnjevim ili liofilizacijom (Berk, 1992.).

### **4.4. PREHRAMBENA VLAKNA**

Prehrambena vlakna su oligosaharidi, polisaharidi i (hidrofilni) derivati, koji se ne mogu probaviti probavnim enzimima kako bi se absorbirale komponente u gornjem probavnom traktu. Prehrambena vlakna dijele se na topljiva (pektin, gume) i netopljiva (celuloza, hemiceluloza, lignin). Nakon hidratacije topljiva vlakana tvore gel, dok netopljiva vlakna bubre i apsorbiraju vodu i do 20 puta više od svoje mase (Thebaudin i sur., 1997.).

#### EKSTRAKCIJA PEKTINA

Ekstrakcija pektina postiže se uporabom mineralnih kiselina, obično solne ili dušične kiselina. Ekstrakt se odvoji od krutog ostatka i pektin se istaloži dodatkom etanola i  $AlCl_3$  otopinom. Pročišćavanje istaloženog pektina uključuje pranje s zakiseljenim, alkalnim, te konačno neutralnim alkoholom. Produkt se osuši na niskoj temperaturi (oko  $50^{\circ}C$ ) u vakuumu ili sušioniku s ventilacijom ili raspršivanjem. Uvjeti za ekstrakciju utječu i na prinos i kvalitetu

[Type text]

pektina. Prinos se povećava smanjenjem pH te povećanjem temperature ili vremena ekstrakcije, ali to smanjuje kvalitetu geliranja pektina.

Sirovine koje se koriste u proizvodnji pektina su kora citrusa i komina jabuke, breskve i nusproizvodi drugog voća (Pagan i sur., 2001.).

#### IZOLACIJA PREHRAMBENIH VLAKANA

Blagi postupak da bi se dobila prehrambena vlakana bogata biološki aktivnim tvarima (karotenoidi, antioksidansi, itd) uključuje sljedeće korake:

1. Mljevenje do grubih čestica kada je to potrebno, kada se koriti svježja kora citrusa ili komina grožđa.
2. Pranje komine ili mljevene kore s toplom vodom (oko 30°C) da se uklone slobodni šećeri, dok se u isto vrijeme minimizira gubitak vrijednih komponenti. Pranje olakšava sušenje i doprinosi svjetlijoj boji konačnog produkta.
3. Prešanjem opranog materijal uklanja se višak vode.
4. Sušenje na niskoj temperaturi (60°C ili manje) kako bi se izbjegle promjene funkcionalnih svojstava i bioaktivnih sastojaka.
5. Mljevenje u prašak željene veličine čestica (Larrauri, 1999.).

[Type text]

## **5. ZAKLJUČAK**

Obradom ove teme zaključujem da otpad iz prehrambene industrije nije samo otpad (nusprodukt) već ima svoju vrijednost. Ono što je u jednoj industriji otpad u drugoj je sirovina. Ti nusprodukti se mogu preraditi u proizvode za različitu namjenu. Kompostiranjem dobijemo humus koji se koristi kod obrade tla. Možemo dobiti biogorivo koje je obnovljivi izvor energije. Izdvojene bioaktivne komponente možemo ugrađivati u hranu kako bi joj se povećala vrijednost, dodavati tijekom procesa prerade hrane kako bi produžili rok trajanja. Na te načine prehrambena industrija smanjuje onečišćenje okoliša, stvara nove proizvode i povećava svoj profit.

## 6. LITERATURA

- Aravantinos-Zafiris G. and Oreopoulou V: *The effect of nitric acid extraction variables on orange pecti.*, J. Sci. Food Agric. 60:127. 1992.
- Berk Z: *Technology of Production of Edible Flours and Protein Products from Soybeans.* FAO Agricultural Services Bulletin 97, FAO, Rome, 1992.
- Bioplinara organica Kalnik d. o. o. : *Peleti.* 2013. <http://www.bioplinara.com/hr/peleti> [13.10.2014.]
- Golueke C. G: *Composting—A Study of the Process and Its Principles*, Rodale Press, Emmaus PA, 1972.
- Kim D. H., Wu J., Jeong K. W., Kim M. S., Shin H. S: *Natural inducement of hydrogen from food waste by temperature control.* Int. J. Hydrogen. Energy. 36, 10666-10673. 2011.
- Kim S. H., Shin H. S: *Effects of base-pretreatment on continuous enriched culture for hydrogen production from food waste.* Int. J. Hydrogen. Energy. 33, 5266-5274. 2008.
- Kimball D. A: *Citrus Processing: A Complete Guide.* 2nd ed., Aspen Inc., Gaithersburg, 1999.
- Kiokias S. and Gordon M. H: *Antioxidant properties of carotenoids in vivo and in vitro.* Food Rev. Int. 20:99. 2004.
- Kothari R., Singha D. P., Tyagi V. V., Tyagi S. K: *Fermentative hydrogen production an alternative clean energy source.* Renew. Sust. Energ. Rev. 16, 2337-2346. 2012.
- Larrauri J. A: *New approaches for the preparation of high dietary fibre powders from fruit by-products.* Trends Food Sci. Tech. 10:3. 1999.
- Laufenberg G., Kunz B. and Nystroem M: *Transformation of vegetable waste into value added products: (A) the upgrading concept; (B) practical implementations.* Bioresour. Technol. 87:167. 2003.
- Lay J. J., Fan K. S., Chang J., Ku C.H: *Influence of chemical nature of organic wastes on their conversion to hydrogen by heat-shock digested sludge.* Int. J. Hydrogen. Energy. 28, 1361-1367. 2003.

[Type text]

- Liadakis G. N., Tzia C., Oreopoulou V. and Thomopoulos C. D: *Isolation of tomato seed meal proteins with salt solutions*. J. Food Sci. 63:450. 1998.
- Ministarstvo poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja: *Bioplin*.  
[http://www.mps.hr/UserDocsImages/projekti/DOBRA%20POLJOPRIVREDNA%20PRAKSA/DPP\\_bioplin.pdf](http://www.mps.hr/UserDocsImages/projekti/DOBRA%20POLJOPRIVREDNA%20PRAKSA/DPP_bioplin.pdf) [14.10.2014.]
- Moure A., Cruz J. M., Franco D., Dominguez J. M., Siniero J., Dominguez H., Nunez M. J., and Parajo J. C: *Natural antioxidants from residual sources*. Food Chem. 72:145, 2001.
- Pagan J., Ibarz A., Llorca M., Pagan A. and Barbosa-Canovas G. V: *Extraction and characterization of pectin from stored peach pomace*. Food Res. Int. 34:605. 2001.
- Poincelot R. P: *The biochemistry of composting*, *Proc. National Conference on Composting of Municipal Residues and Sludges*, p. 33, Information Transfer, Inc., Rockville, MD,1977.
- Sreela C., Imai T., Plangklang P., Reungsang A: *Optimization of key factors affecting hydrogen production from food waste by anaerobic mixed culture*. Int. J. Hydrogen. Energy. 36, 14120-14133. 2011.
- Šljivac D: *Obnovljivi izvori energije - Energija biomase*. 2008. [www.tfb.edu.mk](http://www.tfb.edu.mk) [13.10.2014.]
- Thebaudin J. Y., Lefebvre A. C., Harrington M. and Bourgeois C. M: *Dietary fibers: Nutritional and technological interest*. Trends Food Sci. Tech. 8:41. 1997.
- Tzia C: *Optimization methods*, in: *Extraction Optimization in Food Engineering*, C. Tzia and G. Liadakis, eds., Marcel Dekker Inc., New York, pp. 137–180. 2003.
- US EPA *Process Design Manual for Sludge Treatment and Disposal*, EPA625/1-79-001, US Environmental Protection Agency, Washington, DC, 1979.
- Willson G. B: *Equipment for composting sewage Sludge in windrows and in piles*, *Proc. National Conference on Composting Municipal Residues and Sludges*, Information Transfer, Inc., Rockville, MD, 1977.
- Yasin H. M., Mumtaz T., Hassan M., Rahman N: *Food waste and food processing waste for biohydrogen production*. Journal of Environmental Management 130, 2013.