



Knjiga/Book 2

ODRŽIVE TEHNOLOGIJE U

PREHRAMBENOJ INDUSTRIJI

Sustainable technologies

in Food industry

Editors
Radoslav Grujić
University of East Sarajevo
Faculty of Technology
Zvornik, Bosnia and Herzegovina

Midhat Jašić
Tuzla University
Faculty of Technology
Tuzla, Bosnia and Herzegovina

Održive tehnologije u prehrambenoj industriji

Sustainable technologies In Food industry

Urednici/Editors

Radoslav Grujić
University of East Sarajevo
Faculty of Technology
Zvornik
Bosnia and Herzegovina

Midhat Jašić
University of Tuzla
Faculty of Technology
Tuzla
Bosnia and Herzegovina

Autori su odgovarjni za sadržaj napisanog teksta.

Sadržaj

7.1. ODRŽIVE TEHNOLOGIJE U PREHRAMBENOJ INDUSTRiji	7
7.1.1. UVOD	7
7.1.2. ODRŽIVOST U SEKTORU PROIZVODNJE HRANE	8
7.1.3. PRERAĐA HRANE I NASTAJANJE OTPADA	10
7.1.4. UPRAVLJANJE OTPADOM	16
7.1.5. KORIŠTENJE ENERGIJE U PREHRAMBENOJ INDUSTRiji	18
7.1.6. OPŠTI PRISTUP U UPRAVLJANJU EHS PITANJIMA TOKOM PROJEKTOVANJA OBJEKATA PREHRAMBENE INDUSTRije	20
7.1.7. PROBLEMI U PREHRAMBENOJ INDUSTRiji KOJE JE POTREBNO RIJEŠITI PRIMJENOM ODRŽIVE TEHNOLOGIJE	22
7.1.8. OCJENJIVANJE ŽIVOTNOG CIKLUSA PROIZVODA	24
7.1.9. POLJOPRIVREDA I ADAPTACIJA NA PROMJENE KLIME U BUDUĆNOSTI	24
7.1.10. PREPREKE ZA PRIHVATANJE PRAKSE ODRŽIVOSTI (SUSTAINABLE PRACTICES) U PREHRAMBENOJ INDUSTRiji	25
7.1.11. TRENTUTNI I OČEKIVANI NOSIOCI PROMJENA	27
7.1.12. POSTOJEĆE INICIJATIVE	27
7.1.13. STRATEŠKE AKTIVNOSTI ZA BUDUĆNOST	32
7.1.14. MONITORING ŽIVOTNE SREDINE	33
7.1.15. ZAKLJUČAK	34
7.2. SISTEM NULTE EMISIJA U PREHRAMBENOJ INDUSTRiji	37
7.2.1. PRINCIP NULTE EMISIJE	37
7.2.2. MODEL NULTE EMISIJE - PRIMER FABRIKA PREHRAMBENE INDUSTRije	39
7.3. ŠTETNE MATERIJE U HRANI PORIJEKLOM IZ OKOLIŠA	43
7.3.1. UVOD	43
7.3.2. VRSTE HAZARDNIH MATERIJA IZ OKOLIŠA	44
7.3.3. REZIDUE	46
7.3.4. KONTAMINANTI KOJI NASTAJU OBRADOM HRANE	52
7.3.5. OSTACI SREDSTAVA ZA PRANJE, DEZINFKECIJU I FUMIGACIJU	55
7.3.6. INTERAKCIJA HRANE I AMBALAŽE	56
7.3.7. TEŠKI METALI KAO OSTACI-REZIDUE	59
7.3.8. GENETSKI MODIFICIRANA HRANA	62
7.3.9. MJERE SMANJENJA HAZARDNIH MATERIJA U HRANI PORIJEKLOM IZ OKOLIŠA	64
7.3.10. ORGANSKA PROIZVODNJA	64
7.3.11. ZAKLJUČAK	65
7.4. ZAGAĐENJA KOJA NASTAJU U PREHRAMBENOJ INDUSTRiji	67
7.4.1. UVOD	67
7.4.2. IZVORI OTPADA U LANCU SNABDJEVANJA HRANOM	68
7.4.3. OTPAD IZ POLJOPRIVREDNE PROIZVODNJE	69
7.4.4. OTPAD IZ INDUSTRJSKE PRERADE HRANE	71
7.4.5. ZAKLJUČAK	96
7.5. PREČIŠĆAVANJE OTPADNIH VODA	99
7.5.1. UVOD	99
7.5.2. VRSTE I KARAKTERISTIKE OTPADNIH VODA	99
7.5.3. SVOJSTVA OTPADNIH VODA	100
7.5.4. SVOJSTVA PRIJEMNIKA	102
7.5.5. USLOVI ZA ISPUŠTANJE OTPADNIH VODA	103
7.5.6. PROCESI OBRADE OTPADNIH VODA	103
7.5.7. MEHANIČKO PREČIŠĆAVANJE	103
7.5.8. BIOLOŠKO PREČIŠĆAVANJE	108

7.5.9. FIZIČKO-HEMIJSKO PREČIŠĆAVANJE	118
7.6. STUDIJE SLUČAJA	126
7.6.1. PROIZVODNJA I PRERADA MESA GOVEDA, SVINJA I DRUGIH VRSTA CRVENOG MESA.....	127
7.6.2. OTPADNE VODE U MLJEKARSKOJ INDUSTRJI.....	149
7.6.3. STANJE I MOGUĆNOSTI RJEŠAVANJA OTPADA U PRERADI VOĆA I POVRCΑ NA PRIMJERU „FANA“ D.O.O., SREBRENIK	160
7.6.4 ODRŽIVOST U PROIZVODNJI KRUHA	180
7.6.5 KVASAC	187
7.6.5 ŠEĆER.....	193

U ovom Poglavlju razmatran je održivi razvoj u prehrambenoj industriji. U jednom broju razvijenih zemalja su razrađene i usvojene strategije održivog razvoja i u sklopu toga održivog razvoja prehrambene industrije i data su rješenja za jačanje održivih tehnologija u proizvodnji i preradi hrane. Navedene strategije sadrže konkretne prijedloge sa rokovima unutar kojih se predložena rješenja trebaju ostvariti u praksi. Autori Poglavlja predložili su elemente koji mogu poslužiti kao osnova za jačanje održive prehrambene industrije u zemljama Zapadnog Balkana.

U nastavku obrađene su neke od *Štetnih materije u hrani porjeklom iz okoliša*. Osim prirodnih sastojaka (nutrijenti) u hrani se mogu naći i nepoželjne komponente porjeklom iz okoliša ili komponente koje čovjek koristi u procesima primarne poljoprivredne proizvodnje, prerade, pakovanja, skladištenja i distribucije. U pojedinim segmentima proizvodnje, hrana može biti kontaminirana biološkim, hemijskim i fizičkim agensima. Ove činjenice ukazuju da savremena proizvodnja hrane treba biti uspostavljena na neprekidnom monitoringu i kontroli svih proizvodnih faza.

Sljedeći dio Poglavlja bavi se zagađenjima koji potiču iz prehrambene industrije. Kontaminirajuće materije iz hrane (opasnosti) su agensi hemijskog i mikrobiološkog ili fizičkog porijekla, koje ukoliko se u organizam unesu tokom konzumacije hrane izazivaju zdravstvene probleme i predstavljaju rizik za bezbjednost potrošača prehrambenih proizvoda.

Na kraju dat je primjer primene koncepta Nulte emisije u prehrambenoj industriji kao i više studije slučaja na temu održive prehrambene industrije.

In this Chapter, the sustainable development related to food industry is discussed. A number of developed countries have developed and adopted a strategy of sustainable development in food industry as well as solutions for strengthening sustainable technologies in food production and processing. These strategies give concrete measures with an appropriate timetable in order to achieve the proposed solution in practice. The authors offered elements that can serve as a basis for developing sustainability in food industry of the Western Balkans countries.

In the following part of the Chapter the issue *Hazardous substances from environment in food* is discussed. Apart from natural ingredients (nutrients) in food, undesirable components originating from the environment or components can be found which are used in the processes of primary agricultural production, processing, packaging, warehousing and distribution.

In the technology process, food can be contaminated with biological, chemical and physical agents. These facts indicate that modern food production needs continuous monitoring and control of all production stages.

The next part of the Chpater deals with pollution from food industry. Contaminants in food (hazards) are agents of chemical, microbial or physical origin. The contanminants, If enter the body can cause health problems.

Finally there is an example of Zero emission concept as well as a number of case studies related to sustainable food industry.

7.1. Održive tehnologije u prehrambenoj industriji

Sustainable Technologies in Food Industry

Grujić Radoslav¹, Franc Andrejaš²

¹Univerzitet u Istočnom Sarajevu, Tehnološki fakultet Zvornik

²Univerzitet u Tuzli, Tehnološki fakultet Tuzla

7.1.1. Uvod

Introduction

U ovom poglavlju autori će prikazati analizu prirode i značaja pojma „**održivost**“ (*Sustainability*) i pokušati ukazati na aktivnosti koje je potrebno preduzeti u proizvodnji hrane. Akcenat analize će biti na opisu veze prehrambene industrije i održivog razvoja. Da bi došlo do promjene u pristupu ovom problemu i načinu rada u prehrambenoj industriji, potrebno je identifikovati potencijale za promjene ili tzv. komercijalne pokretače/nosioce. U jednom broju razvijenih zemalja su razrađene i usvojene strategije održivog razvoja i u sklopu toga održivog razvoja prehrambene industrije i data su rješenja za jačanje održivih tehnologija u proizvodnji i preradi hrane. Navedene strategije sadrže konkretnе prijedloge sa rokovima unutar kojih se predložena rješenja trebaju ostvariti u praksi. U drugim zemljama ovo pitanje je još uvijek tema o kojoj razgovaraju vlasti i potrošači, sa jedne, i industrija sa druge strane. U radu će biti ponuđeni neki elementi koji mogu poslužiti kao osnova za diskusiju o održivosti unutar sektora prehrambene industrije u zemljama zapadnog Balkana. Ovi prijedlozi su nastali na osnovu informacija o iskustvu industrijski najrazvijenijih država u ovoj oblasti. Da bi aktivnosti na uvođenju održivih tehnologija bile efikasnije potrebno je označiti neka od ključnih pitanja održivosti i identifikovati nosioce promjena za prehrambenu industriju u cjelini.

Održivost (*sustainability*) je pojam koji ima veoma široko značenje. Da bi se to svatilo na adekvatan način, potrebno je dati odgovore na mnoga pitanja, koja su relevantna za životnu sredinu, proizvodnju/prodaju hrane i lanac ishrane. Pošto je ovo poglavlje dio šireg prikaza održivog razvoja, zaštite životne sredine i nulte emisije, koji se analiziraju u okviru projekta Tempus 158989-Tempus-1-2009-1-BE-Tempus-JPHES „*Creation of university-enterprise cooperation networks for education on sustainable technologies*”, u njemu je dat samo prikaz polazišta za proces tokom kojeg je potrebno prikupiti mnogo informacija i dati mnogo konkretnih prijedloga. Po svojoj prirodi, Tempus projekat je više pažnje usmjerio na pitanja i oblasti o kojima učesnici projekta i budući studenti prvo trebaju učiti, da bi u drugoj fazi mogli dati konkretna rješenja za industriju u zemljama zapadnog Balkana. Konsultacije u industriji, koje će se kasnije obaviti, treba da posluže kao dodatni element projekta što zahtijeva diskusiju sa poslodavcima ili predstavnicima njihovih organizacija.

Definicija održivosti (*sustainability*) je donekle dvosmislena i povremeno opterećena političkim stavovima. Definicija održivosti, koju su 1987. godine dale Unijedinjene nacije u *Brundtland Commission Report on 'Our Common Future'* i u *'Declaration of the World Business Council for Sustainability'* (WBCSD, 2002), naglašavaju značaj životne sredine i potrebu da se poboljšaju odnosi između čovjeka, životne sredine i globalnog tržišta. U početku ove priče, preduzeća su na predočene zahtjeve reagovala tako što su nastojala da strogo ispoštuju standarde za zaštitnu sredinu i standarde za upravljanje životnom sredinom (ISO 14001). Održivi razvoj je tumačen kao potreba da se poboljšaju ekološke performanse i smanji negativni uticaj poslovanja na prirodne resurse i sisteme. Pored toga, preduzeća su bila angažovana na ispunjenju zahtjeva i standarda, koje su propisale vlade pojedinih zemalja.

U savremenim razmišljanjima ideja o održivosti je proširena do zahtjeva za obezbjeđenje održive budućnosti. U diskusiju se uključuje više faktora, koji se odnose na životnu sredinu. Savremeni koncept o održivom razvoju uključuje ravnotežu između ljudskih aktivnosti i socijalnih, ekonomskih i ekoloških faktora. U tome preduzeća imaju trostruku ulogu: moraju voditi računa o svom uticaju na životnu sredinu, o ispunjenju socijalnih zahtjeva i o ekonomskom poslovanju i odgovornosti prema investitoru i zaposlenima.

7.1.2. Održivost u sektoru proizvodnje hrane

Sustainability in food production sector

Lanac snabdjevanja hranom utiče na ishranu svake individue na planeti Zemlji. Zbog toga je, održivi razvoj lanca snabdjevanja hranom imperativ u sadašnjem i budućem vremenu. U tom duhu održivi razvoj (slika 7.1.1) je definisan kao „zadovoljenje sadašnjih potreba, bez ugrožavanja mogućnosti da i buduće generacije mogu zadovoljiti svoje potrebe“ (WBCSD, 2002). Lanac snabdjevanja hranom se ponekad izjednačava sa pojmovima „*prehrambena industrija*“ ili „*prehrambeni sistem*“. U tom kontekstu, lanac snabdjevanja hranom uključuje različite aspekte proizvodnje, prerade, distribucije, kupovine od strane kupaca, korištenje od strane potrošača i završetak životnog vijeka proizvoda (Baldwin, 2009).

Proizvodnja hrane je proces koji značajno utiče na promjenu klime. U literaturi (Bellaby i sar., 2008; Hendrickson, 1996) se navodi podatak da je poljoprivredna proizvodnja odgovorna za nastajanje 17-32% od ukupne emisije gasova staklene baštne (*greenhouse gases*). U tome prednjači stočarstvo, a samim tim i proizvodnja mesa i mlijeka i izrada proizvoda od mesa i mlijeka. Razvoj održive poljoprivrede i prehrambene industrije su esencijalni elementi dugoročnog ekonomskog plana i plana zaštite životne sredine svake države. Broj stanovnika na Zemlji se stalno povećava. Povećanje broja stanovnika u svijetu znači povećanje potrošnje hrane, goriva i drugih proizvoda što, dalje znači veću zavisnost od neobnovljivih prirodnih resursa. Tokom većine od faza u lancu za snabdjevanje troše se velike količine vode (25% ukupne potrošnje vode u svijetu i 50-80% potrošnje vode u industrijski razvijenim zemljama) i energije (16% od ukupne potrošnje energije u USA otpada na lanac snabdjevanja hranom). Najvažniji problemi vezani za održivost koji nastaju u lancu snabdjevanja hranom su: korištenje energije, nastajanje otpada, zagađenje vode i gasa, promjena klime, uticaj na biodiversitet, uticaj na kvalitet, bezbjednost, kvantitet i cijenu hrane, zapošljavanje i prava zaposlenih (Kramer i Meeusen, 2003). Prerada hrane, u ovom smislu, znači konzervisanje i mogućnost odgovarajuće distribucije i skladištenja prehrambenih proizvoda, ali i smanjenje ukupne količine otpadaka tokom upotrebe proizvoda.

Većina zemalja u svijetu nastoji da tokom lanca snabdjevanja hranom primjeni principe održivog razvoja, o čemu će biti riječi u nastavku. Poljoprivredna proizvodnja treba da se usmjeri u pravcu proizvodnje nutritivno vrijednih proizvoda sa što manjim intenzitetom korištenja prirodnih resursa. Prerađivačka industrija u svoj rad treba da uključi aktivnosti koje utiču na održivost (smanjenje otpada, prerada otpada, kompostiranje-pretvaranje u đubrivo, reciklaža i prerada uz minimalno korištenje vode i energije). Distribucija hrane, takođe mora biti efikasnija. Korist od održive prakse imaju, i u budućnosti će imati, društvo i životna sredina u globalnim razmjerama. Interes potrošača za održivu proizvodnju hrane je u porastu. Ovaj interes se ogleda, prije svega, u želji za unapređenjem ličnog zdravlja i zdravlja porodice. *World Business Council for Sustainable Development* (WBCSD, 2002) je u svoje kriterijume za finansiranje uveo ocjenu održivih praksi (*incorporate sustainable practices*) koje fabrike trebaju da ispune još u fazi projektovanja.

proizvodi ovog procesa nastaju proizvodi koji se mogu upotrijebiti u različite svrhe (metan za proizvodnju energije, specijalne hemikalije - esteri i sastojci hrane - organske kiseline). Metan proizведен na ovaj način predstavlja visokokvalitetno gorivo.

Prevođenje nus-proizvoda prehrambene industrije u gorivo ima višestruku korist. Otpadne materije se pretvaraju u korisne materije. Dobija se energija. Otpadne materije se prevode u biodizel, koji je generalno manji zagađivač od dizela dobijenog iz nafte. Biodizel je proizvod koji može zamijeniti dizel za pokretanje motora. (Biodizel je proizvod koji se može dobiti iz drugih biomaterijala, kao što su skrob i šećeri ili lipidi. U tom cilju se uzgajaju kukuruz i uljana repica, koji su prevashodnonamjeni za proizvodnju bioetanola, ali se njihovom preradom može dobiti butanol, odnosno biogorivo).

50-60% otpadnih voda iz prehrambene industrije se može ponovo upotrijebiti. Prije ponovne upotrebe voda se mora na odgovarajući način obraditi. Postoji više načina da se to postigne, o čemu postoji dovoljno informacija u specijalizovanoj literaturi na našem i na engleskom jeziku.

7.1.5. Korištenje energije u prehrambenoj industriji

Energy use in food industry

Različite vrste energije se koriste u prehrambenoj industriji (tabele 7.1.11 i 7.1.12). Troškovi energije u prehrambenoj industriji su manji od troškova sirovina (4,5% od ukupnog troška sirovina u preradi voća i povrća), ali povećanje cijene energije utiče na to da ona u ukupnim troškovima zauzima sve značajnije mjesto. Velike kompanije u svijetu intenzivno rade na smanjenju utroška energije, a time i troškova (na primjer, *PepsiCo* je tokom 1999. godine smanjila potrošnju energije za 21%). Korištenje obnovljivih izvora u proizvodnji energije i korištenje sirovina koje ne stvaraju gasove staklene baštice, dodatno motivišu napore koje čine preduzeća u prehrambenoj industriji za unapređenje energetske efikasnosti i traženje novih izvora energije.

Najveći potrošači energije u prehrambenoj industriji su: mlinovi za mljevenje kukuruza, proizvodnja šećera iz šećerne repe, mlinovi u fabrikama za proizvodnju ulja iz soje, proizvodnja pića na bazi slada, fabrike za preradu i pakovanje mesa, konzervisanje voća i povrća, smrzavanje voća i povrća, proizvodnja hljeba, keksa i srodnih proizvoda (ICF, 2007). Procesi zagrijavanja i sistemi za hlađenje troše velike količine energije. 75% energije u fabrikama za preradu hrane troše sistemi hlađenja i grijanja. Osim toga, energija (12%) u prehrambenoj industriji se troši na pokretanje različitih mašina (pumpe, konvejeri, mikseri, drobilice, ventilatori, sušilice, propeleri), te na ventilacione sisteme i osvjetljenje oko 8% (ICF, 2007).

Potrošnja energije tokom uobičajenih procesa prerade ribe varira od 15 do 2300 MJ/t sirovine zavisno od procesa. Izrada gotovih jela od mesa ribe zahtijeva do 2300 MJ/t sirovine, a izrada ribljih filea samo 18 MJ/t sirovine.

Početno hlađenje, prerada i skladištenje u rashlađenom stanju svježeg voća i povrća zahtijevaju veliku količinu energije. Drugi postupci tokom prerade voća i povrća nisu toliko zahtjevni za energijom (tabela 7.1.13) i kreću se od 0,5 do 30 kWh/t smrznutog povrća. Ukupni uticaji na životnu sredinu od upotrebe energije se mogu smanjiti, što je važno kada se poizvodnja analizira iz ugla održivosti. Na primjer, otpadne materije se mogu iskoristiti kao obnovljivi izvor energije. Prvi korak da se ovo poboljšanje uradi jeste da se procijeni potrošnja energije. Ovo postaje važno kada su u pitanje bilo kakve promjene tokom provođenja operacija i osiguranje da je poređenje između troškova i koristi povoljano/positivno.

Tabela 7.1.11. Oblici energije koji se najviše koriste u fabrikama za preradu mlijeka (RAC/CP, 2002)

proizvodnje i vlasti, na principima podjeljene odgovornosti. On se primjenjuju duž cijelog lanaca, od sirovine do prodavaca na malo, i na kraju do procesa odlaganje iskorištene ambalaže. Konsolidacija industrije i integracija lanca snabdevanja, doveli su do toga da veliki prodavci postavljaju zahtjeve u vezi sa primjenom sistema osiguranja kvaliteta, kao načina kontrole vlastitih postupaka rada i postupaka rada kod svojih dobavljača. Industrijska praksa održivosti se promoviše kroz označavanje (deklarisanje, etiketiranje) proizvoda. Organska proizvodnja je dobrovoljni proces certifikacije, a postoje i druge inicijative za deklarisanje reciklirane ambalaže i druge načine eko-označavanja.

Tabela 7.1.14. Unapređenja održivih tehnologija u proizvodnji i prometu hranom u zemalja Evropske unije

Table 7.1.14. The improvements of sustainable technologies in the production and distribution of food in the countries of the European Union

Zabrnutost potrošača	Briga za bezbjednost hrane i želja za „održivom“ proizvodnom praksom, kod potrošača utiču na porast interesovanja za holističke karakteristike proizvoda koje kupuju, uključujući zaštitu životne sredine i socijalni uticaj pojedinih aktivnosti duž cijelog proizvodnog lanca. Podrška vrijednostima zaštite životne sredine među potrošačima može da utiče na povećanje ispitivanja i pojавu sumnje u „industrijski“ proizvodenu hranu.
Promjena prihvatljivosti od strane potrošača	Pojava organske proizvodnje je primjer promjene prihvatljivosti od strane potrošača. Potrošači biraju organske proizvode iz razloga koji se odnose na kvalitet proizvoda, bezbjednost proizvoda i podršku za ekološki održivu praksu. Neki potrošači su sve više zainteresovani za druge atribute proizvoda, a ne samo za cijenu.
Opasnost od gubljenja pristupa prirodnim resursima	Prehrambena industrija se čvrsto oslanjaja na prirodne resurse. Na primjer, poljoprivreda je najveći potrošač vode, a veliki dio vode se, takođe, troši u prehrambenoj industriji. Raste svijest o pitanjima kao što su održivost vode i degradacija zemljišta. Gubitak pristupa ovim resursima, ili značajno povećanje troškova tokom korištenja resursa, zahtijevaju strukturne promjene u prehrambenoj industriji.
Ugled i obaveze	Ugled preduzeća, često stvoren na osnovu poznavanja i uvida u njegov način rada, postaje sve važnija dimenzija kod ocjene poslovnih vrijednosti i izbora od strane potrošača. Uz povećanje svijesti zajednice oko pitanja održivosti životne sredine, loš načina rada u industriji postaje veći rizik.
Usmjeravanje pažnje na ekološke faktore	Vlada i zajednica prate i ocjenjuju korišćenje i pružaju zaštitu prirodnim resursima od nesavjesnog korištenja. To utiče na potencijalnu izloženost prehrambene industrije povećanju ulaznih troškova, usvajanju novih propisa i većem regulisanju korištenja resursa u budućnosti i izloženost „moralnom“ sudu od strane potrošača prilikom ocjene atributa proizvoda i izbora kod kupovine.
Veći zahtjevi za transparentnost	I potrošači i regulatorna tijela od prehrambene industrije zahtijevaju veću transparentnost o načinu rada i provođenju aktivnosti tokom procesa, i veću transparentnost o karakteristikama gotovih proizvoda. To utiče na povećanje interesa potrošača i vlade za deklarisanje/etiketiranje prehrambenih proizvoda, i uočavanje eventualnih propusta tokom rada u fabrikama prehrambene industrije (odnosno tokom cijelog lanca snabdijevanja hranom).
Strukturne promjene u industriji	Nedavne strukturne promjene u industriji su se odrazile na konsolidaciju jednog broja sektora u industriji, posebno u odnosu kupac-prerađivač hrane. Ovaj trend je promijenio izgled u lancu snabdijevanja prehrambene industrije, sa povećanjem vertikalne i horizontalne integracije. Na primjer, veliki prodavci imaju veći interes za uključivanje u način rada svojih dobavljača i kroz implementaciju sistema osiguranja kvaliteta obezbjeđuju veće prisustvo

7.2. Sistem nulte emisija u prehrambenoj industriji

Zero emission in ~~the~~ food industry

Vojislav Aleksić, Vladan Mićić, Zoran Petrović

Univerzitet u Istočnom Sarajevu, Tehnološki fakultet Zvornik

7.2.1. Princip nulte emisije

Zero emission principle

Pošto koncepti koji su bili usmereni ka minimiziranju, ponovnom korišćenju i recikliraju otpada nisu rešili negativan uticaj na okruženje i ljudsku populaciju, pojavio se koncept nulte emisije. On propisuje optimizaciju kroz integrisani sistem procesa i zahteva od industrije da redizajnira proizvođačke procese radi efikasnijeg korišćenja sirovina unutar procesa i otpada. Ceo koncept teži ka ostvarenju jednog cilja, a to je održivost. To znači da se korišćenje otpada može vratiti na održive nivoe u zatvorenom procesu podržavajući fenomen industrijskog metabolizma (Baas, 2007; Dieu, 2006).

Sledeći ovo opšte pravilo, model nulte emisije poljoprivredno-industrijskog sistema za prehrambenu industriju razmatra korišćenje svih otpadaka hrane kao inputa (ulaza) u anaerobni digestioni proces. Model dopušta identifikaciju redukovana uticaja procesa na okruženje i kretanje sistema u pravcu održivosti i koncepta nulte emisije. Kod ovog modela treba postaviti energetski i materijalni bilans za izračunavanje ekonomske izvodljivosti procesa. Istraživanje će se odnositi na moguće alternative korišćenju fosilnih goriva, hemijskih đubriva, nulte emisije i redukcije gasova koji izazivaju efekat staklene baštne (Gravitis, 2007).

Prehrambena industrijia predstavlja važnu industrijsku aktivnost koja je imala značajan ekonomski uticaj u mnogim zemljama. Prehrambena industrijia se deli na dva sektora koji uključuju proizvodnju i usluge i četiri aktivnosti: proizvodnju, pakovanje, skladištenje i upravljanje. Najveća količina prehrambenih proizvoda u kasnijim fazama mora biti transportovana, skladištena i prodana. Zbog toga se njihov uticaj oseća u drugim sektorima, kao što je osiguranje transporta, prodaja na veliko i malo (Greyson, 2007).

Prehrambena industrijia zahteva redovno snabdevanje dovoljnom količinom poljoprivrednih sirovina, koje se dobijaju pretežno iz žitarica, povrća i svežeg voća, kao inputa u proizvodni proces. Izlazi iz procese prerade su prehrambeni proizvodi i velike količine otpada (čvrstog, tečanog).

Ako se nepoštuju sanitarni i ekološki propisima, nastala količina organskog čvrstog otpada i otpadnih voda mogu ozbiljno zagaditi životnu sredinu.

Kao primer navode se sledeći slučajevi: količina čvrstog otpada poreklom iz hrane u Kini je 7500 t na dan plus 80000 t na dan tečnog otpada (Baas, 2007); u Japanu dnevno se proizvede 2000 t na dan čvrstog otpada i 110000 t na dan tečnog otpada poreklom iz hrane (Dieu, 2006); u Vijetnamu dnevno nastane 3000 t čvrstog otpada (Greyson, 2007). Ako se ne primeni upravljanje otpadom i adekvatan tretman otpada, negativni uticaji otpadnih materija na okruženje i stanovništvo će biti ozbiljni, posebno negativni uticaji će se pokazati kao neprijatan miris i širenje patogenih mikroorganizama. Navedene količine otpada imaju veliki potencijal za proizvodnju energije. Otpadne materije mogu poslužiti kao ulazni materijal za fermentaciju u anaerobnoj digestiji. Sa ekološkog gledišta eliminacija otpada predstavlja ultimativno rešenje za probleme zagađenja koji prete ekosistemima na globalnom, regionalnom i lokalnom nivou. Posebno treba naglasiti da korišćenje sirovina kao obnovljivih izvora energije, pruža mogućnost da iskorišćenjem otpada on može biti vraćen na održivi nivo i to u procesima koji su zatvoreni (kružne procese sistema sa nultim emisijama) (Qifei Huang et al, 2006).

Prehrambena industrija je deo industrijskog sektora. Igra važnu ulogu u ekonomskom razvoju svake zemlje. Ipak intenzivan rast prehrambene industrije povećava probleme vezane za upravljanjem otpadom, kao i zagađenje koje utiče na okruženje. Prehrambena industrija zahteva poljoprivredne sirovine dobijene žetvom na poljima, ili voćnjaka. Te sirovine predstavljaju ulaze u proces prerade. Izlaz iz procesa prerade, uz proizvode, predstavljaju određene količine otpada (čvrst, tečan, gasovit). Na nesreću količina otpada koja se izdvaja može ozbiljno zagaditi okruženje.

Ako metode za preradu otpada i njegovo upravljanje nisu u potpunosti primenjene, negativni uticaj na okruženje i zdravlje će biti veliki i ozbiljan, a posebno negativan uticaj će biti usmeren prema čulima mirisa. Pri ovome će se javiti širenje patogenih mikroorganizama usled odlaganja otpada na površini zemlje. Ovaj otpad se pak može iskoristiti za dobijanje energije i on predstavlja veliki energetski potencijal. Kao što smo ranije nagovestili otpad se može koristiti i kao ulaz (input) za fermentaciju pri anaerobnoj digestiji. Primena koncepta nulte emisije u fermentacionoj tehnologiji nije teška za provođenje jer se to već ostvaruje donekle primenom digestora. To znači da će primena tehnologije sa nultom emisijom u prehrambenoj industriji biti moguća. Ovaj koncept je put koji pruža mogućnost za prilagođavanje ekološkim principima kroz alternative korišćenju (upotrebi) fosilnih goriva, korišćenju hemijskih đubriva, redukciji gasova koji izazivaju efekat staklene bašte, minimiziranju otpada (Suzuki, 2004).

Trenutno prehrambena industrija koristi maksimalno 10% biomase. Ukupna konverzija zasada na plantažama i poljoprivrednih otpadaka u vrednosti slične šećerima, vitaminima, kiselinama, furfuralu, lipidima, voskovima, ksilitolu, menicalu i mnogim drugim produktima označava primenu strategije zamene proizvoda sa proizvodima iz biomase i to bi trebalo da predstavlja indirektnu zaštitu bioraznovrsnosti. Pokazano je da zamena naftnih rafinerija sa biorafinerijama menja tzv. 3R pristup (redukcija, ponovno korišćenje, recikliranje) u 4R pristup (zamena, redukcija, ponovno korišćenje, recikliranje). Biorafinerije izdvajaju biomasu iz biljke i ona se naziva lignoceluloza. Izgrađena je od fenola i šećera. Biorafinerijskim tehnologijama proizvode se proizvodi sa dodatom vrednošću i to može ići od osnovnih sastojaka hrane do kompleksnih farmaceutskih produkata i od jednostavno građenih materijala do industrijski kompleksnih kompozita. Strategije zamene naftnih proizvoda sa produktima iz biomase traže integraciju industrija u klastere sa nultim emisijama. Pored ekoloških prednosti javljaju se i ekonomске prednosti usled korišćenja biorafinerija. Biorafinerije stvaraju tzv. „lignoceluloznu ekonomiju“ slično petrohemijskoj ekonomiji. Napredak novih i konvencionalnih biorafinerijskih tehnologija i biotehnologija kao što je prasak pare, ekstruzija čvrstog stanja, piroliza su dosta prikazane u novijoj literaturi. Primenom tehnologija sa nultim emisijama u prehrambenoj industriji mogu se eliminisati troškovi tretiranja otpada, odlaganja otpada, troškovi sirovina. Neke od ovih koristi se razmatraju kao glavne prednosti sistema nulte emisije uključujući efikasnije korišćenje ljudskih i fizičkih resursa i povećavanje obnovljivosti i recirkulacije materijala. Druge prednosti u poređenju sa različitim metodama upravljanja otpadom u pogledu ekološke zaštite će biti:

- korišćenje proizvoda kao inputa za nove procese,
- obezbeđenje đubriva za poljoprivredu,
- obezbeđenje vode za navodnjavanje u poljoprivredi,
- proizvodnja biogasa kao obnovljive energije,
- redukovanje negativnih uticaja na okruženje i ljudе,
- redukovanje uticaja staklene bašte.

Količina proizvoda iz prehrambene industrije nije mala, ako otpad može biti upotrebljen i korišćen input materijal, koji na ulazu ulazi u proces, što može ponuditi poboljšanje ekološke i ekonomске efikasnosti. Time se ne redukuju troškovi za samo tretman

otpada već i negativni uticaji čime se štiti okruženje. Principijelno tehnologije nultih emisija mogu se upotrebiti za mala, srednja i velika preduzeća, ali u praksi ima nekoliko ključnih razlika kako tehnološka rešenja variraju u različitoj širini operacija. Male firme ili male kompanije imaju veoma ograničene finansijske i ljudske resurse raspoložive za unapređenje okruženja. Državne institucije nedovoljno kontrolišu ponašanje malih firmi prema okruženju i njihova pažnja je više usmerena prema velikom preduzećima. Zbog ovoga, dovođenje sektora prehrambene industrije u veće industrijske zone (koncentrisanje prehrambenog sektora) će biti od obostrane koristi. Od toga bi korist imale i kompanije a i sama zajednica u kojoj su te firme smeštene. Kao prvo može se sakupiti više produkata za ponovno korišćenje i recikliranje u ekološki prihvatljivijim i prijatnijim novim proizvodnim procesima. Drugo, upravljanje otpadom će biti koncentrovani, troškovi upravljanja otpadom i usluge će se smanjiti (Schnitzer et al, 2007).

Strategije nulte emisije utiče na pomeranje tradicionalnog industrijskog modela prema integrisanim sistemima u kojima će se sav otpad ponovo koristiti, reciklirati ili obnoviti. Suština koncepta nultih emisija je da se svi industrijski izlazi iz jednog procesa počnu koristiti kao ulazi u isti proces ili da se konvertuju u dodatnu vrijednost inputa za druge procese. Ovim modelom smanjuje se potrošnja resursa i povećava ekomska i ekološka efikasnost. Na ovaj način proces proizvodnje se menja u spojeni klaster. Takođe, na ovaj način otpad i produkti se potpuno prilagođavaju zahtevima za inpute u bilo koji drugi proces.

Perfektno integrisanim vođenjem procesa ne proizvodi se otpad. Ova tehnika definitivno zahteva analizu ulaza i izlaza poznatu kao materijalni i energetski bilans (ulaz-izlaz) u svim procesima proizvodnje.

Koncept nultih emisija povoljno deluje na razvoj zdravog okruženja i ekološki prihvatljivih produkata i proizvodnih sistema. To može biti inovativni sistem održivog razvoja industrije gde se zadržavaju redukcija, minimizacija i iskorištenje otpada. Sistem nulte emisije nudi most između specifičnih inovativnih dešavanja u čistoj proizvodnji i dostizanja zadovoljenja ljudskih potreba unutar globalnog i lokalnog kapaciteta. Zbog ovakvog pristupa tehnike nulte emisije su se počele upotrebljavati u nekim procesnim industrijama. Ograničenje primene sistema nulta emisije je u tome što se nulta emisija definiše tako da iz procesa, osim za jednog željenog proizvoda, nema drugih izlaza, što nije moguće saglasno zakonima prirode.

Hemiske reakcije, na primer, ne daju prinosa tačno od 100%. Određeni otpad kroz toplotnu emisiju je neizbjegjan (Xue et al, 2007). Drugi ograničavajući aspect se odnosi na količinu proizvoda. Naime, ako je proces proizvodnje hrane malog kapaciteta, količina stvorenog otpada nije velika da obezbedi sistem nulta emisije, koji će biti ekonomski isplativ.

7.2.2. Model nulte emisije - primer fabrika prehrambene industrije

Model of zero-emission in the case of factory in food industry

Metod

Metodologija, koja ide prema modelu nulte emisije industrijskog ekosistema, je uspostavljena u tri osnovna koraka. Ona polazi sa analiziranjem materijalnog i energetskog protoka za industrijski sistem i delimično za otpad. Sledeći korak je analiziranje različitih mogućnosti za sprečavanje stvaranja otpada. Treći korak se odnosi na identifikovanje, analiziranje i projektovanje mogućnosti za obnovu otpada izvan mesta na kojem se provodi glavni proces i na traženje opcija za ponovno korištenje. Ovaj korak nalaže i identifikaciju zaostalog otpada (COFIDEK Company, 2003; ZERI, 2011).

Dalje se kao primer koncepta nulte emisije u prehrambenoj industriji navodi mogući proces prerade plodova biljke ananas.

7.3. Štetne materije u hrani porijeklom iz okoliša

Hazardous substances in food originating from environment

Midhat Jašić¹, Slavica Grujić², Snježana Marić¹

¹Univerzitet u Tuzli, Tehnološki fakultet Tuzla

²Univerzitet u Banjoj Luci, Tehnološki fakultet Banja Luka

7.3.1. Uvod

Introduction

Važnost hrane u našem svakodnevnom životu je krucijalna, pa je njena zdravstvena bezbjednost postala bezuslovan zahtjev, kako potrošača tako i domaćeg i međunarodnog zakonodavstva. Razvoj tehnologije i tehnički progres doprinijeli su proizvodnji dovoljne količine hrane, ali kao posljedica toga pojavljuju se kontaminanti koji nisu prirodani sastojci hrane. Tako se osim prirodnih sastojaka (nutrijenta) u hrani mogu naći i nepoželjne komponente porijeklom iz okoliša ili komponente koje čovjek koristi u procesima primarne poljoprivredne proizvodnje, prerade, pakovanja, skladištenja i distribucije.

Hemijske rezidue i kontaminanti iz okoliša su veoma važne komponente i nezaobilazni faktori u primarnoj poljoprivrednoj proizvodnji, preradi, pakovanju i distribuciji hrane. Veliki broj hemikalija je prisutan u okolišu u formi onečišćenja zraka, tla i vode. Ove materije se nekontrolirano, a često i nepredvidljivo mogu naći u sirovinama koje se upotrebljavaju u proizvodnji hrane i neke od njih se nemogu izbjegći.

Glavni izvori onečišćenja hrane u primarnoj poljoprivrednoj proizvodnji, a dijelom i u preradi, su zagađenost zraka, vode i tla, a njihovo zagađenosti trajno doprinose hemijska sredstava kao što su pesticidi i umjetna gnojiva. Isto tako, hranu mogu zagaditi i određene vrste mikrobioloških kontaminanta, kao što su bakterijski enterotoksini, mikotoksi i sl. U svim fazama proizvodnje hrane često u kontakt sa proizvodima mogu doći plinovi iz industrijskih postrojenja i vozila, nepravilno zbrinut otpad ili slično. Česti onečišćivači hrane iz okoliša su dioksini, poliklorirani bifenili, teški metali, kloropropanoli, nitrati i nitriti.

U pojedinim segmentima proizvodnje, hrana može biti kontaminirana biološkim, hemijskim i fizičkim agensima, a uzroci konataminacije su raznoliki. Biološkom opasnošću se smatra svaki živući organizam koji može kolonizirati namirnicu, te preživjeti i razmnožavati se u njoj ili onaj koji proizvodi toksične metabolite. Biološka opasnost može biti makrobiološka i mikrobiološka. Makrobiološku opasnost predstavljaju insekti i manji sisavci. Hemijske opasnosti u hrani sa aspekta uzroka njihovog nastanka tokom proizvodnje i prerade mogu biti:

- prirodno prisutne opasnosti u hrani kao njen legalan sastojak,
- kontaminanti u formi ostataka od tretiranja biljaka-peстicidi,
- kontaminanti u formi ostataka od tretiranja životinja- veterinarski lijekovi,
- kontaminanti u formi toksičnih materije koja nastaju termičkom obradom hrane,
- prehrambeni aditivi u količinama većim od ADI vrijednosti,
- ostaci sredstva za higijenu i sanitaciju,
- migrirajuće grupe iz ambalaže i druge.

Ove činjenice ukazuju na činjenicu da savremena proizvodnja hrane treba biti uspostavljena na neprekidnom monitoringu i kontroli svih proizvodnih faza. Ovaj zahtjev otežava potreba za poznavanjem velikog broja hemikalija koje se mogu naći u hrani i često se postavlja pitanje snalaženja u obilju informacija.

7.3.2. Vrste hazardnih materija iz okoliša

Environmental hazards in food

Primarni uzrok kontaminacije hrane može biti zagađenost zraka, vode i tla. Ovi izvori kontaminacije zbog globalnih utjecaja vrlo teško se kontroliraju. Glavni zagađivači zraka su otrovni plinovi iz industrijskih postrojenja i sagorijevni gasovi iz motornih vozila. Glavni polutanati iz vazduha su: SO_2 , NO_x , CO_x , lebdeće čestice, čađ i fotohemski oksidi. Toksične čestice iz zraka se apsorbiraju u primarne poljoprivredne proizvode, žitarice, voće, povrće i dalje prenose putem lanca prerade i distribucije hrane do krajnjeg potrošača.

S druge strane, tekući industrijski otpad i otpad iz domaćinstava često završavaju u vodotokovima, pri čemu se toksične hemikalije apsorbiraju u ekosistem i na taj način ulaze u lanac ishrane. Na zagađenost tla najviše uticaja ima upotreba pesticida i umjetnih gnojiva. Neke od ovih komponenti se mogu u tlu zadržati i po više godina. Najpoznatiji toksikanti koji zagađuju hranu porijeklom iz industrijskog otpada i prirodnog okoliša su: hlorirani ugljikovodici, policiklički aromatski ugljikovodici, teški metali, radioaktivni i ostali elementi. Često su prisutni dioksini - stabilni klorirani ugljikovodonici. Osim dioksina⁵ u hrani mogu prisjeti iz okoliša i polihlorirani dibenzofurani. Ovi spojevi imaju slične osobine i sličnu hemijsku strukturu. Takođe imaju i slične biološke karakteristike, uključujući i toksičnost. Nastaju kao nemanjerni nus-produkti procesa sagorijevanja.

7.3.2.1. Kontaminanti iz zemlje i vode

Environmental risk (**Contaminants**) from soil and water

Tlo i voda je vrlo često ishodište štetnih tvari u lancu proizvodnje i prerade hrane. Tekući industrijski i otpad iz domaćinstava često završava u vodotocima, pri čemu se toksične hemikalije apsorbiraju u ekosistem i na taj način ulaze u lanac ishrane.

Na zagađenost tla veliki uticaj ima upotreba pesticida i umjetnih gnojiva. Neke od ovih komponenti se mogu u tlu zadržati i po više godina.

Najpoznatiji toksikanti koji zagađuju hranu porijeklom iz industrijskog otpada i prirodnog okoliša su: hlorirani ugljikovodici, policiklički aromatski ugljikovodici, teški metali, radioaktivni i ostali elementi. U hrani, kao kontaminanti iz okoliša, mogu biti prisutni i polihlorirani bifenili (PCB). Oni pokazuju sličnu toksičnost kao i dioksini. Izazivaju pad imuniteta, opadanje kose, smetnje u živčanom sistemu. U hrani su prisutni u vrlo malim koncentracijama i to u mesu, ribi i mliječnim proizvodima. Unosom u organizam se akumuliraju u adipoznom tkivu. Polihlorirani bifenili se široko koriste kao pesticidi, dodaci gumi i plastici, kao prijenosnici toplove u industriji ulja, boja i lakova.

Isto tako, visok nivo opasnosti predstavljanu pesticidi. Pesticidi⁶ su selektivne sintetske toksične materije namijenjene za uništavanje štetnih životinjskih i biljnih organizama. Primjenjuju se u primarnoj poljoprivrednoj proizvodnji radi zaštite biljaka kao i za uništavanje skladišnih štetočina. Značajniji pesticidi su insekticidi (sredstva za uništavanje insekata, parazita, muha, krpelja itd), rodenticidi (sredstva za uništavanje glodara), herbicidi (sredstva za zaštitu od korova), fungicidi i drugi. U hrani se pojavljuju u obliku rezidua⁷. Porijeklo ostataka pesticida u hrani može biti neposredno od tretiranja ili posredno iz okoliša, mogu dospjeti putem vodotoka sa tretiranim usjevima u rijeke, ali i hranom kojom se hrane domaće životinje itd. Zbog toga se nastoji da upotreba pesticida bude pod kontrolom

⁵Dioksin je naziv za vise od 200 različitih hloriranih ugljikovodika od kojih se neki ubrajaju među najotrovnije materije

⁶Eng. pest - štetočina; lat. ceadere – ubiti

⁷Rezidu – ostatak nakon tretiranja

7.4. Zagađenja koja nastaju u prehrambenoj industriji

Pollution from food industry

Grujić Radoslav¹, Odobašić Amra², Grujić Slavica³

¹Univerzitet u Istočnom Sarajevu, Tehnološki fakultet Zvornik

²Univerzitet u Tuzli, Tehnološki fakultet Tuzla

³Univerzitet u Banjoj Luci, Tehnološki fakultet Banja Luka

7.4.1. Uvod

Introduction

Osnovni zadatak poljoprivredne proizvodnje i prehrambene industrije je da proizvodu dovoljnu količinu kvalitetne hrane i materija organskog porijekla, koje su neophodne za održavanje života ljudi. Prema prognozama FAO, očekuje se da će se broj stanovnika na Zemlji u sljedećih 50 godina povećati na blizu 10 milijardi ljudi. To zahtijeva odgovarajuće povećanje proizvodnje, kako bi se obezbijedile dovoljne količine hrane za narastuću populaciju (Ristić i sar., 2011). To povećanje će za posljedicu imati porast količine sporednih proizvoda (nusproizvoda), otpadnih materija i drugih zagađenja (onečišćenja, *pollutions*), ukoliko oni dospiju u okruženje, u podzemne vode i u vazduh. Jedan dio materija, koji je nastao u prehrambenoj industriji ili je tamo dospio preko sirovina ili na neki drugi način, može se svrstati u grupu kontaminirajućih materija.

Kontaminirajuće materije iz hrane (opasnosti) su agensi hemijskog i mikrobiološkog ili fizičkog porijekla, koje ukoliko se u organizam unesu tokom konzumacije hrane izazivaju zdravstvene probleme kod ljudi i životinja, odnosno predstavljaju rizik za bezbjednost potrošača prehrambenih proizvoda. Ove materije u hranu dospijevaju različitim putevima, uključujući i metabolite biljaka koji se preko hrane biljnog porijekla unose u lanac ishrane čovjeka. Neke od ovih materija svoje djelovanje na organizam ispoljavaju odmah, dok je za djelovanje drugih potrebno da prođe određeno vrijeme, nekada i više godina. Toksični efekat, u tom slučaju, se javlja kada se u organizmu akumulira određena količina te supstance. Kontaminacija hrane je problem koji se može pojaviti u manipulaciji hranom u svim fazama od „njive do trpeze“, kako u primarnoj poljoprivrednoj proizvodnji, tako i u preradi, pakovanju, distribuciji.

Kontaminacija hrane može biti slučajna, ali do nje može doći i zbog nastajanja toksičnih materija u samoj hrani ili u digestivnom traktu čovjeka i životinje. Ove materije nastaju reakcijom između komponenti hrane ili aditiva (na primjer, nitrozoamini) na način koji je karakterističan za određeni oblik ili komponentu hrane. Kontaminacija prehrambenih proizvoda najčešće potiče iz okoline, iz proizvodnih procesa u primarnoj proizvodnji i iz tehnoloških postupaka prerade i skladištenja proizvoda, o čemu je bilo više riječi u prethodnim poglavljima. Proizvodnja, prerada, distribucija i korištenje hrane ima dvostrano djelovanje sa okolinom. Kako nepoželjne materije (kontaminenti) iz okoline mogu dospjeti u hranu, na isto način i različite materije iz lanca snabdjevanja hranom mogu dospjeti u okolinu i tako ugroziti njen kvalitet. To znači da osobe koje su odgovorne za proizvodnju hrane moraju podjednako voditi računa o uticajima u oba smijera: okoline na hranu i proizvodnje hrane na okolinu. U ovom poglavljiju akcenat će biti dat na drugi aspekt.

Svaka čovjekova aktivnost ima uticaj na životnu sredinu. Aktivnosti prehrambene industrije nisu izuzetak u tok kontekstu. Pitanja vezana za životnu sredinu su od velikog interesa u prehrambenoj industriji; proizvođači su postali svjesni posljedica po okolini koje su nastale kao rezultat njihovih aktivnosti. U tu poziciju su ih doveli i sve jasniji zahtjevi potrošača i važeći propisi. Kroz propise (i standarde), čovječanstvo nastoji kontrolisati i

smanjiti štetni uticaj rada preduzeća na okolinu u bilo kojoj fazi proizvodnog ciklusa „*od njive do trpeze*“ i ciklusa snabdjevanja hranom. Proizvodnja, prerada, distribucija i potrošnja hrane značajno utiču na prirodu i životnu sredinu (okolinu, okoliš). Taj uticaj nije isti u svim fazama lanca snabdjevanja i zavisi od vrste aktivnosti.

Metode rada u primarnoj poljoprivrednoj proizvodnji i prehrambenoj industriji su od nesebične važnosti za bezbjednost prehrambenih proizvoda i uticaja na okolinu. Bezbjedna hrana je važna za očuvanje (sprečavanje obolijevanja) i poboljšanje ljudskog zdravlja. Pored toga, prehrambeni proizvodi su od najveće važnosti za dobrobit društva, zapošljavanje radnika, održavanje i poboljšanje standarda življenja itd. Međutim, izrada ovih proizvoda troši prirodne resurse i generiše čvrste i tečne ostatke ili otpad, koji mogu uticati na okolinu. Briga o zagađenju okoline i rizici po ljudsko zdravlje koji mogu poticati od nastalog otpada, veoma su važni za razumijevanje načina smanjenja količine, načina odlaganja, ponovne upotrebe ili prerade otpada (Selimbašić i sar., 2004, Vukić, 2009).

Otpad iz prehrambene industrije se definiše kao svaka supstanca koja predstavlja ostatak ili nepotrebni višak materijala, a koji nastaje tokom provođenja procesa (Cybulska, 2000). Drugim riječima, otpad predstavlja materije ili predmete koji zahtijevaju da budu odloženi na odgovarajući način ili prerađeni na podesan način koji neće kontaminirati prirodu ili koji će vlasnik odbaciti ili najmerava da ga odbaci ili ga mora odbaciti.

Neuklonjeni sporedni proizvodi iz prehrambene industrije i poljoprivrede predstavljaju opasnosti, koji kao zagađivači životne sredine, mogu da ugroze zdravlje ljudi i životinja. U čitavom svijetu raste interesovanje za iskorištavanje nejestivih sporednih proizvoda iz poljoprivrede i prehrambene industrije. Traže se mogućnosti za bezbjednu preradu sporednih proizvoda prehrambene industrije i načini kako da se oni pretvore u sirovine, čijom bi se reciklažom u nove proizvode smanjila količina otpada i uz to se dobili novi upotrebljivi proizvodi (Ristić i sar., 2008). Osim velikog broja različitih otpadaka za proizvodnju proteinskih hraniva za ishranu životinja i proizvodnju biodizela, biogasa i đubriva, posebno su interesantni nejestivi sporedni proizvodi zaklanih životinja, sporedni proizvodi zaklanih riba i riblji korov i životinjski proizvodi iz stočarske proizvodnje. Ovo su specifične vrste otpadaka koje se trebaju razmatrati sa više aspekata: epizootiološkog-epidemiološkog aspekta, aspekta zaštite životne sredine i ekonomskog aspekta (Ristić i sar., 2011).

7.4.2. Izvori otpada u lancu snabdjevanja hranom

Sources of waste in food supply chain

Otpad nastaje u svim procesima ili sistemima čovjekova rada. Njega stvaraju sva preduzeća, sve institucije i svaki pojedinac. Ako otpad nastaje u domaćinstvu, industriji ili distributivnom sektoru, onda se za njega može reći da je pod nadzorom (kontrolom). Zahtijevaju se specifične mjere za tretman i odlaganje ovog otpada. Otpad iz poljoprivrede nastaje u svim poljoprivrednim objektima i ne može se svrstati u kontrolisani otpad. Svaki korak u procesu proizvodnje, prerade i korištenja hrane generiše određenu vrstu sporednih produkata (nusprodukata), koji se mogu smatrati otpadom zato što u tom obliku nisu potrebni i što nemaju tržišnu vrijednost za proizvođače i prerađivače hrane (slama, pljeva, otpad generisan tokom muže krava ili klanja životinja) (Grujić, 2003; Liu, 2007). Ovi otpadi su skoro isključivo organskog porijekla. Svišak ovih materijala, ako se sa njime ne upravlja na edekvatan način, može izazvati zagađenje okoline.

Velika količina otpada se generiše u različitim oblastima prehrambene industrije i industrije proizvodnje pića. Često nedostaju potpune informacije o količini otpada koji nastaje u prehrambenoj industriji i o načinu odlaganja nastalog otpada. Prema izvještaju Agencije za zaštitu životne sredine Velike Britanije (Cybulska, 2000), tokom 1999. godine preduzeća iz oblasti prehrambene industrije, industrije pića i duvanske industrije su proizvela

7.5. Prečišćavanje otpadnih voda

Wastewater treatment

Selimbašić Vahida, Stuhli Vedran

Univerzitet u Tuzli, Tehnološki fakultet Tuzla

7.5.1. Uvod

Introduction

Zagađenje okoliša i borba protiv te opasnosti obilježili su osamdesete i devedesete godine prošlog vijeka, a sada je sasvim sigurno da će to biti karakteristika i početka ovog vijeka. Sprečavanje zagađenja okoliša je nužnost i zbog svog značaja zahtijeva sve veća ulaganja ljudskih i materijalnih resursa. Danas se razvoju i unapređenju procesa prečišćavanja otpadnih voda i očuvanja kvaliteta prirodnih voda posvećuje velika pažnja. Zahtjevi koji se nameću su sve veći, a zakonska regulativa sve rigoroznija.

Glavni izvori zagađivanja voda su:

- infiltracija ljudskih i životinjskih materija,
- prodiranje vještačkih đubriva, herbicida i insekticida,
- prodiranje voda iz neuređenih deponija,
- ispuštanje otpadnih voda iz industrije,
- propuštanje kroz porozne kanalizacione odvode.

Obrada (tretman) otpadnih voda predstavlja postupke pomoću kojih se vrši smanjenje prisutnog zagađenja do onih količina i koncentracija, s kojima prečišćene otpadne vode ispuštene u prirodne vodne sisteme ne predstavljaju opasnost za žive organizme i ne uzrokuju neželjene promjene u okolišu.

Tretman otpadne vode obuhvata niz operacija i postupaka kojima se iz vode uklanjuju suspendovane i rastvorene materije, odnosno sve materije koje mijenjaju prirodne osobine vode. Dakle, otpadne vode je prije ispuštanja u prijemnike uvijek neophodno prečistiti, kako bi se iz njih do određenog stepena uklonile plivajuće, lebdeće i otopljene materije, te koloidi, dakle onečišćenja koja su prisutna u otpadnim vodama i bitno karakteriziraju njihova svojstva.

7.5.2. Vrste i karakteristike otpadnih voda

Types and characteristics of wastewater

Pod pojmom *otpadna voda* smatraju se upotrijebljene vode u naseljima i industriji kojima su promjenjena fizička, hemijska i biološka svojstva tako da se ne mogu koristiti u poljoprivredi niti u druge svrhe.

Po drugoj definiciji otpadna voda predstavlja mješavinu raznih vodom nošenih onečišćenja (otpadaka) iz domaćinstava, komercijalnih zgrada, industrijskih postrojenja i institucija u kojima mogu biti takođe prisutne podzemne, površinske i oborinske vode.

Prema porijeklu, otpadne vode mogu biti: domaće (kućanske, fekalne), industrijske, poljoprivredne i atmosferske (oborinske).

Kod analize problema prečišćavanja otpadnih voda od temeljne važnosti su:

- količina i svojstva otpadnih voda,
- svojstva prijemnika,
- uslovi ispuštanja otpadnih voda i
- procesi prečišćavanja otpadnih voda i obrada mulja.

7.6. Studije slučaja

Case studies

7.6.1. Proizvodnja i prerada mesa goveda, svinja i drugih vrsta crvenog mesa

Production and processing of meat of cattle, pigs and other **types of red meat**

Radoslav Grujić¹, Meho Bašić²

¹Univerzitet u Istočnom Sarajevu, Tehnološki fakultet Zvornik

²Univerzitet u Tuzli, Tehnološki fakultet Tuzla

Uvod

Introduction

Mesna industrija koristi značajne količine različitih prirodnih resursa, sa jedne strane i u okruženje emituje različite nusproizvode i otpade, sa druge strane. Savremena prehrambena industrija, da bi bila održiva, mora primijeniti procese i sisteme, koji će uz maksimalno korištenje sirovina i drugih materijala, pružiti adekvatnu zaštitu životne sredine od sopstvenih zagađenja. Međutim koncept održivih tehnologija se ne zadovoljava samo time, proizvođači moraju naći načina da nastale otpadne materije maksimalno prerade u sopstvenoj fabrici ili da ih pripreme za preradu na drugoj lokaciji uz mogućnost izrade gotovih proizvoda. Od industrije prerade mesa se traži da jača socijalnu dimenziju svog djelovanja (zapošljavanje većeg broja radnika, zapošljavanje kooperanata, uključivanje u naučna i inovativna istraživanja itd).

Mesna industrija je jedan od najvećih proizvođača organskog otpada u sektoru prehrambene industrije uopšte. Ona treba da poveže tov stoke za klanje i bezbjednih proizvoda koji su prihvatljivi za potrošače. U ovom slučaju pojam „meso“ se odnosi na sve proizvode dobijene nakon klanja goveda, svinja, ovaca, konja i drugih životinja za klanje, odnosno poklapa se sa pojmom „crveno meso“. Navedena definicija obuhvata i različite proizvode od crvenog mesa (salamurene, termički obrađene, dimljene proizvode, kao što su kobasice, konzerve, dimljena šunka itd). O veličini mesne industrije u govori podatak o ukupnoj prizvodnji od 143 miliona tona različitih proizvoda, od čega se jedna trećina proizvodnje razmjenjuje između SAD i Evrope. Najveći pojedinačni proizvođač mesa u svijetu je Kina sa 36% ukupne svjetske proizvodnje (tabela 7.6.1.1).

Tokom 2000. godine u strukturi proteina, koje su konzumirali stanovnici u SAD, više od 90% su predstavljali proteini životinjskog porijekla. Slična situacija je i u ishrani stanovništva u drugim dijelovima svijeta: zapadna Evropa 55%, istočna Evropa 40%, Japan 40%, Afrika 20%. U ovom slučaju se može primijeniti opšte pravilo po kojem se količina proteina životinjskog porijekla u ishrani ljudi povećava sa porastom njihog životnog standarda. U praktičnom smislu, proteini životinjskog porijekla se mogu dobiti jedino klanjem domaćih životinja (goveda, svinja, ovaca, koza, peradi), divljih životinja i riba. Proces obrade životinja, u cilju njenog korištenja u ishrani ljudi, utiče na stvaranja velike količine otpada, sa kojim se mora pravilno postupati, odnosno prema terminologiji EMS-a upravljati na odgovarajući način. Ovom prilikom za prikaz analize slučaja iskorišten je postupak klanja goveda i svinja i obrade mesa dobijenog klanjem ovih životinja. Uz male izmjene slični su postupci klanja i obrade trupova koza, ovca i drugih životinja.

Tabela 7.6.1.1. Proizvodnja mesa u svijetu (x1000) (Adaptirano prema Bakns i Wang, 2006)

Table 7.6.1.1. Production of meat in the world (x1000)

	Godina	Ukupna proizvodnja u svijetu (t/godina)	SAD %	EU %
Govedina	2002	50220	24,6	14,4
Ovčetina	1997	6982	1,6	15,7
Svinjetina	2002	85465	10,5	20,8
Ukupno		142667	15,0	18,3

Industrija za preradu mesa stoke za klanja proizvodi primarne proizvode u obliku trupova, komade mesa dobijene rasijecanjem trupova i različite sporedne proizvode. Dio proizvoda iz ove industrije se ne koristi u ishrani ljudi, već se koristi u tehničke svrhe ili se koristi kao hrana za životinje.

Otpaci iz industrije prerade mesa se dijele na čvrste otpatke, zagađivače vode i zagađivače vazduha. Tri različite kategorije otpadaka su regulisane sa različitim propisima i često brigu o njima vode različiti ljudi, međusobno potpuno odvojeno. Međutim, ove tri kategorije otpada su međusobno u interakciji, nastaju u istim industrijskim postrojenjima i istovremeno utiču na životnu sredinu.

Prilikom analize različitih otpadnih materija pošlo se od izvora, mesta na kojem je određena vrsta otpada nastala, a nakon toga opisane su neke od tehnika sa kojima se može uticati na minimiziranje otpada kao dijela programa prevencije. Na kraju je dat doprinos rješavanju i prevazilaženju mogućih problema sa otpacima, koji nastaju u mesnoj industriji, kroz postupak „end-of-pipe“ (na kraju cijevi). Sve otpadne materije se mogu posmatrati kao potencijalni resursi. U svakom slučaju, otpadne materije se mogu koristiti kao sirovine za druge proizvode, bilo u samoj fabriци bilo na nekom drugom mjestu. U ostalim slučajevima, otpad se može upotrijebiti kao sredstvo za tretiranje drugih otpadnih materija. U svakom slučaju, nastajanje otpada može se minimizirati savjesnim i domaćinskim radom zaposlenih, agresivnim preventivnim mjerama, zamjenom opasnih materija sa bezopasnim materijama, i pametnom zamjenom starih neefikasnih tehnologija sa tehnologijama koje će uzrokovati manje zagađenja.

Opis aktivnosti u mesnoj industriji

Description of activities in meat industry

U objekatima mesne industrije obavljaju se poslovi vezani za klanje goveda i svinja i direktnu prodaju svježeg mesa (trupova) ili poslovi vezani za dalju obradu trupova i preradu mesa u različite proizvode. Ove fabrike se bave obradom mesa u različitom obimu. Prema podjeli koja se koristi u svijetu, ovi objekti se dijele na klanice/klaonice (u kojima se provode različite operacije, uključujući klanje, omamljivanje, iskrvarenje, šurenje, skidanje kože, evisceracija, pranje, obrada i pakovanje svježeg mesa) i fabrike za preradu mesa (termička obrada, salamurenje, dimljenje, fermentacija, konzervisanje i proizvodnja drugih proizvoda). Posebno se grade objekti za klanje krupne stoke, a posebno objekti za klanje peradi. U nekim klanicama, nejestivi dijelovi trupa se odbacuju i dalje se prikazuju kao **nus-proizvodi** i kao **otpad**. Objekti za preradu mesa se obično grade izvan urbanih centara ili na periferiji gradova, čime se obezbjeđuje blizina tržišta, sa jedne strane i smanjuje negativni uticaj proizvodnje na okruženje. Trend razvoja u sektoru mesne industrije i trend razvoja tržišta su usmjereni ka izgradnji većih proizvodnih kapaciteta, ka povećanju pažnje na bezbjednost proizvoda i dobrobit životinja, te ka unapređenju kvaliteta proizvoda, povećanju stepena prerade, i na kraju ka poboljšanju uslova rada. Postupci klanja goveda i svinja se međusobno

7.6.2. Otpadne vode u mljekarskoj industriji

Dairy Processing Effluents

Milica Vilušić

Univerzitet u Tuzli, Tehnološki fakultet Tuzla

7.6.2.1 Uvod

Introduction

Prehrambena industrijia doprinosi velikom zagađenju, posebno kada su u pitanju zagađivači organskog porijekla. Zagađivači organskog porijekla obično sadrže 1/3 otopljenih, 1/3 koloidnih i 1/3 suspendiranih tvari, dok su anorganske tvari obično prisutne u obliku otopine (Bylund, 1995).

Prerada mliječnih proizvoda često podrazumijeva različite jedinične operacije. One obično uključuju primanje i čuvanje sirovina, preradu sirovina u gotove proizvode, pakiranje i skladištenje gotovih proizvoda. Mlijeko, proizvod sastavljen od mliječne masti, proteina, ugljikohidrata, soli i vitamina, je idealna hrana za mikroorganizme, kao i za ljudi. Zbog toga, mlijeko mora biti zaštićeno od kontaminacije, pa stoga mljekarska industrijia usmjerava mnogo naporaka tom cilju (CAST, 1995).

7.6.2.2 Opis industrije i praksa

Industry Description and Practice

Mljekarsku industriju karakterizira mnoštvo proizvoda, a time i proizvodnih linija. To uključuje preradu svježeg sirovog mlijeka u proizvode kao što su konzumno mlijeko, maslac, sir, jogurt, kondenzirano mlijeko, mlijeko u prahu, te sladoled, primjenom procesa kao što su hlađenje, pasterizacija i homogenizacija, itd (slika 7.6.2.1). Tipični sporedni proizvodi uključuju mlačenicu, sirutku, i njihove prerađevine ([http://www.ifc.org/ifcext/enviro.nsf/Content/Environmental Guidelines](http://www.ifc.org/ifcext/enviro.nsf/Content/Environmental%20Guidelines)).

Na primjer, sir, mlijeko u prahu i uparivačka postrojenja stvaraju veće količine otpadnih voda od pasterizacije mlijeka, a podaci o količini utrošene vode u mljekarskoj industrijiji ukazuju na volumen vode potreban za obradu određene količine mlijeka. Tipični mljekarski pogoni prerađuju oko 500 m^3 mlijeka dnevno i generiraju gotovo istu količinu otpadnih voda (Selimbašić i sur., 2004).

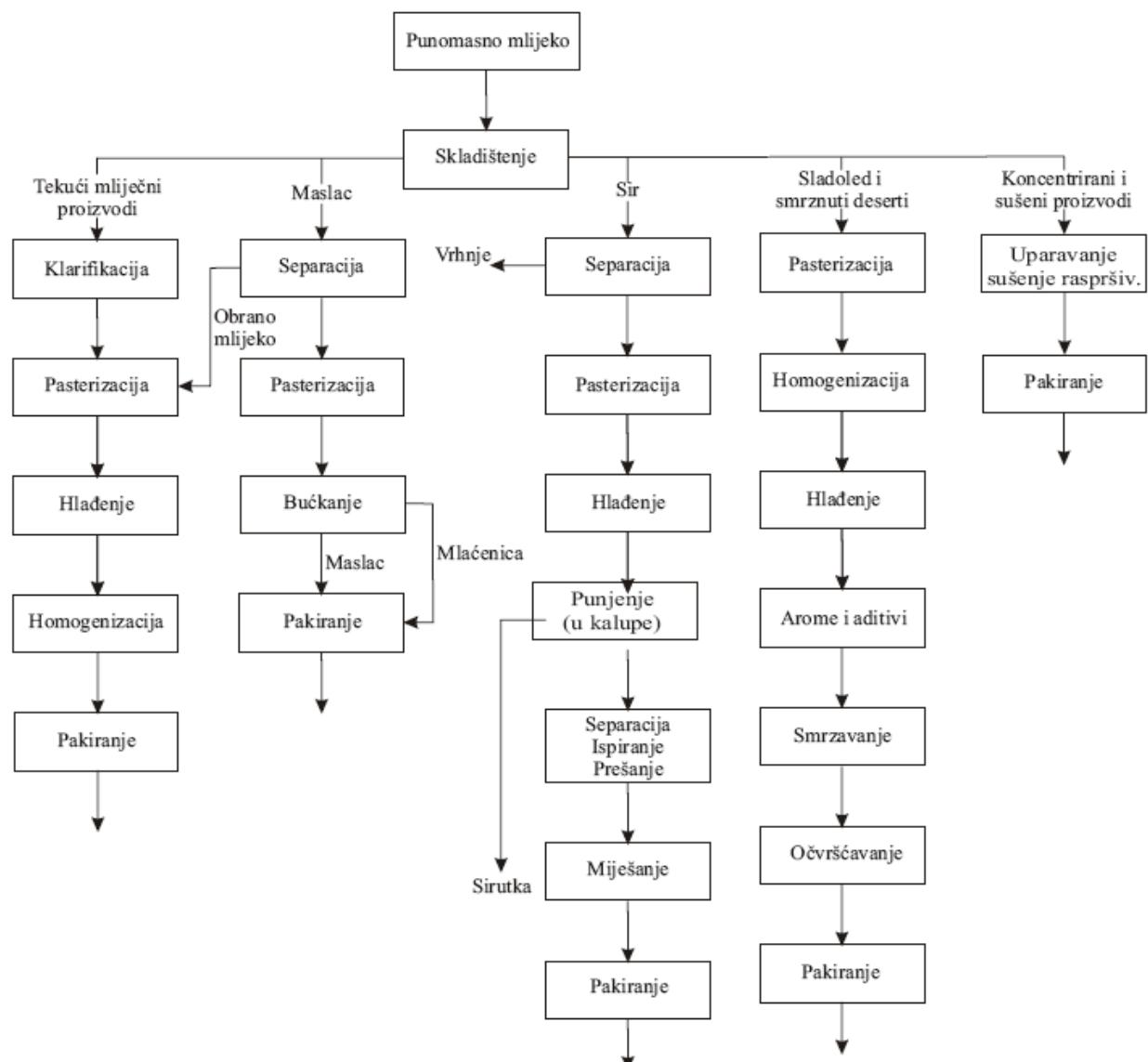
Volumen, koncentracija i sastav otpadnih voda koje nastaju u mljekarskim pogonima ovise o vrsti proizvoda, proizvodnom programu, načinu rada, dizajnu postrojenja, sustavu upravljanja vodama koji se primjenjuje, a potom i o količini vode koja se prečišćava. Otpadne vode u mljekarskoj industrijiji mogu se podijeliti u tri glavne kategorije:

1. rashladna voda
2. industrijska otpadna voda
3. sanitarna otpadna voda (Bylund, 1995; Alturkmani, 2007).

Procesna voda uključuje vodu koja se koristi u procesu hlađenja i grijanja. Ove otpadne vode ne sadrže polutante i mogu se nakon minimalne obrade ponovno koristiti ili samo ispustiti u sustav oborinskih voda. Industrijska otpadna voda, uglavnom potječe od čišćenja opreme koja je u dodiru sa mlijekom ili mliječnim proizvodima, prosipanjem mlijeka i mliječnih proizvoda, prešanja sira i izdvajanja sirutke, prosipanja salamure, mogućnosti CIP čišćenja, nakon kvarova uređaja, pa čak i operativnih pogrešaka.

Sanitarna otpadna voda se obično sustavom cijevi direkto odvodi u postrojenje za preradu otpadne vode, sa ili bez prethodnog miješanja sa industrijskom otpadnom vodom.

Procesne otpadne vode ne sadrže visok postotak polutanata u vodi, u odnosu na vodu koja se koristi za čišćenje (tablica 7.6.2.1). Voda za čišćenje mora biti tretirana prije nego što se ispušta u javnu kanalizaciju ili u rijeku ili neki drugi vodenim tok (Alturkmani, 2007).



Slika 7.6.2.1. Shema procesa proizvodnje u mljekarskoj industriji (CAST, 1995)

Figure 7.6.2.1. Scheme of production processes in dairy industry (CAST, 1995)

Prije same obrade otpadnih voda u mljekarskoj industriji, mora se voditi računa o svim procesima proizvodnje mliječnih proizvoda i potencijalnom zagađenju nastalom od različitih mliječnih proizvoda (tablica 7.6.2.1), odnosno o sastavu otpadnih voda (tablica 7.6.2.1).

<http://www.ifc.org/ifcext/enviro.nsf/Content/EnvironmentalGuidelines> (05.05.2011.)

Pitanja/Odgovori

Questions/Answers

1. U kojim procesima se koristi voda u mljekarskoj industriji?
Voda se koristi u svim fazama proizvodnje u mljekarskoj industriji, uključujući pranje, čišćenje, sanitaciju, grijanje, hlađenje i dr.
2. Što karakterizira otpadne vode u mljekari?
Otpadne vode mljekare se odlikuje visokim sadržajem BOD i COD, visokom razinom otopljenih ili suspendiranih tvari, uključujući masti, ulja i mineralne tvari.
3. Čime je određen stupanj obrade otpadnih voda?
Stupanj obrade otpadnih voda je obično određen propisima o zaštiti okoliša koji se primjenjuju na određenom području, kao i sustavu upravljanja otpadnim vodama.

Pitanja

Questions

1. Koji parametri određuju zagađenje u mljekarskoj industriji?
2. čemu ovisi količina otpadnih voda u mljekari?
3. Kako se tretiraju otpadne vode u mljekari?

7.6.4.4 Zaključak

Conclusion

U tehnološkom procesu proizvodnje kruha i općenito pekarskih proizvoda nema puno faktora koji dovode do zagađenja okoline. Zagađenje može nastati kao rezultat sagorijevanja uglja, lož ulj, plina ili drveta, ako se za pečenje koriste peći na ta goriva, te od otpadnih voda nastalih nakon pranja i dezinfekcija uređaja u pogonu i plehova za pečenje.

Rješenje ovih problema, odnosno načini na koje se mogu smanjiti zagađenja u pekarskoj industriji postoji.

Kada su u pitanju peći koje se koriste za pečenje treba izbjegavati peći na ugalj i koristiti električne peći ili peći na plin. Na taj način se smanjuje emisija CO₂, a time se smanjuje i zagađenje okoline.

Kod pranja kalupa nakon pečenja treba izbjegavati izbacivanje vode u okolinu i vodotokove prije prečiščavanja te vode. Tek nakon prečiščavanja i filtriranja voda se može izbaciti u vodotokove.

Rješenje za prašinu od brašna u pogonu je nošenje maski za nos i usta od strane radnika, što je inače obavezno iz higijenskih razloga i primjena odgovarajućeg ventilacionog sistema u pogonu, ako je to moguće.

LITERATURA

- Anđelković, B., Krstić, I. (2002). Tehnološki procesi i životna sredina, Niš
Kaluđerski, G., Žeželj, M., Gavrilović, M., Kaluđerski, S., Tošić, B. (1992). Tehnologija proizvodnje i prerade brašna, Zajednička stručna knjiga
Miličević, D. (2011). Tehnologija pekarskih i pekarsko-konditorskih proizvoda, Tuzla
Stanley P. Cauvain and Linda S. Young (2006). Baked Products: Science, Technology and Practice, Blackwel Publishing
Žeželj, M. (2005). Tehnologija žita i brašna, knjiga 1, Beograd

PITANJA

1. Koje se sirovine koriste u proizvodnji kruha?
2. Koja faza u proizvodnji kruha je najveći zagađivač okoline?
3. Šta može dovesti do zagađenja okoline u procesu proizvodnje kruha?
4. Koji su izvori aerozagađenja u proizvodnji kruha?
5. Odakle potječe čvrsti otpad u pekarskoj proizvodnji?

7.6.5 Proizvodnja pekarskog kvasca i koncept nulte emisije

Production of baker's yeast and zero emission concept

Grahovac Jovana

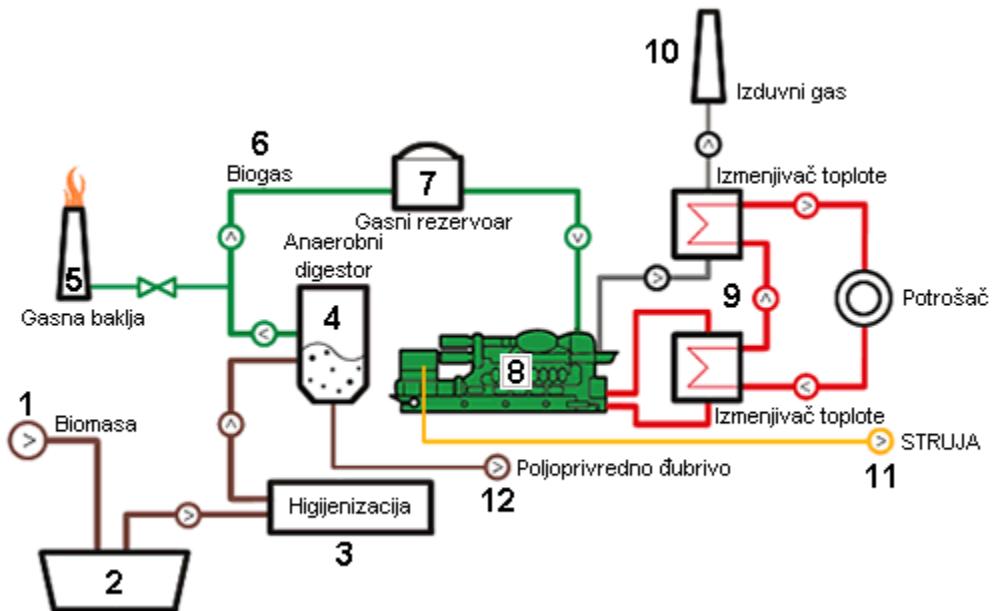
Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet Novi Sad

Savremeni tehnološki postupak proizvodnje pekarskog kvasca podrazumeva ekonomičnost, minimizaciju gubitaka i adekvatno rešene probleme zaštite životne sredine.

Takozvane "end-of-pipe" tehnologije, koje podrazumevaju postupke saniranja otpada na kraju tehnološkog postupka, kao i tehnologije koje se bave reciklažom otpada samo delimično rešavaju problem zagađenja životne sredine. Pored toga ove tehnologije imaju visoke operativne troškove, zahtevaju velike investicije i imaju velike energetske zahteve. Poslednjih decenija razvijaju se veštine i alati za integraciju procesa s ciljem postizanja nulte emisije otpada te smanjenja operativnih i investicionih troškova. Kada se radi o proizvodnim procesima čistija proizvodnja uključuje efikasnije iskorišćavanje sirovina i energije kroz dobro integrisane procese, eliminaciju otrovnih i opasnih materijala te prevenciju nastanka otpada. Da bi se postiglo usaglašavanje rada fabrike kvasca sa konceptom nulte emisije neophodno je dobro poznavanje proizvodnog procesa.

U cilju ostvarenja visokog prinosa i dobrog kvaliteta pekarskog kvasca, potrebno je mikroorganizmu obezbititi neophodne hranljive materije za rast i metaboličku aktivnost. Proizvodni mikroorganizam *Saccharomyces cerevisiae* zahteva za svoj rast, razmnožavanje i održavanje životnih funkcija izvore energije, biogene elemente, faktore rasta i ostale elemente koji ulaze u sastav njegove suve materije. Ćelije kvasca su u mogućnosti da produkuju biomasu koristeći relativno jednostavne supstrate. Najbolji je onaj supstrat koji mikroorganizmu obezbeđuje hranljive materije neophodne za procese sinteze i maksimalnu produkciju energije što za rezultat ima maksimalan prinos biomase. Postoji čitav niz potencijalnih sirovina koje se mogu koristiti za proizvodnju svežeg pekarskog kvasca, ali njihova praktična primena zavisi od velikog broja faktora, kao sto su raspoložive količine sirovine, ekonomičnost proizvodnje, mogućnost skladištenja, dostupnost sirovine itd.

Neophodne hranljive materije obezbeđuju se u fabrikama kvasca pomoću melase, mineralnih soli, kompleksa faktora rasta, pomoćnih sirovina ivode. Melasa, kao sporedni proizvod proizvodnje šećera iz šećerne repe i šećerne trske, predstavlja poslednji sirup, iz kojeg se saharoza ne može izdvojiti kristalizacijom na ekonomičan način. Melasa je mrke boje, velikog viskoziteta, a njen sastav zavisi od kvaliteta repe, tehnologije proizvodnje šećera i dužine skladištenja. Melasa uobičajeno sadrži 50% saharoze, 30% nešećera i 20% vode. Melasa u proizvodnji pekarkog kvasca prvenstveno služi kao izvor ugljenih hidrata, jer sadrži saharozu koju kvasci veoma lako i brzo asimiluju u aerobnim uslovima. Pekarski kvasac ima visoku aktivnost enzima koji razlažu saharozu na glukozu i fruktozu, koje direktno ulaze u metaboličke procese celija kvasca. Kvasac iz melase, što se tiče azotnih jedinjenja, asimiluje samo amino-azot koji predstavlja vredan, ali nedovoljan izvor azota. Melasa ne sadrži dovoljne količine fosfornih jedinjenja, kalijuma, magnezijuma, vitamina i faktora rasta te ih je potrebno posebno dodavati u podlogu. Melasa sadrži i veliki broj mikroorganizama, čije umnožavanje ima negativan uticaj na razmnožavanje kvasca, jer troše hranljive materije iz podloge. Zbog toga je melasu potrebno čuvati na pogodan način da bi se sprečilo razvijanje mikroorganizama i pre početka proizvodnje pekarskog kvasca neophodno ju je sterilisati. S obzirom da melasa ne sadrži dovoljno mineralnih soli neophodnih za rast kvasca one se moraju posebno dodavati u podlogu. Kao izvori azota se koriste amonijačna voda, amonijum-sulfat i amonijum-fosfat. Amonijačna voda osim kao izvor azota služi i kao regulator kiselosti tokom procesa kultivacije. Kvasne ćelije mogu da asimiluju samo fosfor u obliku fosfata. Najčešće se koristi diamonijum-hidrogenfosfat koji je istovremeno izvor azota i fosfora. Asimilacija fosfora i azota je



Slika 7.6.5.2 Šema proizvodnje biogasa i kogeneracija električne energije
 Figure 7.6.5.2 Scheme view of biogas production and cogeneration of electricity

Otpadne vode fabrike kvasca (1) prvo se skupljaju u tanku koji služi za homogenizaciju (2), a nakon toga sledi temperaturni tretman na 70°C pri čemu se uništavaju eventualno prisutni mikroorganizmi koji imaju negativan uticaj na proces fermentacije. Proces proizvodnje biogasa obuhvata hidrolizu, kiselinsku, sirćetnu i metanogenu fazu. Otpadna voda se najpre pumpama prebacuje do acidifikaciono/puferskog rezervoara u kojem se odvija hidroliza nerastvornih organskih makromolekula do jednostavnijih rastvornih jedinjenja pomoću ekstracelularnih enzima mikroorganizama. Nakon toga, voda se transportuje do anaerobnog fermentora (4) u kojem se odvija fermentacija rastvornih organskih jedinjenja, kao što su prosti šećeri, masne kiseline i amino-kiseline, kompleksnom populacijom fakultativno aerobnih i obligatno anaerobnih mikroorganizama do alkohola, nižih masnih kiselina, acetata, vodonika i ugljen-dioksida. Tokom sirćetne faze razlažu se reakcioni proizvodi iz prethodne faze do sirćetne kiseline, vodonika i ugljen-dioksida pomoću obligatno anaerobnih bakterija. U poslednjoj fazi delovanjem metanogenih bakterija nastaje biogas (6). Metanogene bakterije najosetljivije su na poremećaje okolnih uslova, a i veoma sporo se razmnožavaju. Zbog toga se uslovi prilagođavaju ovoj grupi bakterija, da bi se postigli najviši prinosi biogasa i obezbedila stabilnost procesa. Uz fermentore se obično nalazi i kondicioner, koji omogućava održavanje aktivnosti bakterija snabdevanjem mikroelementima.

Biogas je mešavina gasova, koju čine približno dve trećine metana, jedna trećina ugljen-dioksida i značajno manje količine drugih gasova (kiseonik, azot, amonijak, vodonik, vodonik sulfid). Sadržaj nastalog biogasa zavisi od sastava polazne otpadne vode, od efektivno prisutne mikrobiološke populacije i od uslova rada (pH, temperatura, mešanje, način vođenja procesa itd.). Nedostatak otpadnih voda fabrike kvasca je veliki sadržaj jedinjenja sa sumporom od kojih u toku anaerobne razgradnje nastaje sumpor-vodonik pa se dobija biogas nepovoljnog sastava. Sadržaj sumpor-vodonika u dobijenom biogasu može da iznosi i do 7% pa se pre upotrebe biogasa mora ukloniti. Producija biogasa u toku vremena često nije konstantna pa je teško uskladiti kapacitete proizvodnje biogasa i kogenerativnog

postojenja. Stoga je neophodno obezbediti rezervoare za skladištenje biogasa, koji moraju biti hermetički zatvoreni, osigurani od nadpritiska i podpritiska, otporni na povišenu temperaturu, pritisak UV-zračenje i različite meteorološke prilike. U slučaju prestanka rada postrojenja (npr. usled redovnog servisa), kao i u slučaju proizvodnje veće količine biogasa od kapaciteta rezervoara za skladištenje, neophodna je gasna baklja (5), koja taj višak sagoreva. Iz gasnog rezervoara biogas se prosleđuje u gasni motor (8) koji je kuplovan sa generatorom električne energije. Toplota koja se stvara tokom rada motora, može da se efektivno iskoristi preko izmenjivača toplove (9). Korišćenjem generatora, mehanička energija gasnog motora se pretvara u električnu energiju (11). Biogas se dobija iz obnovljivih izvora energije, izduvni gasove koji se osobađaju nakon njegove primene mogu da se vrate u prirodni krug te se može reći da je proces proizvodnje biogasa CO₂ neutralan (10). Proizvodnjom električne energije iz biogasa nastalog prečišćavanjem otpadne vode, fabrika kvasca može da proizvede oko jedne trećine ukupno potrebne energije za svoj rad na godišnjem nivou. Međutim, po zakonu naša država daje stimulaciju za proizvodnju „zelene energije“ koja trenutno iznosi 100% što znači da je kompanija koja proizvodi električnu energiju u situaciji je da je proda po dvostuko većoj ceni. Proizvodnjom i prodajom na ovakav način dobijene električne energije fabrika kvasca bi bila u mogućnosti da obezbedi oko dve trećine godišnjih potreba za tom vrstom energije.

Otpadna voda nakon anaerobnog podleže aerobnom tretmanu koji podrazumeva aeraciju i odvajanje mulja sedimentacijom u otvorenim rezervoarima. U njima se odvajaju nitriti, amonijak i druge nepoželjne materije i ostvaruje se poželjna vrednost pH. Voda prečišćena na navedeni način ne sadrži organske i štetne materije, zadovoljava sve domaće, evropske i svetske standarde te se sme ispušтati u vodotokove. Da bi celokupan rad fabrike bio u skladu sa konceptom nulte emisije pored rešavanja problema otpadnih voda neophodno je zbrinjavanje na odgovarajući način ostatka fermentacije nakon proizvodnje biogasa odnosno primena ovog nusproizvoda radi ostvarivanja prihoda ili ušteda. Sastav ostatka fermentacije je sličan stajnjaku, ali značajno zavisi od primjenjenog supstrata. Distribucija ovog materijala na poljoprivredne površine radi poboljšanja kvaliteta zemljišta je korisnasa aspektazaštiteživotne sredine i ostvarenja zaokruženog ciklusa. Ponekad se primenjuje separacija na čvrstu i tečnu fazu. Distribucija prevrelog mulja sprovodi se u agrotehničkim rokovima, a ne bilo kad u toku godine. To znači da na postrojenju mora da postoji rezervoar u kojem se ostatak fermentacije skladišti do vremena korišćenja.

7.6.6 Potrošnja topotne energije u procesu proizvodnja šećera

Heat consumption in the process of sugar production

Bojana Ikonić

Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet Novi Sad

Tehnološki postupak proizvodnje šećera je kontinualan. Odvija se po fazama procesa koje su međusobno povezane u tehnološku celinu (Slika 7.6.6.1). Pored osnovnog tehnološkog procesa proizvodnje šećera, tehnologija obuhvata i pomoćne procese i operacije u pogonima za proizvodnju energije, pomoćnih materijala i doradu nusproizvoda.

Transport repe od njive do mesta preuzimanja treba da bude što brži, bez pretovara i sa što manjim mehaničkim oštećenjima šećerne repe. U fabričkom krugu šećerna repa se istovara u repne kanale. Sadržaj primesa u repi koja dolazi na prerađuju je oko 15%, tako da je prilikom transporta kroz repne kanale i u procesu pranja repe potrebno ukloniti sve nečistoće. Repa se, zatim, reže u rezance krovastog profila koji obezbeđuju maksimalnu površinu, krutost i poroznost nasutog sloja repe, što obezbeđuje tehnološki najpovoljnije uslove za ekstrakciju šećera.



Slika 7.6.6.1. Proces proizvodnje šećera iz šećerne repe

- 1 – transport i istovar repe, 2 – pranje i rezanje repe, 3 – ekstrakcija i prerada ekstrahovanih rezanaca,
- 4 - čišćenje soka, 5 - uparavanje, 6 - kristalizacija, 7 – centrifugiranje, sušenje i skladištenje kristala

Figure 7.6.6.1 Production of sugar from sugar beet

Drugi kondenzat nastaje kondenzacijom pare nastale isparavanjem vode iz soka u prvom otparnom telu (prve bridove pare). Ovaj kondenzat iz drugog otparnog tela može sadržati organske materije (šećer), zbog čega je neophodna njegova kontrola, pa ukoliko je čist, koristiti ga zajedno sa kondenzatom iz prvog otparnog tela, za napajanje parnih kotlova, a ukoliko nije, u druge svrhe.

U slučaju prisustva šećera u napojnoj vodi dolazi do penušanja kotlovske vode i obrazovanja naslaga na unutrašnjoj strani zagrevnih površina, pre svega pregrejača pare (smanjenje koeficijenta prolaza topote, korozija). U cilju sprečavanja navedenih smetnji neophodna je stalna kontrola napojne vode na prisustvo šećera (Šušić i sar. 1994).

Oparna stanica

Primena koncepta nulte emisije na tokove para

Višestepena otporna stanica koristi paru iz energane (kao nosioca toplotne energije) da bi generisala veće količine pare nižih temperatura i pritisaka i njima snabdela veliki broj procesa u industriji šećera, tako da su neophodne dobre performanse otparne stanice da bi se postigli minimalni troškovi proizvodnje (Grabowski i sar. 2001).

Otporna stanica povezuje deo fabrike okarakterisan niskim koncentracijama soka sa kristalizacijom šećera iz koncentrovanih sirupa. Polazne i krajnje koncentracije soka u otpornoj stanici određuju razvod pare koja se može koristiti za grejanje pojedinih koraka procesa proizvodnje šećera. Toplotna energija se dovodi parom iz kotlovnice. Potrošnja energije u fabrikama šećera zavisi od individualnih potrošnji svake od faza proizvodnje i efikasnosti razmene toplotne energije. Glavne strukturne osobine otparne stanice su:

- broj stepena uparanja,
- raspored tokova i
- površine za razmenu toplotne svakog od uparivača (Higa i sar. 2008).

Tendencija razvoja otparne stanice je usvajanje takvih strukturnih osobina koje bi ispunile zahteve ekonomične proizvodnje šećera kao i visoke energetske efikasnosti (Urbaniec 1996). Jedan od osnovnih zahteva u procesu proizvodnje šećera je da koncentracija soka na izlazu iz otparne stanice (gusti sok) bude što viša jer se na taj način troši manje energije u procesu kristalizacije, ali ne treba da pređe 70% suve materije, jer pri njenom variranju sok može postati prezasićen i može doći do prevremene kristalizacije. Temperaturni opseg u okviru kog radi otporna stanica je ograničen temperaturom soka. Da bi se izbeglo narušavanje kvaliteta soka, temperatura retkog soka na ulazu u otparnu stanicu ne bi trebala da prelazi 130°C. Sa druge strane, da bi se para petog brida iskoristila za grejanje potrošača, temperatura soka na izlazu iz otparne stanice ne bi trebala da bude niža od 90°C. Ovaj relativno uzak temperaturni opseg se deli na intervale koji odgovaraju pojedinim stepenima otparne stanice. Međutim, treba uzeti u obzir i povišenje tačke ključanja koje postepeno raste od prvog ka poslednjem telu otparne stanice kao posledica povećanja sadržaja suve materije u soku.