

Editorial

I am very pleased to introduce the first issue of the Sanitarno Inženirstvo – International Journal of Sanitary Engineering Research. The scope of the journal is to present our readers high quality papers in the field of environmental, food and occupational hygiene, environmental engineering science, systems engineering and sanitation.

The first idea for the journal launched in 1993 and resulted in the Official gazette of the Chamber of sanitary technicians and engineers of Slovenia named Zeleno okno (Green window). From this early beginning the importance of environmental, food and occupational hygiene in our everyday life and at workplace has raised rapidly. This demanded more active approach to the matter which should also be done with the aim of this journal.

In achieving the aim and the scope of the journal and offering you the high quality papers we invite authors to contribute their research results, experiences, and information to be published in our journal. As you noticed the most papers in this first issue are in Slovene language. In order to make papers available to non Slovene readers the next issues will be published in English language.

Our team will follow the strictest procedures to ensure both authors and readers, the highest quality of information emphasizing originality and level of interest. Of course we will be judged by you, the readers and users of the information, and therefore we expect your comments and suggestions.

Janez Petek
Editor-in-Chief

SANITARNO INŽENIRSTVO

INTERNATIONAL JOURNAL OF SANITARY ENGINEERING RESEARCH

Izdaja - Published by:

INŠTITUT ZA SANITARNO INŽENIRSTVO
THE INSTITUTE OF OCCUPATIONAL, FOOD AND
ENVIRONMENTAL HYGIENE

ZBORNICA SANITARNIH INŽENIRJEV SLOVENIJE
THE CHAMBER OF SANITARY ENGINEERS OF SLOVENIA

GLAVNI UREDNIK / Editor-in-Chief

Janez **PETEK**

Inštitut za sanitarno inženirstvo / Institute of Occupational,
Food and Environmental Hygiene, Slovenia

TEHNIČNI UREDNIK / Technical Editors

Aleš **KRULEC**, Saša **JAZBINŠEK**

Inštitut za sanitarno inženirstvo / Institut of Occupational,
Food and Environmental Hygiene, Slovenia

NASLOV REDAKCIJE IN UPRAVE / Address of the Editorial Board and Administration

Zaloška cesta 155, SI-1000 Ljubljana, Slovenija
Tel: (+386)-1-5468-393, Fax: (+386)-1-5468-394
E-mail: info@institut-isi.si
IBAN: SI56 2510 0970 9135 133 Probanka, d.d.

UREDNIŠKI ODBOR / Editorial Board

Borut **POLJŠAK**

Univerza v Ljubljani, Visoka šola za zdravstvo / University
College of Health Studies, Slovenia

Matej **GREGORIČ**

Inštitut za varovanje zdravja Republike Slovenije / Institute of
Public Health of the Republic of Slovenia

Mojca **JEVŠNIK**

Univerza v Ljubljani, Visoka šola za zdravstvo / University
College of Health Studies, Slovenia

Dražan **LUŠIĆ**

Sveučilište Rijeka, Medicinski fakultet Rijeka / University
of Rijeka, School of Medicine, Rijeka, Croatia

Darko **DREV**

Inštitut za vode Republike Slovenije / Institute for Water of
the Republic of Slovenia, Slovenia

Martin **BAUER**

Univerza v Ljubljani, Visoka šola za zdravstvo / University
College of Health Studies, Slovenia

Zoran **KOVAČ**

Inštitut za sanitarno inženirstvo / Institut of Occupational,
Food and Environmental Hygiene, Slovenia

Mile **DAKIČ**

Univerza v Ljubljani, Visoka šola za zdravstvo / University
College of Health Studies, Slovenia

SVETOVALNI UREDNIŠKI ODBOR / Advisory Board

Mateja **ČEBULAR**

Inštitut za sanitarno inženirstvo / Institut of Occupational,
Food and Environmental Hygiene, Slovenia

Eneja **ZADRAVEC**

Inštitut za sanitarno inženirstvo / Institut of Occupational,
Food and Environmental Hygiene, Slovenia

© Inštitut za sanitarno inženirstvo, 2008.

© Copyright by Institute of Occupational, Food and Environmental Hygiene.
Vse pravice pridržane. Reproduciranje in razmnoževanje po zakonu o
avtorskih pravicah ni dovoljeno!

Content

Food irradiation – a contribution to safer food or grounds for alarm Mojca JEVŠNIK , Mojca REPIČ , Darinka Z. DOGANOC	4
Genotoxic properties of natural chemicals Borut POLJŠAK	15
Ecoremediation – a case study in a vegetable processing plant Anton PROSNIK , Janez PETEK	24
Removal of arsenic from drinking water Marjana SIMONIČ	35
Requirements for organic waste and waste oils management Mojca JEVŠNIK , Nevenka FERFILA	44

Obsevanje živil – doprinos k večji varnosti živil ali razlog za preplah

Food irradiation – a contribution to safer food or grounds for alarm

Mojca JEVŠNIK^{1*}, Mojca REPIČ², Darinka Z. DOGANOC³

POVZETEK:

Novejša metoda v tehnologiji ohranjanja živil je ionizirno sevanje, ki ima kar nekaj prednosti v primerjavi z običajnimi metodami. Z obsevanjem namreč lahko obdelamo že zapakirana živila in s tem znižamo verjetnost okužbe. Še več, živila ostanejo sveža in imajo daljši rok trajanja, brez vidnega nazadovanja v kvaliteti. Obsevanje živil ne pusti nobenih ostankov, spremembe hranilne vrednosti so primerljive s tistimi, ki nastanejo tudi pri drugih metodah. Obsevanje je metoda, s katero se živilom dovaja energija z namenom uničenja vseh mikroorganizmov in drugih škodljivcev oziroma služi za podaljšanje roka uporabnosti živil. Za obsevanje se uporabljajo gama žarki, snopi elektronov in rentgenski žarki. Kljub temu, da je metoda v svetu že uveljavljena, pri potrošnikih prihaja do zadržkov. Zavračanje živil, obdelanih s postopkom obsevanja, izhaja iz nerazumevanja in neznanja.

KLJUČNE BESEDE:

Obsevanje živil, varnost živil, zakonodaja

ABSTRACT:

A recent addition to food preservation technologies is the use of ionizing radiation, which has some distinct advantages over conventional methods. With irradiation, foods can be treated after packaging, thus eliminating post-processing contamination. In addition, foods are preserved in a fresh state and can be kept longer without noticeable loss of quality. Food irradiation leaves no residues, and the changes in the nutritional value due to irradiation are comparable with those produced by other processes. Irradiation is the process of applying high energy to a material, such as food, to sterilize or extend its value by killing microorganisms, insects and other pests residing in it. Sources of ionizing radiation that have been used include gamma rays, electron beams and X-rays. Despite the fact that the method is widely known, consumers refuse to accept it. Rejection of foodstuff treated with irradiation derives from lack of understanding and lack of knowledge as well.

KEY WORDS:

Food irradiation, Food safety, Legislation

¹ Mojca Jevšnik
Univerza v Ljubljani,
Visoka šola za zdravstvo, Poljanska 26a,
SI - 1000 Ljubljana, Slovenija
University of Ljubljana,
College of Health Studies, Poljanska 26a,
SI - 1000 Ljubljana, Slovenia
E-mail: mojca.jevsnik@vsz.uni-lj.si

* korespondenčni avtor/corresponding author

² Mojca Repič
Univerza v Ljubljani,
Visoka šola za zdravstvo, Poljanska 26a,
SI - 1000 Ljubljana, Slovenija
University of Ljubljana,
College of Health Studies, Poljanska 26a,
SI - 1000 Ljubljana, Slovenia

³ Darinka Zdenka Doganoc
Univerza v Ljubljani,
Veterinarska fakulteta,
Inštitut za higieno živil in bromatologijo,
Gerbičeva 60, SI - 1000 Ljubljana,
Slovenija
University of Ljubljana, Veterinary Faculty,
Institute for Food Hygiene and
Bromatology, Gerbičeva 60,
SI - 1000 Ljubljana, Slovenia

UVOD

Obsevanje živil z ionizirajočimi žarki je postopek, ki uspešno podaljša obstojnost živil in zagotavlja kakovost hrane [1]. Obdelava živil z netoplotnimi postopki je v porastu, predvsem zaradi minimalnega vpliva na kakovost živil, torej na njihove senzorične lastnosti in hranilno vrednost [2]. Vseeno pa ionizirajoče sevanje povzroča določene spremembe, ki so odvisne od sestave živila, od skupne absorbirane doze, od vsebnosti vode, od temperature med obsevanjem in skladiščenjem [3]. Cilj obsevanja živil z ionizirajočimi žarki je preprečiti in zmanjšati širjenje bolezni, povzročenih z živali oziroma s hrano; zmanjšati pokvarljivost živil z zastavljanjem ali preprečevanjem procesov gnitja oziroma razpadanja; zmanjšati izgubo živil zaradi prezgodnjega zorenja, klitja ali brstenja; uničiti organizme v živilih, ki so škodljivi rastlinam ali rastlinskim proizvodom [4]. Namen obsevanja živil je zagotoviti višjo stopnjo varnosti živil [1,3] in ne zamena za dobro higiensko in dobro proizvodno prakso pri rokovanju z živali.

Obsevanje živil skozi zgodovino

Odkritje X-žarkov leta 1895 (W. K. Roentgen) in radioaktivnih snovi v letu 1896 (H. Becquerel) je vodilo k intenzivnim raziskavam bioloških učinkov teh "sevanj" in k osnovanju obsevanja živil. Kmalu potem, ko so odkrili ionizirajoče sevanje, je bilo znano, da je smrtonosno za žive organizme [5]. Obsevanje živil ima petdeset letno zgodovino znanstvenih raziskovanj in testiranj. V ZDA že več kot štirideset let opravljajo različna preizkušanja glede učinkovitosti metode. Nobena živilska tehnologija nima opravljenih toliko znanstvenih raziskovanj in testiranj pred pridobljeno odobritvijo kot obsevanje. Raziskave so bile temeljite in so vsebovale toksikološka in mikrobiološka vrednotenja ter testiranje škodljivosti zdravju [1].

Ko so leta 1945 predlagali, da se elektronski pospeševalniki lahko uporabljajo za podaljšanje obstojnosti živil, se je zanimanje za obsevanje povečalo. Od leta 1940 do leta 1953 so se opravljale nadaljnje raziskave s strani ameriškega vojaškega oddelka, Atomic Energy Commission in industrije. Raziskali so potenciale petih različnih tipov sevanja za podaljšanje obstojnosti živil (UV-svetlobe, X-žarkov, elektronov, nevtronov in alfa delcev). Raziskovalci so zaključili, da so za tisti čas primerni le katodni žarki (elektroni), ker imajo vse potrebne karakteristike učinkovitosti, varnosti in praktičnosti. Prvi viri obsevanja so bili stroji, ki so proizvajali visoko energijske elektronske žarke do 24 milijonov voltov. V istem času je človek naredil radionukleide kot so Co-60 in Cs-137 (ki pri razpadu oddajajo gama žarke), ki so postali dostopni med razvojem atomske energije. Večina študij obsevanja živil od leta 1952 dalje je bilo financiranih s strani ameriške vlade. Zaradi velikega vojaškega interesa za ta način podaljševanja trajnosti živil, je bilo veliko študij opravljenih na sterilizaciji živil, ker so vojska in vojaška industrija želele zagotoviti visoko kvalitetne in dobre ter obstojne obroke za vojake na terenu. Vojški štabi so že zgodaj ugotovili, da obsevanje lahko zagotovi zdravju koristne, ekonomične in obstojne obroke [5]. Tehnologija obsevanja se je

Namen obsevanja živil je zagotoviti višjo stopnjo varnosti živil [1,3] in ne zamena za dobro higiensko in dobro proizvodno prakso pri rokovanju z živali.

Zaradi velikega vojaškega interesa za ta način podaljševanja trajnosti živil, je bilo veliko študij opravljenih na sterilizaciji živil, ker so vojska in vojaška industrija želele zagotoviti visoko kvalitetne in dobre ter obstojne obroke za vojake na terenu.

uveljavila v Ameriki v času druge svetovne vojne. Ta čas je bilo treba nahraniti milijone vojakov. Ameriška vojska je sponzorirala serijo poskusov s sadjem, zelenjavo, mlečnimi izdelki, ribami in mesom [6]. V tabeli 1 je prikazan zgodovinski razvoj dogodkov, ki so povezani z obsevanjem.

Tabela 1:

Obsevanje živil skozi čas [5,7].

Leto	Dogodek
1895	Von Roentgen odkril X-žarke.
1896	Becquerel odkrije radioaktivnost. Minsch objavi uporabo ionizirajočega sevanja za podaljšanje obstojnosti živil z uničenjem mikroorganizmov.
1904	Prescott objavi študije, kako sevanje vpliva na bakterije.
1905	ZDA in Velika Britanija naredita patente za uporabo ionizirajočega sevanja za uničenje bakterij v živilih.
1905 - 1920	Opravljenе raziskave, ki pokažejo, kako sevanje deluje psihično, kemično in biološko.
1921	Schwartz objavi študijo učinka X-žarkov na <i>Trichinello spiralis</i> v surovi svinjini.
1923	Prvič objavljene študije na krmnih živalih za ovrednotenje škodljivosti oz. koristnosti na zdravje.
1930	Francoski patent za uporabo ionizirajočega sevanja.
1943	MIT skupina pod pogodbo ameriške vojske demonstrira konzerviranje mleto govedine z X-žarki.
1950	Začetek programa obsevanja živil v Angliji in številnih drugih državah.
1963	FDA dokaže uporabo sevanja za kontrolo insektov v žitu in moki.
1964	Dokazan počasnejši razvoj brstov na belem krompirju.
1983	Dokaz, da obsevanje uniči insekte in kontrolira mikroorganizme v zeliščih in začimbah.
1985	Obdelava svinjine za kontrolo trihinoze. Dokaz za kontrolo insektov in mikroorganizmov v suhih encimskih preparatih, uporabljenih v fermentacijskem procesu.
1986	Odobritev uporabe za kontrolo insektov, zaviranja rasti in prezgodnjega dozorevanja v živilih kot so sadje, zelenjava in žita.
1990	Odobritev obsevanja pakirane sveže ali zamrznjene perutnine.

UČINKI SEVANJA IN UPORABLJENE DOZE

Ionizirajoče sevanje inaktivira mikroorganizme, ki povzročajo kvar živil. Prav tako uniči organizme, ki povzročajo bolezni, vključno s parazitskimi črvi in mrčesom, ki med skladiščenjem poškodujejo živila. Učinkovitost je pri podaljševanju obstojnosti svežega sadja in zelenjave s kontrolo normalnih bioloških sprememb v povezavi z zorenjem in dozorevanjem, kalitvijo ter staranjem. S sevanjem lahko npr. upočasnimo zorenje zelenih banan, zmanjšamo kaljenje krompirja in čebule ter varujemo zelene endivije in belega krompirja.

Kot druge tehnike obdelave živil, povzroči tudi sevanje uporabne kemične spremembe v živilih, kot so npr. mehčanje stročnic (fižol), kar nam skrajša čas kuhanja, višanje donosa soka iz grenivk in pospešitev sušenja sliv [8]. V tabeli številka 2 je prikazan namen uporabe in učinek ionizirajočega sevanja na skupine živil.

Tabela 2:

Učinek obsevanja na določene skupine živil [5].

Skupine živil	Učinek obsevanja
Meso, perutnina, ribe in morski sadeži.	Sterilizacija. Obdelana živila so lahko skladiščena na sobni temperaturi brez pokvarljivosti. Zmanjša število mikroorganizmov v svežih in zamrznjenih živilih. Uniči nekatere tipe bakterij, ki povzročajo zastrupitve.
Začimbe in zelišča.	Zmanjša število mikroorganizmov in insektov, nadomesti kemikalije uporabljene v ta namen.
Jagodičevje in nekatero drugo sadje.	Podaljša obstojnost s kasnejšim nastankom plesni.
Žita, sadje, zelenjava in ostala živila, ki so podvržena napadu insektov.	Uniči insekte in mrčes ter varuje pred njihovo množitvijo.
Banane, avokado, mango, papaja, guavo in drugo (razen citrusov).	Povzroči kasnejše zorenje.
Krompir, čebula, česen, ingver.	Zavira kaljenje.
Žita, posušena zelenjava, sadje.	Povzroča zelene spremembe, kot npr. zmanjša čas sušenja.

Doza je količina absorbiranega sevanja v živilu, ki je podana z oznako Gray (Gy). Absorpcijske doze so natančneje predstavljene v tabeli 3.

Tabela 3:

Enote za radiacijske doze in radioaktivnosti [2].

	Absorpcijska doza	Radioaktivnost
Enota	Gray (Gy)	Becquerel (Bq)
Definicija	1 Gy = 1 J/kg	1 Bq = 1 razpad na sekundo
Stara enota	Rad	Curie (Ci)
Pretvarjanje	1 rad = 0,01 Gy 1 krad = 10 Gy 1 Mrad = 10 kGy	1 Ci = 3,7·10 ¹⁰ Bq = 37 GBq 1 kCi = 37 TBq 1 mCi = 37 PBq

Vsa živila niso primerna za obsevanje. Neprimerne doze lahko povzročijo npr. mehčanje sadja, nezaželen okus (predvsem mesa), čemur se lahko izognemo, če ga obsevamo v zamrznjenem stanju [5]. Učinki doz glede na vrsto živila in nezaželene spremembe v obsevanih živilih so natančneje predstavljene v tabeli 4.

Živilom, ki so bila obsevana, se le rahlo dvigne temperatura, vendar kljub temu z obsevanjem učinkovito uničimo mikroorganizme (npr. mikroorganizme lahko uničimo brez odtajanja zamrznjene hrane). Še več, učinkovita sevalna doza je lahko prenesena skozi večino standardnih materialov v katerih so pakirana živila, vključno s tistimi, ki ne prenesejo višjih temperatur. To pomeni, da obsevanje lahko uporabljamo na hermetično zaprtih izdelkih brez bojazni, da pride do ponovne kontaminacije ali reinfestacije pravilno pakiranih živil.

Nekateri živilski izdelki morajo biti obsevani pod posebnimi pogoji, kot npr. pri nizki temperaturi ali v brez kisikovi atmosferi. Drugi pa lahko prestanejo večkratno obdelavo, uporabo npr. kombinacije sevanja in segrevanja.

Učinkovita sevalna doza je lahko prenesena skozi večino standardnih materialov v katerih so pakirana živila, vključno s tistimi, ki ne prenesejo višjih temperatur.

Tabela 4:

Nezaželene spremembe v obsevanih živilih [2,3].

Vrsta živila	Doza/kGy	Nezaželen učinek
Mleko in mlečni izdelki	do 0,1	Slab okus
Puran	1,50	Rjavo obarvanje in neprijetna aroma, ko je meso izpostavljeno zraku.
Piščanec	2,50	
Prašič	1,75	
Govedo	2,50	
Jagnje	6,25	
Konj	6,60	
Sadje	1 -3	Mehčanje nekaterega sadja.
Losos, jezerska postrv	1	Izguba barve.
Kozice in jastogi	5	Melanoza – pojav črnih madežev.
Ostale ribe	nad 5	Izceja, sprememba barve, vonja okusa in teksture.
Jajca	3	Nezaželena aroma, sprememba barve, rumenjaka, zmanjšana viskoznost tekočega beljaka in trdnosti lupine (a).

Ta kombinacija lahko vodi k uporabi nižje sevalne doze, ker višja temperatura naredi mikroorganizme občutljivejše na učinke sevanja. Visoke doze sevanja lahko povzročijo nezaželene organoleptične spremembe v okusu ali teksturi [8]. Doza, ki je dovoljena, variira glede na vrsto živila in glede na učinek, ki ga želimo doseči.

VPLIV OBSEVANJA NA ŽIVILA

Spremembe senzoričnih lastnosti

Za obsevanje živil se lahko uporablja tudi izraz "hladen proces", saj so željeni učinki doseženi z majhnim dvigom temperature v živilih. Lahko se pojavi majhna sprememba v strukturi ali barvi, podobno kot pri živilih, ki so obdelana z vročo pasterizacijo, zamrzovanjem ali konzerviranjem. Kemijske spremembe, ki jih sevanje povzroča v živilih, lahko vodijo v opazne spremembe v okusu [9]. Zgornje doze za obsevanje sadja in zelenjave so določene glede na učinke, saj lahko povzročajo manjšo čvrstost tkiva. Ta učinek ni ravno direkten rezultat sevanja, je fiziološki odgovor razpada membrane v celici z akcijo encimov. Mehčanje ni takoj opazno, lahko se začne pojavljati ure ali dneve po obsevanju.

Kemijske spremembe v živilih

Rezultati raziskav več kot petdeset letnega spremljanja učinkov obsevanja na živila kažejo, da so spremembe v živilih zelo podobne spremembam, ki se pojavijo pri navadnem kuhanju. Obsevanje ne povzroča toksičnih ali mutagenih učinkov in ne pušča kemijskih ostankov v živilu [1]. Najpogostejša kemijska reakcija med obsevanjem živil je pretvorba vode v vodikov peroksid. Približno 90 % teh radiolitičnih produktov je znanih, da so naravne sestavine živil (maščobne kisline, aminokisline) ali pa so prav takšne, kot jih najdemo pri kuhanju in pečenju mesa. Radiolitični produkti so bili kritično testirani na toksičnost in ugotovljeno je bilo, da ni nobenega dokaza o nevarnosti [9].

Kemijske spremembe, ki jih sevanje povzroča v živilih, lahko vodijo v opazne spremembe v okusu.

Najpogostejša kemijska reakcija med obsevanjem živil je pretvorba vode v vodikov peroksid.

Spremembe prehranske vrednosti obsevanih živil

Obsevanje temperaturo živila rahlo dvigne, zato je izguba hranil majhna in ponavadi manjša kot pri ostalih metodah obdelave živil. Izgube hranil so odvisne od doze, vrste živila, temperature, odsotnosti ali prisotnosti zraka idr. [1,8].

Če ni prekoračena dovoljena doza, ionizirajoče sevanje ne povzroča bistvenih sprememb beljakovin, tako da hranilna vrednost živila ni prizadeta. Lahko pride do sprememb sekundarne in terciarne strukture beljakovin (npr. poslabšane sposobnosti beljaka na stepanje), tvorbe malih količin maščobnih kislin in merkaptanov, ki vplivajo na senzorične lastnosti živil. Spremembe, ki jih sevanje povzroči na encimih in v DNK, so nepopravljive [10].

Obsevanje ogljikovih hidratov (OH) povzroči nastanek velikega števila različnih produktov, vendar njihov vpliv na kakovost živil ni pomemben. Najbolj značilen učinek obsevanja je razpad glikozidne vezi, kar povzroči spremembo funkcionalnih lastnosti škroba, zmanjša čvrstost, npr. sadja in krompirja. Trdnim OH se po obsevanju lahko spremeni tališče, optična sučnost, lahko pride do tvorbe vodika, ogljikovega monoksida (CO) ali ogljikovega dioksida (CO₂), formaldehida, acetaldehida, acetona, malonaldehida in vodikovega peroksida. Čisti OH v kristalni obliki so zelo občutljivi. Nizkomolekularni sladkorji v vodni raztopini so pri obsevanju podvrženi oksidativni razgradnji (nastanejo kisline in keto kisline). Pri polisaharidih je najpomembnejša posledica obsevanja cepitev glikozidne vezi. Pri škrobu, pektinu, celulozi to pomeni oblikovanje manjših enot ter mehčanje in spremembo teksture rastlinskega tkiva [3].

Obsevane maščobe razvijejo žarek okus in vonj. Spremembe v maščobah in proteinih, ki vsebujejo žveplo, so prepoznane kot vir najbolj nezaželenih sprememb v obsevanih živilih. Problem z maščobami je tako velik, da večina mlečnih izdelkov, olj in maščobnih živil ni bilo niti predlaganih za obsevanje [11]. Obsevanje maščob povzroči cepljenje molekul maščobnih kislin in nastanek večjega števila zelo reaktivnih prostih radikalov. Ti radikali v nadaljnjih reakcijah, posebno, če je med ali po obsevanju prisoten kisik, povzročijo antioksidacijo maščob [3].

Obsevanje povzroča poškodbe na strukturi mnogih vitaminov. Vitamin E, ki je znan, da varuje nenasičene maščobne kisline, je tako močno poškodovan, da je v večini primerov celo uničen, če ga vstavimo v živilo kot aditiv po obsevanju. Če govorimo na splošno, bolj kot je živilo kompleksno, manjšo izgubo utrpijo vitamini med obsevanjem. Sadni sokovi bodo utrpeli večjo izgubo kot sveže sadje in le-ta bolj kot zelenjava, žito in mesni izdelki [11]. Na vrsto in količino mineralov v živilih, ionizirajoče sevanje, če ga uporabljamo za podaljšanje obstojnosti živil, ne vpliva [10].

Veliko živil je neprimernih za obsevanje. V to skupino sodijo sadje in zelenjava, ki naj bi jih užili sveže in surove. Primerjava obsevanja s kuhanjem in shranjevanjem ni primerna. Namen obsevanja je daljšanje časa skladiščenja in s tem obdržanje izgleda svežine, tako da bodo izgube med shranjevanjem manjše kot tiste, ki se normalno zgodijo. Živila lah-

Najbolj značilen učinek obsevanja je razpad glikozidne vezi, kar povzroči spremembo funkcionalnih lastnosti škroba, zmanjša čvrstost, npr. sadja in krompirja.

Namen obsevanja je daljšanje časa skladiščenja in s tem obdržanje izgleda svežine, tako da bodo izgube med shranjevanjem manjše kot tiste, ki se normalno zgodijo.

Obsevanje lahko povzroči nevarnost za zdravje ljudi v primerih, če mikroorganizmi mutirajo in postanejo rezistentni na sevanje.

ko utrpijo izgube pri obsevanju, pospešene izgube med skladiščenjem oziroma shranjevanjem, dodatne izgube zaradi dolgega časa shranjevanja in potem nadaljne izgube vitaminov pri kuhanju [11].

Vpliv na mikroorganizme

Z obsevanjem lahko uničimo mikroorganizme (tabela 5). Če se je pokvarljivost živila že začela, obsevanje ni učinkovito. Kakšen delež mikrobov bo z obsevanjem uničen, je odvisno tudi od drugih dejavnikov, kot so višja temperatura, višja vlaga v živilu, itd. Obsevanje lahko povzroči nevarnost za zdravje ljudi v primerih, če mikroorganizmi mutirajo in postanejo rezistentni na sevanje [1,8]. Smrtnost mikroorganizmov se pojavi, ko so le-ti obsevani z obhodom ionskih delcev ali kvantne energije skozi ali v občutljiv del celice. Direktni udarec na "tarčo" povzroči ionizacijo na tem občutljivem mestu, na organizmu ali celici in kasnejšo smrt. Bakterijske spore so bolj odporne na ionizirajoče sevanje kot vegetativne celice. Prav tako so gram-pozitivne bakterije bolj rezistentne kot gram-negativne bakterije.

Bakterijska učinkovitost na prejeto dozo sevanja je odvisna od več dejavnikov (vrste in podvrste organizma, števila prvotno prisotnih organizmov ali spor, sestave živila, prisotnosti ali odsotnosti kisika, fizičnega stanja živila med obsevanjem in stanja organizmov).

Tabela 5:

Priporočene doze ionizirajočega sevanja za uničenje bakterij [1].

Vrsta bakterij	Radiacijska doza / kGy
Vegetativne oblike	
<i>Aeromonas hydrophila</i>	0,14–0,19
<i>Bacillus cereus</i>	0,17
<i>Brucella abortus</i>	0,34
<i>Campylobacter jejuni</i>	0,08–0,20
<i>Clostridium perfringens</i>	0,59–0,83
<i>Escherichia coli</i> (O157:H7)	0,23–0,35
<i>Lactobacillus</i> spp.	0,30–0,90
<i>Listeria monocytogenes</i>	0,27–1,00
<i>Moraxella phenylpyruvica</i>	0,63–0,83
<i>Pseudomonas putida</i>	0,06–0,11
<i>Salmonella</i> spp.	0,30–0,80
<i>Clostridium sporogenes</i>	1,50–2,20
<i>Streptococcus faecalis</i>	0,65–1,00
<i>Staphylococcus aureus</i>	0,26–0,60
<i>Vibrio</i> spp.	0,03–0,12
<i>Yersinia enterocolitica</i>	0,04–0,21
Bakterijske spore	
<i>Bacillus cereus</i>	1,60
<i>Clostridium botulinum</i> types A and B	1,00–3,60
<i>Clostridium botulinum</i> type E	1,25–1,40

Z uporabo visokih sevalnih doz v kombinaciji z nekaterimi drugimi tehnikami, kot npr. s segrevanjem in zamrzovanjem, zagotovo uničimo rezistentne parazite. Prav tako lahko s sevanjem učinkovito uničimo plesni. Plesni rodu *Aspergillus* in *Penicillium* s toksičnimi vrstami sodita na sevanje med najbolj občutljive plesni [12].

Vpliv obsevanja na varnost živil

Študije na krmnih živalih so pokazale, da obsevana živila nimajo toksičnega, mutagenega ali teratogenega učinka. Prav tako ni kemičnih ostankov v živilih. Pred odobritvijo obsevanja z nizkimi dozami je FDA opravila preko 400 študij, ki vključujejo tudi študije na krmnih živalih. Prav tako je vojaški medicinski oddelek v ZDA (U. S. Army medical department) hranil z obsevanimi živali 41 prostovoljcev. V 15-dnevnem testu ni uživanje takih živil pokazalo nobenih nezaželenih učinkov. Podobne študije so izvajali tudi na Kitajskem, in sicer na 439 prostovoljcih. Njihovi obroki hrane so vsebovali 60 % sestavin, ki so bile obsevane pri dozah 0,1 do 8 kilo-Gray-ev (kGy). Med in po teh poskusih ni bilo signifikantnih razlik v kliničnem, fiziološkem in biokemičnem vrednotenju med tistimi, ki so uživali obsevana živila in tistimi, ki so uživali neobsevana živila [9].

Obsevalni čas, gostota živila in količina sprejete energije z obsevalnikom določajo količino doze radiacijske energije, kateri so živila izpostavljena.

Regulacijske doze so nastavljene na minimalne nivoje, kar je pomembno za doseg specifičnih namenov koristnosti in dobrodejnosti [13].

PROCES OBSEVANJA

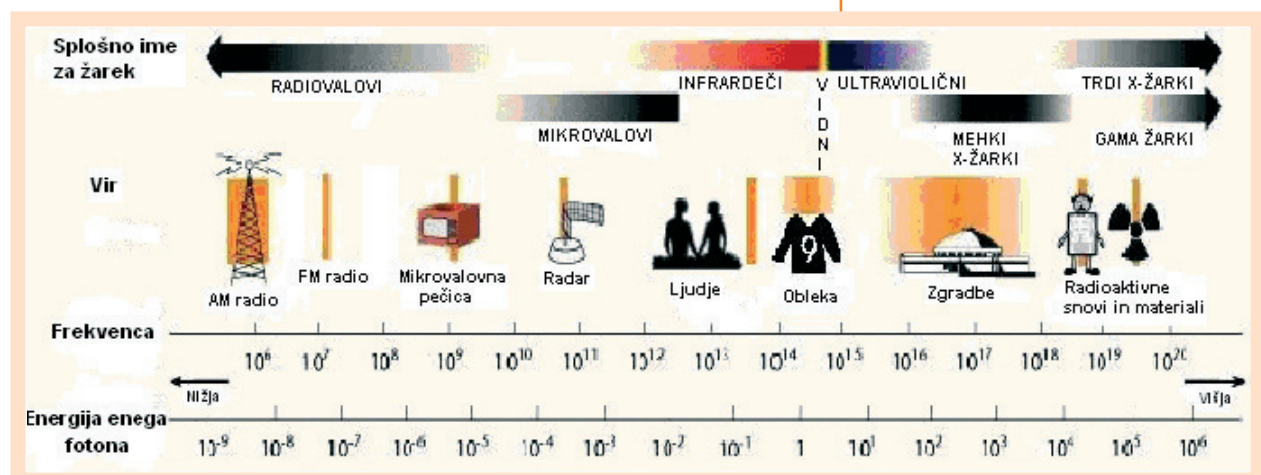
Za obsevanje živil se uporabljajo visokoenergetski gama žarki, njihovi bližnji sorodniki X-žarki ter pospešeni elektroni. Vse tri vrste spadajo v kategorijo ionizirajočega sevanja. Njihova energija je tolikšna, da so sposobni odstraniti enega ali več elektronov iz atomov oz. molekul v snovi.

Na sliki 1 je prikazan elektromagnetni spekter, ki ga gama žarki in x-žarki tvorijo skupaj z radiovalovi, mikrovalovi in vidno svetlobo.

Pred odobritvijo obsevanja z nizkimi dozami je FDA opravila preko 400 študij, ki vključujejo tudi študije na krmnih živalih.

Med in po teh poskusih ni bilo signifikantnih razlik v kliničnem, fiziološkem in biokemičnem vrednotenju med tistimi, ki so uživali obsevana živila in tistimi, ki so uživali neobsevana živila

Slika 1:
Elektromagnetni spekter [14].



Viri, ki jih uporabljajo za obsevanje, vključujejo žarke gama, snope elektronov in rentgenske žarke.

Za nadzor nad objekti za obsevanje in obsevanimi živali je pristojen Zdravstveni inšpektorat Republike Slovenije.

Metode detekcije lahko razdelimo na kvantitativno dozimetrijo ter metode za ugotavljanje obsevanosti živil.

Viri, ki jih uporabljajo za obsevanje, vključujejo žarke gama, snope elektronov in rentgenske žarke. Gama žarke dobimo z radioaktivnimi izotopi, kot npr. kobalt-60. Snopi elektronov nastanejo v linearnih pospeševalnikih, ki jih poganja električna energija. Izbor posameznih izvorov omejuje zahteva, da mora biti energija sevanja tako nizka, da sama po sebi ni sposobna v kakršnikoli snovi inducirati radioaktivnosti [2]. Obrati za obsevanje živil se razlikujejo glede na obliko in fizično ureditev ter glede na namen uporabe [8].

ZAKONODAJA IN NADZOR OBSEVANIH ŽIVIL

V avgustu leta 2002 je izšel Pravilnik o živilih, obsevanih z ionizirajočim sevanjem, ki pa dovoljuje obsevanje le posušenih aromatičnih zelišč, začimb in vrtnih zelišč [4]. Omenjeni pravilnik določa tudi pogoje za proizvodnjo, promet in uvoz živil in živilskih sestavin, ki so obsevane z ionizirajočim sevanjem. Pravilnik povzema zahteve Evropske zakonodaje na tem področju: EC Direktivo 1999/2 of the European Parliament and of the Council of 22 February 1999 on the approximation of the laws of the member states concerning foods and food ingredients treated with ionising radiation [15] in EC Direktivo 1999/3 2 of the European Parliament and of the Council of 22 February 1999 on the establishment of a community list of foods and food ingredients treated with ionising radiation [16] ter Kodeksa splošnih standardov za obsevanje živil [17]. Za nadzor nad objekti za obsevanje in obsevanimi živali je pristojen Zdravstveni inšpektorat Republike Slovenije.

Postopki detekcije

Pred začetkom obsevanja živil se določi mesto najnižje in najvišje doze tako, da se doze izmerijo skozi celotno prostornino proizvoda. Te validacijske meritve morajo biti nekajkrat ponovljene (npr. 3 do 5 krat), da se določi toleranca sprememb gostote in geometrije proizvoda. Meritve je treba ponoviti vedno, kadar se spremenijo proizvod, njegova geometrija ali pogoji obsevanja. Med postopkom se izvajajo meritve doze, ki zagotovijo, da meje doze niso presežene. Meritve doze je potrebno izvajati v rednih časovnih presledkih med proizvodnjo vsake serije. Kadar gre za obsevanje sipkega, neembaliranega blaga, mesta najnižje in najvišje doze ni mogoče določiti. V takem primeru je najbolje uporabiti naključno dozimetrično vzorčenje, da se ugotovijo skrajne vrednosti doze. Med obsevanjem je treba določene parametre objekta za obsevanje nadzirati in jih nenehno beležiti [4].

Metode detekcije lahko razdelimo na kvantitativno dozimetrijo ter metode za ugotavljanje obsevanosti živil. V kvantitativni dozimetriji, se med samim procesom obdelave živila ter za nadzor nad obsevanostjo, uporabljajo standardne metode merjenja ionizirajočih sevanj. Večji tehnološki izziv pa je bil vsekakor razvoj metod, ki dajejo odgovor na vprašanje, ali je bilo določeno živilo obdelano s sevanjem ali ne. Tako lahko živilom, ki vsebujejo večjo količino maščobe, določimo obsevanost s plinsko kromatografijo ogljikovodikov ali pa z masno spektrometrijo 2-alkilciklobutanona. V suhih živilih (žitih, začimbah) in tistih, ki vsebujejo kosti ali

celulozo, se obsevanost ugotovi z elektronsko paramagnetno resonanco. Če pa iz živila lahko izoliramo silikatne materiale, je najuporabnejša metoda termoluminescence [2].

Nobena od detekcijskih metod še ni bila razvita kot test za rutinsko uporabo [11]. Ni enostavne metode detekcije, ali so bila živila obsevana, in če so bila, kolikokrat ali s katero dozo. Edina učinkovita metoda je spremljanje le-tega med procesom samim. Doze in pogoji, kot so temperatura, pakiranje, atmosfera, morajo biti stalno nadzorovani, če želimo preprečiti neželjene učinke. Zato je učinkovit notranji nadzor najboljše zagotovilo za varnost obsevanega izdelka [18].

Označevanje

Način označevanja obsevanih živil je določen v Pravilniku o splošnem označevanju predpakiranih živil [19] in poenoten z evropsko zakonodajo. Obsevana živila, ki so namenjena končnemu potrošniku in obratom javne prehrane morajo imeti besedno oznako "obsevano" ali "obdelano z ionizirajočim sevanjem", ki se navede na embalaži živila. Kadar gre za obsevana živila, ki se prodajajo v razsutem stanju, se omenjeno oznako navede skupaj z imenom živila na označbi. V primerih, ko se živilo uporablja kot sestavina, mora biti oznaka navedena poleg sestavine v seznamu sestavin. Kadar pa se obsevano živilo uporablja kot sestavina živila, ki se prodaja v razsutem stanju (četudi predstavljajo manj kot 25 % končnega proizvoda), je potrebno oznako prav tako navesti poleg sestavine v seznamu sestavin.

V nekaterih državah je v povezavi z navedbo "obsevano", zahtevana tudi uporaba mednarodno priznanega simbola (radura) za živila, obdelana z obsevanjem.

Kadar so živila nepakirana in so prodajana za neposredno potrošnjo (npr. v restavracijah), mora biti navedba, da so živila obsevana, označena ali labirana na meniju tako, da jo stranka vidi, ko izbira živila [4]. Označevanje uporabljamo tudi na živilih, prodajanih v maloprodaji in na živilih, ki se prodajajo kot vzemi s sabo ("take-away") [20].

ZAKLJUČEK

Novejša metoda v tehnologiji ohranjanja živil je uporaba ionizirajočega sevanja, ki ima nekaj prednosti v primerjavi z običajnimi metodami. Z obsevanjem lahko obdelamo že zapakirana živila, tako se zniža verjetnost okužbe po predelavi. Živila ostanejo sveža in imajo daljši rok trajanja, brez vidnega nazadovanja v kvaliteto. Obsevanje živil ne pusti nobenih ostankov, spremembe hranilne vrednosti so primerljive s tistimi, ki nastanejo tudi pri drugih metodah. Obsevanje je proces, kjer se dovaja veliko energije snovem kot so živila, je proces sterilizacije, uničenja vseh mikroorganizmov, žuželk in škodljivcev v njih, ali pa proces podaljšanja roka trajanja. Tako lahko ostanejo dalj časa na policah v trgovinah. Najpomembnejši dejavnik procesa je uporabljena doza. Pri visokih dozah so živila v osnovi sterilizirana kot v konzervah.

Nobena od detekcijskih metod še ni bila razvita kot test za rutinsko uporabo

Obsevana živila, ki so namenjena končnemu potrošniku in obratom javne prehrane morajo imeti besedno oznako "obsevano" ali "obdelano z ionizirajočim sevanjem", ki se navede na embalaži živila.

Obsevanje živil ne pusti nobenih ostankov, spremembe hranilne vrednosti so primerljive s tistimi, ki nastanejo tudi pri drugih metodah.

Samo osveščen, dobro informiran in kritičen potrošnik je lahko tekmeč v boju z novostmi na področju živilstva.

Tako obdelani proizvodi se lahko hranijo na sobni temperaturi skoraj neskončno dolgo. V nekaterih državah je obsevanje sporna in prepovedana metoda.

Ali je obsevanje živil nuja ali ena izmed metod, ki jo prinaša tehnološki napredek, bo pokazal čas. Vsekakor je metoda namenjena podaljšanju obstojnosti in zagotavljanju varnosti živil. Ker gre za metodo, ki je v določenih državah prepovedana, gre za občutljivo področje, ki zahteva nadzor nad obsevanimi živilami in njihovim pravilnim označevanjem. Potrošniki moramo imeti možnost izbire in odločanja, ali bomo obsevana živila sprejeli ali bomo raje izbrali živilo, kjer so bile uporabljene tradicionalne, že uveljavljene metode podaljševanja obstojnosti živil.

Razvoja živilske tehnologije ni mogoče ustaviti, na kar potrošnik nima vpliva. Vendar ima možnost izbire. Samo osveščen, dobro informiran in kritičen potrošnik je lahko tekmeč v boju z novostmi na področju živilstva.

LITERATURA

- [1] Farkas. Irradiation for better foods. Trends in Food Science and Technology, 2006; 17: 148-152.
- [2] Zavrtanik M. Obdelava živil s sevanjem. Meso in mesnine, 2002; 4: 5–8.
- [3] Plestenjak A. Ionizirajoče sevanje in senzorične lastnosti živil. V: 18. Bitenčevi živilski dnevi, Moderne tehnologije predelave in kakovost živil: zbornik referatov, Ljubljana: Biotehniška fakulteta, 1997: 49–58.
- [4] Pravilnik o živilih, obsevanih z ionizirajočim sevanjem. Uradni list R Slovenije, št. 71/02, 86/03, 51/04.
- [5] Food irradiation today: <http://www.hi-tm.com/Documents/irrad.html> (1.12.2005).
- [6] Foundation for food irradiation education: http://www.food-irradiation.com/food_irradiation_.htm (1.12.2005).
- [7] A food irradiation timeline: <http://www.practicalhippie.com/cache/irradiation/primer.htm> (1.12.2005).
- [8] World Health Organization. Food irradiation: A technique for preserving and improving the safety of food. Geneva: WHO, 1988.
- [9] Food irradiation: <http://www.fcs-uga.edu/pubs/current/FDNS-E.htm> (1.12.2005).
- [10] Plestenjak A. Podaljšanje obstojnosti živil z uporabo ionizirajočega sevanja. V: 17. Bitenčevi živilski dnevi, Podaljšanje obstojnosti živil: zbornik referatov, Ljubljana: Biotehniška fakulteta, 1995: 67–76.
- [11] Webb T., Lang T. Food irradiation: The myth and the reality. Wellingborough: Thorsons Publishing Group, 1990.
- [12] World Health Organization. High-dose irradiation: wholesomeness of food irradiated with doses above 10kGy. Geneva: WHO, 1999.
- [13] American Dietetic Association, food and nutrition information: http://www.webdietetians.org/Public/GovernmentAffairs/92_adap0200.cfm (1.12.2005).
- [14] Food for food irradiation: <http://www.iaea.org/icgfi/data.htm> (1.12.2005).
- [15] Direktiva 1999/2/EC: http://www.europa.eu.int/tl_eu.int/eurlex/pri/en/oj/dat/1999/l_066/l_06619990313-en00160022.pdf (1.12.2005).
- [16] Direktiva 1999/3/EC: http://www.europa.eu.int/eurlex/pri/en/oj/dat/1999/l_066/l_06619990313en002_40025.pdf (1.12.2005).
- [17] Revised Codex general standard for irradiated foods: http://www.idsociety.org/Template.cfm?Section=Home&CONTENTID*5408&TEMPLATE*/ContentManagement/ContentDisplay.cfm (1.12.2005).
- [18] Webb T. Food irradiation in Britain? London: London Commission Promotions Ltd., 1985.
- [19] Pravilnik o splošnem označevanju predpakiranih živil. Uradni list R Slovenije, št. 50/2004.
- [20] Wilkinson V M, Gould G W. Food irradiation: A reference guide. Cambridge: Woodhead Publishing Limited, 1998.

Genotoksičnost naravnih kemikalij

Genotoxic properties of natural chemicals

Borut POLJŠAK¹

POVZETEK:

Zakonodaja, ki ureja področje zdravstvene ekologije, je usmerjena k minimiranju vnosa sintetičnih spojin, ki jih človeško telo dobi iz vode, zraka in hrane. Večino kemikalij človek vnese v svoje telo s hrano. Od tega je 99,9 % kemikalij, ki jih človek zaužije, naravnega izvora. Zakonodaja večino tveganj opredeljuje z vnosom sintetičnih kemikalij: to je preko vode, zraka in živil. Zelo nizke vrednosti sintetičnih kemikalij, ki jih ljudje vnašamo v telo z ostanki pesticidov z vodo in hrano predstavljajo le majhen prispevek k nastanku rakastih obolenj. Predpostavljamo, da je problematika vnosa naravnih genotoksičnih snovi in njihovo tveganje za zdravje ljudi premalo raziskano področje.

KLJUČNE BESEDE:

genotoksičnost, rak, prehrana, naravni pesticidi

ABSTRACT:

The regulations regarding the field of health – ecology is dealing with synthetic compounds intake minimisation entering human body by drinking water, breathing air and food ingestion. However, the great deal of ingested pesticides is of natural origin – compounds naturally present in fruit and vegetable. Synthetic chemicals which enter our bodies as residues in drinking water and food, represent only the minor part of pesticides we ingest and thus do not influence a lot to the cancer incidence. The major part of pesticides (99.9 %) is ingested as naturally present pesticides synthesised by plants themselves. The field of natural pesticides present in food and its impact on health is not researched enough by the mean of risk assessment.

KEY WORDS:

Genotoxicity, Cancer, Food, Natural pesticides

¹ Borut Poljšak
Univerza v Ljubljani,
Visoka šola za zdravstvo, Poljanska 26a,
SI - 1000 Ljubljana, Slovenija
University of Ljubljana,
College of Health Studies, Poljanska 26a,
SI - 1000 Ljubljana, Slovenia
E-mail: borut.poljsak@vsz.uni-lj.si

Gledano v celoti še ni neposrednega dokaza, da sintetični polutanti iz okolja vplivajo na incidenco rakavih obolenj pri človeku.

Najverjetnejši vzroki za nastanek raka so naslednji:

- Kajenje
- Neuravnotežena prehrana
- Kronične infekcije
- Hormonsko neravnovesje
- Staranje celic

UVOD IN OPIS PROBLEMA

Kot kažejo epidemiološke raziskave, imata tako onesnaženost delovnega kot bivalnega okolja le manjši pomen pri celotnem bremenu raka. Večji pomen imajo kajenje, neustrezna prehrana in alkoholizem. Gledano v celoti še ni neposrednega dokaza, da sintetični polutanti iz okolja vplivajo na incidenco rakavih obolenj pri človeku [1]. Nekatere epidemiološke študije so sicer potrdile povezavo med visokimi koncentracijami polutantov okolja in incidenco raka, vendar gre za šibke povezave. Rezultati študij si medsebojno nasprotujejo in v študijah ni vnesene korekcije zaradi vpliva ostalih faktorjev, kot so npr. kajenje, uživanje sadja in zelenjave ter infekcije [2]. Dole in Peto [3] sta ugotovila, da prehrana povzroča do 30 % povečano možnost obolevnosti za rakom (tabela 1).

Tabela 1:

Vzroki za nastanek raka [3].

Dejavniki	Delež vseh smrti za rakom	
	Najboljša ocena (%)	Interval sprejemljivih ocen (%)
Kajenje	30	25-40
Alkohol	3	2-4
Prehrana	35	10-70
Dodatki v prehrani	<1	5-2
Spolno življenje	7	1-3
Poklic	4	2-8
Onesnaženost okolja (voda, zrak, hrana)	4	1-5
Industrijski izdelki	<1	1-2
Zdravila	1	0,5-3
Ionizirajoče sevanje naravnega ozadja in UV	3	2-4
Infekcije	10?	1-?
Neznano	?	?

Najverjetnejši vzroki za nastanek raka so naslednji:

- Kajenje: krivec za nastanek tretjine rakastih obolenj (kajenje v 90 % povzroča pljučnega raka).
- Neuravnotežena prehrana: povzroča tretjino rakastih obolenj (prehrana, v kateri primanjkuje sadja in zelenjave).
- Kronične infekcije, predvsem v nerazvitem svetu.
- Hormonsko neravnovesje: pogojeno predvsem z načinom življenja.
- Staranje celic.

Neuravnotežena prehrana in hormonsko neravnovesje

Energijsko bogata hrana povzroča debelost in mnogi hormoni, ki so udeleženi v razvoju debelosti, so pomembni tudi za iniciacijo in promocijo tumorjev. Npr. spolni hormoni: pri bolnikih z anoreksijo in podhranjenostjo se lahko razvije neplodnost oz. zakasnitev v puberteti, medtem ko pride pri osebah s preseženo telesno težo do pretirane ekskrecije spolnih hormonov povezane z rakom dojke in raki reproduktivnega sistema.

Raziskave kažejo, da je vsebnost maščob in skupen vnos energije povezan z nastankom raka na debelem črevesju in nastankom raka dojke. Poskusi z restriktivnimi dietami na živalih kažejo, da manjši vnos maščob in omejen vnos energije bistveno zmanjša verjetnost pojavljanja rakastih obolenj. Mehanizmi niso popolnoma jasni. Možni dejavniki, ki povečajo možnosti obolenj pri prekomernem uživanju maščob so:

- povečana produktivnost reaktivnih kisikovih zvrsti, ki je povezana z oksidacijo lipidov [4],
- sprememba v regulaciji hormonskega mehanizma,
- neposreden vpliv na celične procese, ki sodelujejo pri sintezi deoksiribonukleinske kisline (DNK) in popravljanju napak DNK.

Medtem, ko ima rastlinska hrana veliko vlaknin (upočasnitev prebave, več časa imamo občutek sitosti) – posledično zaužijemo manj kalorij in veliko zaščitnih snovi. Pomanjkanje nekaterih makrohranil, kot so folna kislina, niacin, selen, cink, vitamini b-kompleksa, bistveno vplivajo na pojav napak na DNK in kromosomih [5]. Pri ljudeh, ki uživajo premalo sadja in zelenjave pride do pomanjkanja folne kisline in posledično do povečanja uracila v DNK, kar povzroča poškodbe kromosomov [6].

OSTALI (PREMALO RAZISKANI) DEJAVNIKI TVEGANJA ZA NASTANEK RAKA

Kisik in z njim povezano staranje celic

Obolevnost za rakom je delno povezana z normalnim procesom staranja. Zaradi dihanja prihaja v mitohondrijih do "uhajanja" reaktivnih kisikovih spojin, kot so $\text{OH}^\cdot$, $\text{O}_2^{\cdot-}$ in H_2O_2 . Te molekule, ki so mutagene in poškodujejo celične organele ter deoksiribonukleinsko kislino, dnevno nastajajo v človeških celicah. Ocenjuje se, da človeška celica metabolizira dnevno 10^{12} molekul kisika, s tem proizvede 3×10^9 molekul vodikovega peroksida na uro, kar vodi v nastanek 2×10^4 oksidativnih poškodb DNK dnevno za posamezni človekov genom.

Kronična vnetja

Kronična vnetja povzročijo tretjino rakastih obolenj, predvsem v nerazvitem svetu zaradi neurejenih sanitarno-higienskih razmer. Bele krvničke in ostale fagocitne celice imunskega sistema uničujejo bakterije, parazite in z virusi infektirane celice tako, da izločajo močno reaktivne in s tem mutagene kisikove spojine. Te spojine sicer uničijo patogene mikroorganizme in preprečijo akutno smrt zaradi sepse, vendar istočasno povzročajo oksidativne poškodbe DNK, mutacije, ki vodijo v iniciacijo

Raziskave kažejo, da je vsebnost maščob in skupen vnos energije povezan z nastankom raka na debelem črevesju in nastankom raka dojke.

Pri ljudeh, ki uživajo premalo sadja in zelenjave pride do pomanjkanja folne kisline in posledično do povečanja uracila v DNK, kar povzroča poškodbe kromosomov

National cancer institute
(ZDA) priporoča dnevno
zaužitje petih obrokov sadja
in zelenjave.

pri procesu nastanka raka. Tudi posamezni virusi lahko povzročijo nastanek mutacij na molekuli DNK.

Sintetični in naravni pesticidi

Napačna je trditev, da se bodo z zmanjšanjem reziduov pesticidov in njihovih metabolitov v hrani, zmanjšala z dieto povezana rakasta obolenja. Sadje in zelenjava pomembno doprinese k preprečevanju rakastih obolenj. Zmanjšana uporaba pesticidov bo povzročila manjšo količino pridelka, kar bo povzročilo dvig cen sadja in zelenjave. Tako bo ta vrsta živil postala nedostopna revnejšemu sloju prebivalstva. Povečano zaužitje sadja dokazano vpliva na zmanjšanje rakastih obolenj, kardiovaskularnih bolezni in katarakto [7].

Delež izpostavljenosti sintetičnim kemikalijam predstavlja le majhen odstotek napram ostalim mutagenim faktorjem. Kar 99,9 % kemikalij, ki jih ljudje zaužijemo, je naravnega izvora. Celotna zaužita količina sintetičnih pesticidov je majhna v primerjavi s količino pesticidov, ki jih rastline proizvajajo same in jih človek vnese v telo pri vsakodnevem hratenju [7,8]. Te pesticide rastline proizvajajo same zaradi lastne obrambe pred plesnimi, insekti in ostalimi herbivori. Količina proizvedenih pesticidov je različna glede na posamezno vrsto rastline.

Ocenjuje se, da človek zaužije okoli 1.500 mg naravnih pesticidov dnevno, kar je 10.000 krat večja količina kot jo dobi iz sintetičnih pesticidov [9,14]. Delež kemikalij, ki so ocenjene kot kancerogene prikazuje tabela 2.

Tabela 2:

Delež kemikalij, ki so ocenjene kot kancerogene [9].

	Razmerje	Delež (%)
1 Testirane kemikalije na podganah in miših	350/590	59
1.1 Naravne kemikalije	79/139	57
1.2 Sintetične kemikalije	271/451	60
2 Testirane kemikalije na podganah ali miših	702/1348	52
2.1 Naravne kemikalije	37/71	52
2.1.1 Toksini plesni	14/23	61
2.1.2 Kemikalije v praženi kavi	21/30	70

Povečano uživanje sadja dokazano vpliva na zmanjšanje rakastih obolenj, kardiovaskularnih bolezni in katarakto [7]. Antioksidanti v sadju in zelenjavi vzpodbudno delujejo na imunski sistem in nevtralizirajo genotoksične snovi v sadju in zelenjavi. National cancer institute (ZDA) priporoča dnevno zaužitje petih obrokov sadja in zelenjave. Tudi priporočila Ministrstva za zdravje RS so podobna. Mikroelementi in antioksidanti v sadju in zelenjavi imajo antikancerogeno delovanje. Tabela 3 prikazuje rezultate epidemioloških študij povezave med uživanjem sadja in zelenjave ter znižano incidenco raka.

Tabela 3:

Pregled rezultatov epidemioloških študij, ki so iskale povezavo med uživanjem sadja in zelenjave ter znižano incidenco raka [10].

Mesto nastanka raka	Delež raziskav, ki dokazujejo korelacijo med povečanim uživanjem sadja in zelenjave in zmanjšano incidenco raka
Pljuča	24/25
Ustna votlina	9/9
Grlo	4/4
Želodec	17/19
Trebušna slinavka	9/11
Maternica	7/8
Mehur	3/5
Kolorektalni	20/35
Dojke	8/14
Jajčniki	3/4
Prostata	4/14
Skupno	129/172

Gensko spremenjeni organizmi

Človek lahko z genskim manipuliranjem vpliva na povečanje odpornosti rastlinskih vrst pred nadležnimi insekti. Toda na takšne rastline bi morali biti še posebej pozorni, saj se je izkazalo, da se je gensko spremenjeni zeleni povečala koncentracija psoralena iz $800 \cdot 10^{-9}$ na $6.200 \cdot 10^{-9}$ (ppb – parts per billion; delež na miliardo) [11]. Furanokumarini (psoraleni) povzročijo spremembe na koži po zunanji ali notranji uporabi in ob izpostavljenosti UV sevanju.

Pitje kave

Poglejmo si primer pražene kave. Kava vsebuje več tisoč spojin. Testirali so jih le 30 %. Ugotovljeno je bilo, da ima ena skodelica kave toliko vrst možnih kancerogenih snovi (naravno prisotnih), kolikor jih v enem letu zaužijemo s hrano, ki je bila obdelana s sintetičnimi pesticidi (tabela 4).

Tabela 4:

Naravno prisotne spojine v praženi kavi [12].

Kancerogene	Acetaldehid, benzaldehid, benzen, benzofuran, benzo(a)piren, kofeinska kislina, katehol, 1,2,6-dibenzantracen, etanol, etilbenzen, formaldehid, furan, furfural, vodikov peroksid, hidrokinon, limonen, stiren, toluen, ksilen.
Nekancerogene	Akrolein, bifenil, holin, eugenol, nikotinamid, nikotinska kislina, fenol, biperidin.
Neopredeljene	Kofein.
Netestirane kemikalije	~1000 kemikalij.

Kava vsebuje več tisoč spojin. Testirali so jih le 30 %. Ugotovljeno je bilo, da ima ena skodelica kave toliko vrst možnih kancerogenih snovi (naravno prisotnih), kolikor jih v enem letu zaužijemo s hrano, ki je bila obdelana s sintetičnimi pesticidi.

Raziskave so pokazale, da so številna živila, ki jih pripravljamo s sušenjem, praženjem, kuhanjem in pečenjem na žaru mutageno aktivna.

Kadar je meso termično obdelano, nastajajo v njem heterociklični amini v reakcijah z živalskimi beljakovinami pri visokih temperaturah.

Problem uživanja kave je tudi v prisotnosti kofeina, ki vpliva na celični delitveni cikel. Ko celica zazna, da je prišlo do napake pri prepisovanju baz z DNK, se sprostijo ekscizijski encimi, ki te napake izrežejo in popravijo. Za takšno popravilo je potreben čas. Celica s številnimi proteinskimi kinazami upočasni celični delitveni cikel. Kofein pa povzroči, da se celica med delitvijo izogne varovalnim mehanizmom, ki upočasnijo celično delitev. Zaradi tega pride do delitve celice, še preden so vse baze DNK popravljene. To pripelje do razmnoževanja mutiranih celic in sproži fazo iniciacije pri nastanku raka.

Termično obdelana živila

Po nekaterih podatkih vnesemo s hrano v organizem kar dve tretjini kancerogenih kemikalij. Živila so kompleksne zmesi, ki vsebujejo na stotine kemičnih sestavin, tudi mutagene. Raziskave so pokazale, da so številna živila, ki jih pripravljamo s sušenjem, praženjem, kuhanjem in pečenjem na žaru mutageno aktivna. Reakcije neencimskega rjavenja verjetno izzovejo nastanek mutagenov v toplotno obdelanih živilih. Raztopine ogljikovih hidratov in aminokislin po segrevanju pokažejo mutageno aktivnost [15]. Po toplotni obdelavi nastajajo v različnih skupinah živil naslednje toksične kemikalije: lipidni peroksidi, hidroksi maščobne kisline, policiklični aromatski ogljikovodiki, akrilamid, itd. Količina nastalih oksidiranih spojin je odvisna od temperature, trajanja procesa in količine kisika.

Akrilamid v termično obdelani hrani

Švedski znanstveniki, ki proučujejo prehrano so ugotovili, da vrečka pečenega krompirčka (Chips) vsebuje do 500 krat večjo koncentracijo akrilamida od najvišje dovoljene, ki jo je določila Svetovna zdravstvena organizacija (WHO). Akrilamid nastaja zaradi reakcije med sladkorji (glukoza, fruktoza) in aminokislino asparagin. Akrilamid je bil odkrit v pečenih in ocvrtih škrobovih živilih: pomfrit, čips, piškoti, krhklji, kolački ipd.

Meso in policiklični aromatski ogljikovodiki (PAH)

Policiklični aromatski ogljikovodiki nastajajo s pirolizo maščob pri toplotni obdelavi zaradi nepopolnega gorenja nad 200 °C. Piroliza maščob nastane ob direktni izpostavljenosti ognju ali ko maščoba kaplja po žaru in se hlapi le-teh absorbirajo v meso. Kadar je meso termično obdelano, nastajajo v njem heterociklični amini v reakcijah z živalskimi beljakovinami pri visokih temperaturah. Heterociklični amini so mutageno aktivni, spodbujajo nastanek prostih radikalov in močno poškodujejo celični genetski material DNK. Raziskave so potrdile, da so te spojine mutagene in kancerogene ter povzročajo razvoj raka na različnih organih: jetrih, mlečnih žlezah, koži, tankem črevesu, debelem črevesu, prostati, mehurju, ledvicah in dvanajstniku.

Hormonska motila

Trditev, da so le sintetične kemikalije hormonski disruptorji, je napačna. Vsakdanja prehrana vsebuje številne spojine z estrogeno aktivnostjo, ki

je lahko do 1000 krat večja od aktivnosti sintetičnih kemikalij. Ravno tako lahko sam življenjski slog spremeni raven endogenih hormonov v telesu. Največ fitoestrogenov je npr. v soji in sojinih izdelkih. Estrogen se nahaja tudi v lanenih semenih, v sončničnih semenih, sezamu, žitih, stročnicah in orehih. Veliko raziskav nakazuje, da fitoestrogeni delujejo antikancerogeno [13].

Testiranje genotoksičnih kemikalij

Ker so naravno prisotne kemikalije del človeške evolucije in ker so sintetične kemikalije novejšega izvora, je zakonodaja usmerjena le v testiranje sintetičnih kemikalij. Testiranje umetnih kemikalij se opravlja pomanjkljivo zaradi visoke cene testiranja in zaradi prevelikega števila novih kemikalij, ki dnevno prihajajo na trg. V ZDA so raziskali možne vnose kancerogenih snovi na povprečnega državljana [12]. Podatki so prikazani v tabeli 5.

Tabela 5:

Razvrstitev možnih vnosov kancerogenih snovi na povprečnega državljana ZDA [1].

Tveganje (HERP)	Povprečna dnevna izpostavljenost	Doza kancerogene spojine	TD ₅₀ (na podganah) (mg/(kg dan))
14	Fenobarbital: ena spalna tableta	Fenobarbital: 60 mg	+
6,8	1,3 butadien: delavci v proizvodnji gume	1,3 butadien: 66 mg	261
6,1	Tetrakloretilen: delavci v kemični čistilnici	Tetrakloretilen: 433 mg	101
4	Formaldehid: poklicna izpostavljenost	Formaldehid: 6,1 mg	2,19
2,1	Pivo: 257 g	Etilni alkohol: 13,1 ml	9110
0,9	Metilenklorid: poklicna izpostavljenost	Metilenklorid: 471 mg	724
0,5	Vino: 28 g	Etilni alkohol: 3,36 ml	9110
0,4	Zrak v stanovanju	Formaldehid: 295 mg	2,19
0,1	Kava: 13,3 g	Kavna kislina: 23,9 mg	297
0,04	Zelena solata: 14,9 g	Kavna kislina: 7,90 mg	297
0,03	Pomarančni sok: 138 g	d-Limonen: 4,28 mg	204
0,02	Gobe (<i>Agaricus bisporus</i> : 2,55 g)	Mešanica hidrazinov	-
0,02	Jabolko: 32 g	Kavna kislina: 3,40 mg	297
0,02	Kava: 13,3 g	Katehol: 1,33 mg	118
0,02	Kava: 13,3 g	Furfural: 2,09 mg	683
0,008	Aflatoksin	Aflatoksin: 18 ng	0,0032
0,006	Kava: 13,3 g	Hidrokinon: 333 mg	82,8
0,005	Korenje: 12,2 g	Anilin: 624 mg	194C
0,004	Beli kruh: 67,6 g	Furfural: 500 mg	683
0,002	DDT	DDT: 13,8 mg	84,7
0,0007	TCDD	TCDD: 120 pg	0,0000235
0,005	Jasminov čaj: 2,19 g	Benzil acetat: 504 mg	-
0,0003	Pivo: 257 g	Furfural: 39,9 mg	683
0,0003	Voda iz vodovoda: 1 L	Kloroform: 17 mg	262
0,0002	Zelena: 7,95 g	8-metoksipsoralen: 4,86 mg	32,4
0,00008	PCB	PCB: 98 ng	1,74
0,00007	Toast (popečen kruh): 67,6 g	Uretan: 811 ng	41,3
0,000001	Lindan	Lindan: 32 ng	-

Testiranje umetnih kemikalij se opravlja pomanjkljivo zaradi visoke cene testiranja in zaradi prevelikega števila novih kemikalij, ki dnevno prihajajo na trg.

Za večino kemičnih snovi danes ne vemo kakšne učinke povzročajo pri človeku, saj niso bile preizkušene. Snovi, za katere je mogoče izdelati celotno oceno škodljivosti je komaj 2 %. Tabela 6 prikazuje delež testiranih kemikalij na različne segmente izdelave ocene tveganja [16].

Tabela 6:

Delež testiranih kemikalij na različne segmente izdelave ocene tveganja [16].

Učinek	Znani podatki (ocena IPCS za leto 1992), delež v %	Znani podatki (ocena ECB za leto 1996), delež v %
Akutna toksičnost	90	90
Sub-akutna toksičnost	30	53
Kancerogeno delovanje	10	Ni podatka
Mutageno delovanje	50	62
Vpliv na plodnost	10	20
Teratogeno delovanje	30	30
Akutno ekotoksično delovanje (test z daphnio ali z ribami)	50	55
Kratkotrajen ekotoksični test		
z algami	5	20-30
Strupenost na kopenske organizme	<5	5

Dolžnost zakonodajne politike je, da izpostavi tista tveganja, ki so najbolj škodljiva za zdravje državljanov z namenom, da reši čim več življenj in zniža stroške zdravljenja.

EPA (Ameriška agencija za varstvo okolja) porabi le 10 % denarja za financiranje biomedicinskih raziskav in do 90 % sredstev za urejanje zakonodajne politike.

ZAKLJUČEK

V življenju smo izpostavljeni številnim škodljivim učinkom na naše zdravje. Dolžnost zakonodajne politike je, da izpostavi tista tveganja, ki so najbolj škodljiva za zdravje državljanov z namenom, da reši čim več življenj in zniža stroške zdravljenja. Vendar je zakonodaja usmerjena v preprečevanje zelo nizkih koncentracij okoljskih polutantov- kemikalij antropogenega izvora, medtem ko analiz genotoksočnih snovi, ki so endogenega izvora v rastlinah, ne opravljamo.

Sodobna tehnika omogoča detekcijo vedno nižjih koncentracij polutantov, vse tja do 10⁻⁶. Temu sledi zakonodaja tako, da znižuje dovoljene koncentracije npr. pesticidov v vodi in živilih. Okoljski polutanti antropogenega izvora doprinesejo le k do 5 % povečani obolevnosti za rakom. Tak način varovanja zdravja je dražji in manj učinkovit, kot je izobraževanje in motiviranje prebivalstva za bolj zdrav način življenja, zmanjševanje kajenja, spodbujanje rekreacije in zdravega načina prehranjevanja, skratka za ukrepe, ki bi lahko bistveno vplivali na znižano izpostavljenost kancerogenim snovem (alkoholu, cigaretnemu dimu) in bistveno vplivali na zniževanje incidence raka. EPA (Ameriška agencija za varstvo okolja) porabi le 10 % denarja za financiranje biomedicinskih raziskav in do 90 % sredstev za urejanje zakonodajne politike.

Problem zakonodaje je v tem, da omenjene kancerogene in genotoksične snovi v živilih niso regulirane in njihova tveganja na zdravje niso opredeljena, saj mejnih vrednosti za navedena onesnažila v živilih še ni

postavljenih. Države EU imajo izdelane zahteve glede dopustnih aditivov v hrani in glede ostankov pesticidov in drugih kontaminantov.

Odperto ostaja področje genotoksičnih spojin, ki so v živilih bodisi naravno prisotne ali pa nastajajo pri tehnološki obdelavi. Dejstvo je, da nekatere naravne kemikalije ne bi ustrezale zakonskim kriterijem, ki veljajo za sintetične kemikalije (npr. psoralena v zeleni), vendar tega nihče ne upošteva, ker gre za naravno prisotne spojine. Zelo nizke vrednosti sintetičnih kemikalij, ki jih ljudje vnašamo v telo kot rezidua pesticidov z vodo in hrano, predstavljajo le manjšo možnost nastajanja rakastih obolenj.

Dejstvo je, da nekatere naravne kemikalije ne bi ustrezale zakonskim kriterijem, ki veljajo za sintetične kemikalije (npr. psoralena v zeleni), vendar tega nihče ne upošteva, ker gre za naravno prisotne spojine.

LITERATURA

- [1] Ames B, Gold L. Pollution, pesticides and cancer misconceptions. What risk? Oxford: Butterworth Heine-mann, 1997: 173-191.
- [2] Ames B, Gold L, Willett W. The causes and prevention of cancer. Proc Natl Acad Sci USA 1995; 92: 5258-5265.
- [3] Doll R, Peto R. The causes of cancer. Quantitative estimates of avoidable risks of cancer in the USA today. J Natl Canc Inst 1981; 66: 1191-1308.
- [4] Marnett LJ. Oxy radicals, lipid peroxidation and DNA damage. Toxicology 2002; 181-182: 2219-2222.
- [5] McCall MR, Frei B. Can antioxidant vitamins materially reduce oxidative damage in humans? Free Rad Biol Med 1999; 26: 1034-1053.
- [6] Blount BC, Mack MM, Wehr CM, MacGregor JT, Hiatt RA, Wang G, Wickramasinghe SN, Everson RB, Ames BN. Folate deficiency causes uracil misincorporation into human DNA and chromosome breakage. Proc Natl Acad Sci USA 1997; 94: 3290-5.
- [7] Ames B, Shigenaga M, Hagen T. Oxidants, antioxidants, and the degenerative disease of aging. Proc Natl Acad Sci USA 1993a; 90: 7915-7922.
- [8] Ames B, Shigenaga M, Gold L. DNA lesions, inducible DNA repair, and cell division: Three key factors in mutagenesis and carcinogenesis. Environm Health Perspect 1993b; 101: 35-44.
- [9] Ames B., Gold L. Chemical carcinogenesis: Too many rodent carcinogens. Proc Natl Acad Sci USA 1990a; 87: 7772-7776.
- [10] Block G, Patterson B, Subar A. Fruit, vegetables, and cancer prevention: a review of the epidemiological evidence. Nutr Cancer 1992; 18: 1-29.
- [11] Ames B, Profet M, Gold L. Natural chemicals and synthetic chemicals: Comparative toxicology. Proc Natl Acad Sci USA 1990b; 87: 7782-7786.
- [12] Ames B, Magaw R, Gold L. Ranking possible carcinogenic hazards. Science 1997; 236: 271-280.
- [13] Korošec L. Fitoestrogeni in njihov vpliv na raka – za-vezniki ali sovražniki? V: Gašperlin, Lea (ur.), Žlender, Božidar (ur.). Karcinogene in antikarcinogene kompo-nente v živilih. Ljubljana: Biotehniška fakulteta, Od-delek za živilstvo, 2006, str. 189.
- [14] Ames B, Profet M, Gold L. Dietary pesticides Proc Natl Acad Sci. USA 1990b; 87: 7777-7781.
- [15] Filipič M, Adamič J. Genotoksične kemijske snovi v našem okolju. Kemizacija okolja in življenja-do katere meje? Ljubljana: Slovensko ekološko gibanje, 1997.
- [16] European Chemicals Bureau: <http://ecb.jrc.it/> (20.10.2004).

Ekoremediacija – praktični primer v obratu predelave zelenjave

Ecoremediation – a case study in a vegetable processing plant

Anton PROSNIK^{1*}, Janez PETEK²

POVZETEK:

Obrat proizvaja odpadno vodo v predelavi vrtnin, gob in v proizvodnji zelenjavnih omak. Takšna voda je po sestavi heterogena in spreminjajočih pretokov. Obstoječo čiščenje v egalizacijskem bazenu z naknadnim usedalnikom in nevtralizacijo ni zadoščalo za doseganje predpisanih maksimalnih dovoljenih koncentracij za izpust v kanalizacijo. Pred rekonstrukcijo in dograditvijo čistilne naprave smo izvedli analizo dejanskega stanja, da smo ugotovili sestavo in maksimalne pretoke odpadnih vod iz vseh procesov (predelave kumar, gobic, rdeče pese, paprike in zelenjavnih omak), kar je bila osnova načrtovanja čistilne naprave.

Ugotovili smo, da polovico odpadne vode sestavlja hladilna voda, ki smo jo ločili od onesnažene. Pri odločanju o vrsti čistilne naprave smo se odločili za fizikalno – kemijsko predčiščenje z naknadnim čiščenjem v rastlinski čistilni napravi. Takšen način je zagotovil doseganje zahtevanih parametrov vode za izpust v kanalizacijo, nižje obratovalne in stroške naložbe. Sistem učinkovito obratuje že četrto leto in predstavlja vzoren način sonaravnega čiščenja odpadne vode onesnažene z organskimi odpadnimi snovmi in mu lahko rečemo ekoremediacijsko čiščenje odpadne vode v industriji.

KLJUČNE BESEDE:

Rastlinska čistilna naprava, ekoremediacija, predelava zelenjave, proizvodnja omak

ABSTRACT:

The production plant produces wastewater in the vegetable and mushroom canning process and in the vegetable souse process. Batch processes and various products are the main reasons for the changes in the wastewater composition and flow. The previous wastewater treatment system with the equalisation basin, settling and neutralisation had low treatment efficiency.

The retrofitting of the wastewater treatment plant (WWTP) started with the assessment phase where the composition and wastewater quantities were obtained (maximum, average and minimum) from the various processes such as the processing of cucumbers, mushrooms, beetroots, red pepper and vegetable sousses. Data obtained were the basis for the wastewater treatment design. The main results showed that nearly half of the wastewater consisted of cooling wastewater, which was separated and released into the environment without treatment. Regarding the legislation requirements and investment costs, the following wastewater treatment system were proposed and implemented: physical and chemical pre-treatment and treatment in the wetland treatment plant. After the implementation, all legislation requirements were fulfilled, and the investment and operating cost were decreased (compared to the traditional WWTP). The system has been operating efficiently for four years and it represents an example of the ecoremediation system in industry.

KEY WORDS:

Wetland treatment plant, Ecoremediation, Vegetable processing, Sousses production

¹ Anton Prosnik
Izer, Slovenska cesta 40, SI - 2277
Središče ob Dravi, Slovenija
E-mail: tprosnik@siol.net

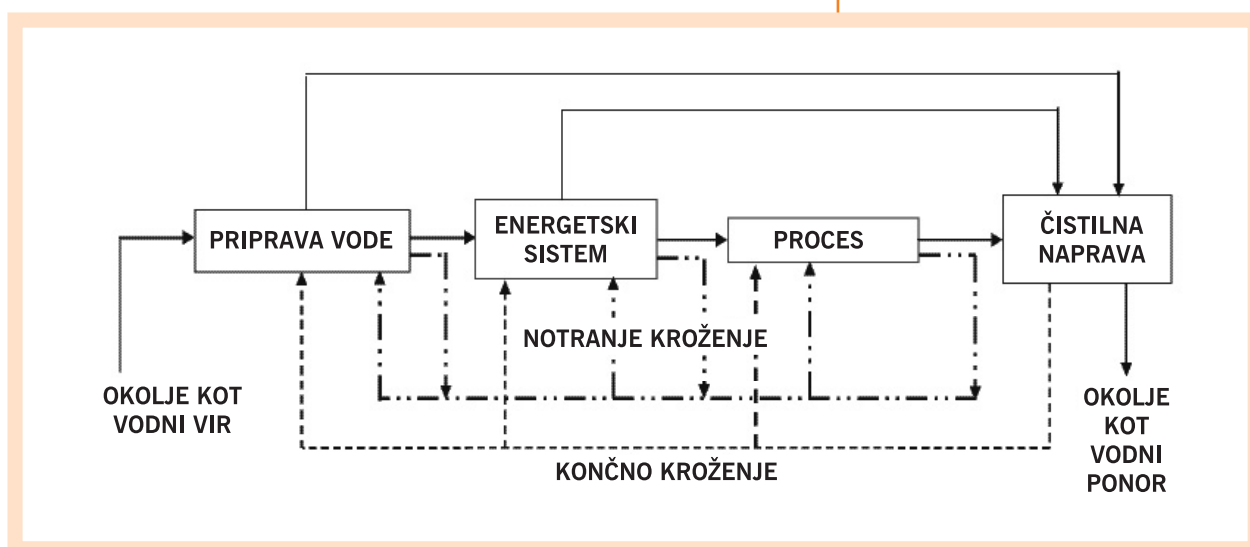
* korespondenčni avtor/corresponding author

² Janez Petek
Inštitut za sanitarno inženirstvo,
Zaloška cesta 155, SI - 1000 Ljubljana,
Slovenija
Institute of Occupational,
Food and Environmental Hygiene,
Zaloška cesta 155, SI - 1000 Ljubljana,
Slovenia

UVOD

V industriji porabljamo vodo kot surovino, topilo ali nosilo energije (hladilno vodo in/ali paro). Vodo bodisi črpamo v lastnem črpališču kot podtalno ali površinsko vodo oz. jo kupujemo, npr. od komunalnega podjetja. V nekaterih primerih jo lahko pridobivamo tudi iz surovin, npr. pri proizvodnji sladkorja iz sladkorne pese. Pred uporabo vodo ustrezno pripravimo, nato jo vodimo skozi proces(e) in jo končno kot odpadno vodo odvajamo v čistilno napravo ali jo recikliramo ter vračamo v proces oz. odvajamo v okolje. Različne možnosti so prikazane na sliki 1 [1].

Slika 1:
Krogotoki vode v industriji [1]



Običajno vse vode (neočiščene in/ali delno očiščene) ne moremo vračati in porabljati v procesih oz. v druge namene. V teh primerih vodo čistimo v čistilni napravi. V zadnjih desetletjih so se uveljavile konvencionalne tehnike čiščenja odpadnih vod, ki vključujejo kombinacijo fizikalnega in kemijskega predčiščenja ter končnega biološkega čiščenja (aerobnega in anaerobnega s pridobivanjem bioplina), dodamo pa lahko še ravnanje z odpadnim muljem (koncentriranje v centrifugah ali prešah). V mnogih primerih, kljub uporabi najboljših razpoložljivih tehnik (BAT), nismo mogli doseči z zakonom predpisanih maksimalnih dovoljenih koncentracij (MDK) odpadnih snovi v vodi. Zato lahko, po zadnji biološki stopnji čiščenja (ali pa takoj po kemijskem predčiščenju), dodamo ti. zadržujočo laguno v več prekatih, kjer posnemamo naravno močvirje z visoko stopnjo samočistilne sposobnosti. Takšno napravo imenujemo rastlinska čistilna naprava, celotni sistem pa ekoremediacija.

OPIS OBRATA ZA KONZERVIRANJE ZELENJAVE IN PROIZVODNJO OMAK

Obrat za predelavo zelenjave in gob je pred rekonstrukcijo sistema za čiščenje odpadne tehnološke vode proizvajal naslednje produkte:

- gobice v kisu in slanici;
- ajvar;

V zadnjih desetletjih so se uveljavile konvencionalne tehnike čiščenja odpadnih vod, ki vključujejo kombinacijo fizikalnega in kemijskega predčiščenja ter končnega biološkega čiščenja (aerobnega in anaerobnega s pridobivanjem bioplina), dodamo pa lahko še ravnanje z odpadnim muljem (koncentriranje v centrifugah ali prešah).

- zelenjavo v kisu (kumare, papriko, rdečo peso, čebulček);
- drugo zelenjavo in koruzo.

Skupna letna proizvodnja je dosegala 3.500 t. Leta 2001 so dogradili novi obrat za proizvodnjo zelenjavnih omak (Worcester, ketchup, hren) v skupni kapaciteti 500 ton na leto. V obratu proizvajajo naslednje vrste odpadnih vod:

- hladilne odpadne vode;
- odpadne tehnološke vode;
- vode od pranja opreme in prostorov;
- sanitarno odpadno vodo.

Komunalno odpadno vodo so zbirali v septični jami, tehnološko v egalizacijskem bazenu. Od tu so obe odpadni vodi črpali v usedalnik. Po usedanju in nevtralizaciji je voda odtekala v kanalizacijo, mulj so odvažali v bližnjo komunalno čistilno napravo (KČN).

Podatki o količinah odpadnih vod

Pred širitvijo obrata so proizvedli okrog 30.000 m³/a odpadnih vod. Podrobnejši podatki so v tabeli 1.

Tabela 1:

Proizvedene količine odpadnih vod v letu 1999.

Vrsta odpadne vode	V/m ³
Voda, porabljena za proizvodnjo pare	1.844,0
Voda, porabljena za naliv	884,0
Hladilna voda	14.398,0
Voda, porabljena za razsoljevanje	943,6
Voda porabljena za pranje	10.488,0
Sanitarna voda	296,4
Voda za blanširanje	630,0
SKUPAJ	29.484,0

Iz analize potreb novega obrata za proizvodnjo zelenjavnih omak smo ugotovili 15.000 m³ dodatno potrebne tehnološke vode, največ kot hladilno in vodo za pranje, ki jo kot odpadno vodo proizvajajo izven sezone proizvodnje zelenjave in gob. Od skupne količine je 11.000 m³ hladilne odpadne vode in 4.000 m³ tehnološke odpadne vode.

Nova čistilna naprava bo torej obremenjena s 45.000 m³/a odpadne vode.

Iz analize proizvedenih količin odpadne vode po mesecih (tabela 2) sledi, da bo čistilna naprava najbolj obremenjena v poletnih mesecih.

Tabela 2:

Analiza proizvedene odpadne vode po mesecih za leto 1999.

Mesec	V/m ³	Število del. dni	Število izmen	q/(m ³ /dan)
Januar	858	20	1	42,9
Februar	655	19	1	34,5
Marec	848	22	1	38,5
April	564	16	1	35,3
Maj	466	16	1	29,1
Junij	1.640	19	2	79,0
Julij	7.308	28	2	130,5
Avgust	5.486	26	2	127,6
September	3.982	25	2	107,6
Oktober	4.329	23	2	117,0
November	2.213	21	1	105,4
December	1.135	15	2	66,8

Maksimalni pretoki in onesnaženost odpadne tehnološke vode

Tabeli 3 in 4 prikazujeta podatke o maksimalnih proizvodnostih, ki so bili osnova izračuna maksimalnih prostornin odpadne vode po produktih.

Tabela 3:

Maksimalni proizvodni čas po procesnih enotah pri proizvodnji kumaric.

KUMARICE	Založna kad	???	Krtačni pralnik	Avtom. polnilnik	Nalivalni stroj	Zapiralnik	Hladilna kad	Pranje del. pov.
t _{delovni} /h	751	454	1.314	900	1.224	203	6.008	431

Tabela 4:

Maksimalni proizvodni čas po procesnih enotah pri proizvodnji rdeče pese.

RDEČA PESA	Avtoklav	Avtoklav	Stroj za lupljenje	Nalivalnik	Zapiralnik	Hladilna voda	Pranje del. pov.
t _{delovni} /h	239	230	1.682	330	55	1.912	137

Izračunali smo, da je povprečni pretok odpadne vode iz proizvodnje kumaric 4,4 m³/h, oz. 70 m³/dan. Če upoštevamo maksimalno proizvodnjo tehnološke odpadne vode iz proizvodnje kumaric in pranje (istočasni izpust v kanalizacijo), znaša maksimalni pretok odpadne vode 11 m³/h.

Pri izračunu maksimalnega pretoka odpadne vode smo upoštevali naslednje postavke:

- za kuhanje rdeče pese v avtoklavu porabijo 4 m³ vode na šaržo (12 šarž v 16 urah);
- stroj za lupljenje rdeče pese porabi 7 m³/h vode;
- vakumski nalivalnik porabi 1,63 m³ vode na uro, letno obratuje 203 ure;
- zapiralnik porabi na uro 0,27 m³ vode, letno obratuje 203 ure.

Iz navedenega sledi, da je maksimalni pretok odpadne vode iz proizvodnje rdeče pese vključno s pranjem 10 m³/h.

Sproti so izvajali tudi kemijske analize odpadnih vod bodisi v lastnem laboratoriju oz. od pooblaščenice organizacije v okviru monitoringa odpadnih vod.

Podatki so v tabelah 5 in 6.

Tabela 5:

Lastnosti odpadne vode pred vtokom v čistilno napravo (mešanica tehnološke in hladilne odpadne vode).

	T (°C)	pH	Usedljivost (mL/L)	Nerazt. snovi (mg/L)	γ(KPK) (mg/L)	γ(KPK5) (mg/L)
RDEČA PESA						
1	25,0	6,13	24,0	1.289	1.335	970
2	26,0	4,25	3,5	898	2.790	1.625
1	23,5	6,80	34,0	782	2.893	1.550
2	27,0	4,21	4,2	954	2.485	1.400
KUMARICE						
1	35,5	6,7	2,2	78	397	260
2	22,0	6,41	0,8	84	729	640
1	25,0	4,40	0,5	214	1.434	375
2	23,0	6,61	0,8	594	508	470
PAPRIKA FILETI						
1	25,0	6,63	0,1	82	785	590
2	21,5	6,48	0,4	168	751	590
1	20,0	5,80	8,0	608	1.420	1.175
2	23,0	5,32	0,8	171	522	490
AJVAR						
1	22,0	4,99	8,0	753	2.622	1.525
2	23,0	4,66	0,9	416	2.031	1.125

Tabela 6:

Obremenjenost odpadne tehnološke vode na iztoku v kanalizacijo pred rekonstrukcijo.

	T (°C)	pH	Neraztopljene snovi (mg/L)	Usedljivost (mL/L)	γ(BPK) (mg/L)	γ(BPK5) (mg/L)
KUMARICE	25	7,20	70	0,7	443	255
RDEČA PESA	27	5,70	196	3,5	1.275	775
SLADKI FEFERONI	21	6,90	14	3,0	475	326
ŠAMPINJONI in PEKOČI FEFERONI	30	7,02	102	0,0	449	265
AJVAR	22	6,76	30	3,5	494	285
SLADKA KORUZA	27	6,96	344	1,7	695	395
GOBICE V OLJU	15	7,46	198	2,5	773	500
ŠAMPINJONI	21	7,51	146	3,7	362	232

Tabela 6 torej prikazuje lastnosti skupne odpadne vode (hladilne in vseh tehnoloških vod). Z ločitvijo hladilne vode smo predvidevali, da bodo vrednosti, merjene na skupni odpadni tehnološki vodi skupaj s sanitarno vodo za približno dvakrat višje. Zato so po analizi tehnoloških procesov z dodatnimi ukrepi predvidena zmanjšanja obremenjenosti. Obenem smo tudi upoštevali obdobja, ko ne proizvajajo odpadne tehnološke vode, kar je letno 20 dni.

Ugotovili smo različne dejavnike, ki vplivajo na lastnosti odpadne vode:

A) Raznolikost surovin

Ker proizvodni program obsega vrsto različnih surovin, ob različnih časih in v različnih kombinacijah, npr. sveže (kumarice, papriko, feferone, rdečo peso, gobe, zelje, korenček), v obliki kisanih polizdelekov (kisane-ga zelja in repe), kot marinade (slano kisle nalive, feferone), v slanici (gobe, kapre, oljke), zamrznjene (koruzo, grah), v obliki koncentrata (paradižnika) in sušene surovine (hren).

B) Raznolikost v obremenjenosti

Vsaka surovina ima specifične lastnosti in v tehnološkem procesu nastaja značilna odpadna voda, ki je edinstvena po sestavi in obremenjenosti. Posebej omenimo predelavo rdeče pese, ki proizvede velike količine močno onesnažene vode. Poseben problem predstavljajo nekateri polizdelki, predvsem slanice, ki so praviloma visoko koncentrirane (10 % do 20 %), njihova odpadna voda lahko popolnoma poruši pH odpadne vode v egalizacijskem bazenu.

C) Raznolikost po količini

Pri analizi pretokov odpadne tehnološke vode smo upoštevali dve značilnosti:

- maksimalne pretoke v obratovalnih dnevih, predvsem po zaustavitvi procesa, ko poteka čiščenje;
- sezonsko obremenitev, ki je povezana z vegetacijsko dobo svežih surovin.

V poletnih mesecih poteka predelava vrtnin iz sveže surovine v dveh ali celo treh izmenah, kar pomeni dodatno porabo vode za pranje in s tem stalno visoke pretoke tako odpadne vode iz procesa kot iz čiščenja. Izven sezone oz. 20 % delovnih dni tehnološke odpadne vode ne proizvajajo.

Z ločitvijo hladilne od ostale tehnološke vode smo pretok odpadne vode za polovico znižali, povečali pa koncentracijo snovi v odpadni vodi za 100 %.

DOLOČITEV TEHNOLOGIJE ČIŠČENJA ODPADNE TEHNOLOŠKE VODE

Analiza dejanskega stanja, določitev maksimalnih pretokov in sestave odpadne vode so bile osnove za določanje načina oz. tehnologije čiščenja odpadne vode. Proučevali smo naslednje možnosti čiščenja:

- fizikalno-kemijsko čiščenje;

Z ločitvijo hladilne vode smo predvidevali, da bodo vrednosti, merjene na skupni odpadni tehnološki vodi skupaj s sanitarno vodo za približno dvakrat višje.

Z ločitvijo hladilne od ostale tehnološke vode smo pretok odpadne vode za polovico znižali, povečali pa koncentracijo snovi v odpadni vodi za 100 %.

Analiza dejanskega stanja, določitev maksimalnih pretokov in sestave odpadne vode so bile osnove za določanje načina oz. tehnologije čiščenja odpadne vode.

- fizikalno-kemijsko predčiščenje z naknadnim biološkim čiščenjem;
- fizikalno-kemijsko predčiščenje z naknadnim čiščenjem v biološki čistilni napravi.

Glede na pričakovane spremembe zakonodaje o omejevanju in preprečevanju onesnaževanja okolja (pričakovane vedno nižje maksimalne dovoljene koncentracije odpadnih snovi za izpust v okolje), stroške naložbe in razpoložljiv prostor, smo se odločili za naslednjo tehnologijo čiščenja:

- fizikalno-kemijsko predčiščenje (uravnavanje pH, nevtraliziranje in flotacijo);
- uravnavanje sestave odpadne vode po fizikalno-kemijskem predčiščenju pred biološkim čiščenjem;
- končno čiščenje odpadne vode v rastlinski čistilni napravi (RČN).

Ker je bil eden od pogojev fizikalno - kemijskega predčiščenja izbira takšne tehnologije, ki bi omogočala uporabo obstoječih septičnih jam in podtalnih betonskih rezervoarjev ter zgradbe ob minimalnem izkoristku predčiščenja od 40 % do 60 %, smo izbrali tehnologijo fizikalno-kemijskega predčiščenja nizozemskega dobavitelja Nijhuis Water Technology.

Opis tehnologije čiščenja

Sanitarna odpadna voda

Sanitarno odpadno vodo, ki jo vodijo s fekalnim kanalizacijskim sistemom, zbirajo v tri prekatni septični jami, kjer poteka usedanje snovi in izločanje maščob, delna anaerobna razgradnja odpadnih snovi in delna presnova maščob. Iz tretjega prekata voda skupaj s prečiščeno tehnološko odpadno vodo teče na biološko čiščenje na rastlinskem čistilnem polju. Usedlo odpadno blato iz tri prekatne greznice odvaža pooblaščen odstranjevalec v KČN.

Tehnološka odpadna voda

Tehnološka odpadna voda po tehnološki kanalizaciji teče v črpališče. Iz črpališča odpadno vodo s centrifugalno črpalko črpajo na rotacijsko sito. Izločeni trdni delci po koritu drsijo v zbiralnik, ki jih skupaj z ostalimi trdnimi organskimi odpadki iz proizvodnje oddajajo pooblaščenemu podjetju za kompostiranje.

Odpadna voda po čiščenju na rotacijskem situ teče v vmesno črpališče, od koder jo črpajo na flotacijsko napravo. Pred vtokom v flotacijo uravnajo pH vrednost in dodajo sredstvo za izboljšanje flotacije. V flotacijski napravi se voda zmeša s flokulantom, nastajajoči delci se skupaj z zračnimi mehurčki dvignejo na površino, posnemala jih potisnejo v ustrezni zbiralnik. Flotat po tračnem transporterju odvajajo v zbiralnik in ga oddajajo pooblaščenemu podjetju v nadaljnjo predelavo.

Usedline iz flotacijske naprave občasno črpajo v črpališče odpadne vode, od tu pa na ponovno čiščenje. Delno očiščena voda s flotacijske naprave skupaj z odpadno sanitarno vodo teče na biološko čiščenje na rastlinsko čistilno polje.

Ker je bil eden od pogojev fizikalno-kemijskega predčiščenja izbira takšne tehnologije, ki bi omogočala uporabo obstoječih septičnih jam in podtalnih betonskih rezervoarjev ter zgradbe ob minimalnem izkoristku predčiščenja od 40 % do 60 %, smo izbrali tehnologijo fizikalno-kemijskega predčiščenja nizozemskega dobavitelja Nijhuis Water Technology.

Rastlinska čistilna naprava za biološko čiščenje tehnološke odpadne vode

Uporaba teh načinov se je po končani gradnji in poskusnem obratovanju izkazala kot učinkovita, predvsem zaradi naslednjih dejstev:

A) Dinamika pretoka odpadne vode in spreminjanje koncentracije snovi v odpadni vodi (je izrazito sezonskega značaja) sovpada z vegetacijo oz. povečano evapotranspiracijo od julija do novembra in viri onesnaženja (vode iz pranja tehnoloških površin, pranja in toplotne obdelave vrtnin).

Novi proces proizvodnje zelenjavnih omak poteka izven sezone vrtnin in z minimalnimi emisijami vode (predvidena maksimalna obremenitev ČN je do 5 m³/h), ki nastopa z močnejšim onesnaženjem, predvsem ob koncu obratovalnega dneva (neodvisno od proizvedenih količin produktov).

B) Sistem ima znatne puferske sposobnosti

- Puferska sposobnost glede spreminjanje pretokov. V času nizkih pretokov odpadne tehnološke vode RČN brez škode „miruje“, za vzdrževanje sistema niso potrebni posebni ukrepi (20 dni - 30 dni v letu vtoka ni ali je minimalen). S zagonom predelave se pretok hitro poveča. RČN omogoča ublažitev s prostornino zadrževanja 300 m³.
- Glede na vrsto onesnaženja. Zaradi rezerve prostornine RČN brez škode ublaži velike spremembe koncentracij. Obenem je mogoče redčiti vodo z odpadno vodo proizvodnje slanic.
- Zanesljivost in varnost. Zadrževanje vode v RČN preprečuje in ublaži velika nihanja v lastnostih vode tudi takrat, ko RČN ne deluje.

C) Odpadni produkti. Rastlinska biomasa je odlična surovina za kompostiranje. Produkti čiščenja so biološko razgradljivi ter ne predstavljajo dodatne obremenitve okolja. Substrat je gramoz, ki ga je mogoče reciklirati. Ob razgradnji je ostanek samo polietilenska folija visoke gostote (PEHD) in cevje. Površino RČN (1.500 m²) je po odstranitvi polnila mogoče spet zatraviti.

D) Obratovanje in vzdrževanje. Za obratovanje RČN ne porabljajo dodatne energije. Pretok ročno regulirajo in prilagajajo dinamiki proizvodnje. Vzdrževalna dela so: enkrat letno košnja in odvoz biomase, ki je prvovrstna surovina za kompostiranje. Projektirani maksimalni letni obratovalni stroški celotne čistilne naprave znašajo največ 20.000 EUR (dejansko doseženi so 6.300 EUR/a).

E) Stroški naložbe. Ob odločanju so stroški naložbe na prvem mestu. Stroški izgradnje RČN so nižji kot za ostale vrste čistilnih naprav. Stroški naložbe RČN vključno z infrastrukturo (kanalizacijo in kompenzacijskim bazenom) so dosegli 96.000 EUR. Skupaj s sistemom fizikalno-kemijskega predčiščenja celotna naložba ni dosegla zneska 200.000 EUR. Stroški naložbe klasične čistilne naprave s fizikalno-kemijskim predčiščenjem in naknadnim biološkim aerobnim čiščenjem z aktivnim blatom, bi znašali 420.000 EUR.

F) Nadzor in izkušnje. V obratu so bili na razpolago ustrezni kadri za nadzor nad obratovanjem ČN in RČN. Glede na že pridobljene izku-

Rastlinska biomasa je odlična surovina za kompostiranje.

Produkti čiščenja so biološko razgradljivi ter ne predstavljajo dodatne obremenitve okolja.

Stroški izgradnje RČN so nižji kot za ostale vrste čistilnih naprav.

šnje z obstoječo ČN in pilotno RČN smo predvideli dodatnih 30 ur tedensko za strokovni nadzor nad delovanjem, kar so zagotovili z obstoječimi kadri.

Opis rastlinske čistilne naprave

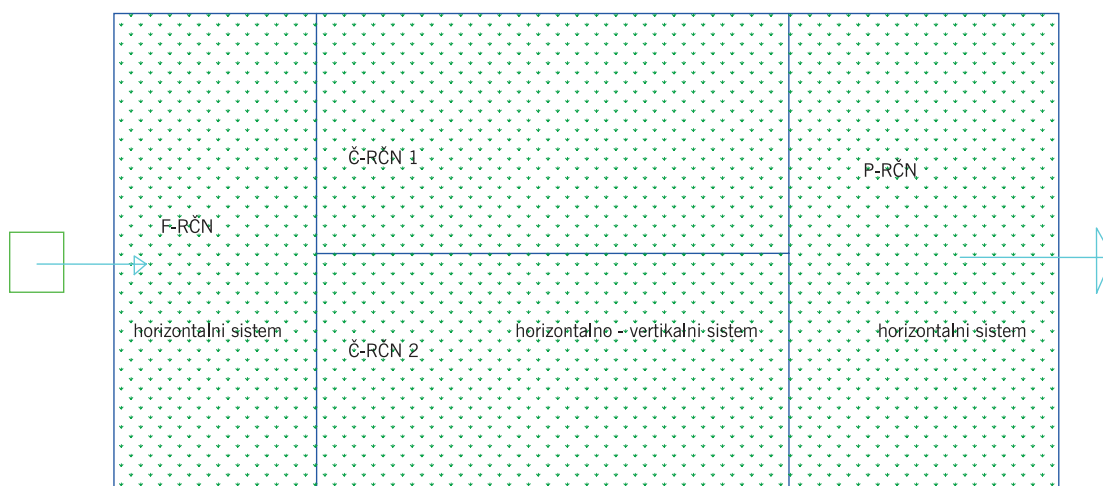
Za rastlinsko čistilno napravo (čistilno polje) izkopljeemo bazen, stene obložimo z nabito plastjo gline debeline 5 cm do 10 cm. Na tako pripravljeno podlago položimo PEHD folijo debeline 2 mm in jo zaščitimo s tkanino plosčinske gostote 400 g/m². Korito mora biti nepropustno za vodo in folija zaščitena pred mehanskimi poškodbami. Stene bazena so iz nabite zemljine in so dvignjene 0,5 m nad gladino bazena, prekrite s humusom in zatravljene. Do čistilne naprave in po nabrežinah je urejena pot iz betonskih plošč (500 mm x 500 mm x 50 mm).

Bazen je razdeljen na štiri čistilna polja, ki se v kaskadah spuščajo od vtoka proti iztoku [2]. Nagibi v vzdolžni in prečni smeri so 0,5 %. Funkcijsko so grede razdeljene na filtrirno, čistilno in polirno gredo. Polja so tako dimenzionirana, da omogočajo zadrževanje vode do 4 dni glede na predvideno dnevno količino do 80 m³ odpadne vode.

Substrat v čistilnih poljih je mešanica gramoza (frakcije 0,3 mm – 3 mm, 4 mm – 8 mm, 8 mm – 16 mm, 16 mm – 30 mm). Debelina nasutja gramoza je 750 mm – 800 mm. Površino zasadimo z rastlinami tiste vrste, ki so značilne za določeno področje (5 do 10 sadik po m²). Dovodni cevovod iz PEHD je dolžine 75 m, premera 160 mm in je vkopan v nasip (zaradi zaščite pred zmrzovanjem). Višinska razlika med vtokom in iztokom v čistilni napravi je 1,875 m. Drenažne cevi za vtok in iztok vode v ČN (uporabljene cevi PEHD) so tako nameščene, da je mogoča regulacija pretoka in smeri toka. Ob vtokih in iztokih na posameznih poljih so nameščeni čistilni jaški s pokrovi.

Regulacije pretokov v posameznih poljih so opremljene z ventili (iz nerjavnega jekla ali umetne mase). Regulacija smeri toka (horizontalni, vertikalni) je urejena s posebnim jaškom na prehodu iz filtrirnega v čistilna polja. Prečiščena voda na koncu teče v kontrolni jašek (premera 800 mm, pokritega z lito železnim pokrovom 600 mm x 600 mm).

Slika 2:
Shema rastlinske čistilne naprave [2].



Iztok v skupno kanalizacijo poteka po kanalih za "odvod meteorne vode" (premera 200 mm) in se vključuje na obstoječo meteorno kanalizacijo na višinski koti 1,370 m.

Shema rastlinske čistilne naprave za čiščenje odpadne vode iz živilsko-predelovalne industrije je na sliki 2.

Opis procesa čiščenja v rastlinski čistilni napravi

Čistilno polje je zgrajeno z ustreznim nagibom, da voda pronica skozi propustni medij (gramoz različnih granulacij) od vtoka proti iztoku. Od okolja je bazen ločen z nepropustno plastjo (PEFD folijo). Rastlinsko čistilno polje posnema samočistilne sposobnosti narave. V procesu sodelujejo poleg višjih rastlin (trstike) tudi značilni mikro in drugi organizmi. Na iztočnem delu je revizijski jašek, kjer pred iztokom v kanalizacijo izvajajo redno kontrolo prečiščene vode.

Čistilno polje je tako dimenzionirano, da je za vsako priključeno enoto onesnaženja (EO) predvideno 3 m² površine. Zadrževalni čas vode je od 3 dni – 5 dni. Upravljanje RČN zajema planiranje in ročno regulacijo pretokov skozi posamezne grede glede na vtok. Nadzor je občasen. Za upravljanje in vzdrževanje rastlinskega čistilne naprave je potrebno, poleg dnevnega nadzora in krmiljenja pretokov, občasnega čiščenja cevi, še enkrat na leto košnja in odstranitev rastlinske mase.

ZAKLJUČEK

Načrtovanje čistilne naprave je zahteven proces in vključuje naslednje faze: vodno in/ali masno bilanco vseh obratov, da dobimo maksimalne, povprečne in minimalne pretoke in sestavo odpadne vode, proučitev možnosti zniževanje porabe in proizvodnje odpadne vode, možnosti ločevanja, regeneracije, recikliranja in ponovne uporabe vode (internega kroženja). Na ta način najprej znižamo količino in povečamo koncentracijo odpadne vode, v obstoječih obratih izvedemo še potrebne meritve pretokov, sestave in koncentracij snovi v odpadni vodi (oz. uporabimo meritve obratovalnega monitoringa). Če v obratu potekajo šaržni procesi in/ali nastajajo velika nihanja v sestavi in koncentraciji odpadne vode (kar je običajna praksa v slovenski industriji), potem proučimo še velikost zadrževalnih (egalizacijskih) rezervoarjev, kar nam omogoča dodatno znižanje kapacitete čistilne naprave in s tem investicijskih ter obratovalnih stroškov. Ko zberemo navedene podatke, znižamo količine in koncentracije strupenih snovi, se odločimo o načinu čiščenja odpadne vode. Na voljo imamo fizikalno predčiščenje, kemično in biološko čiščenje. Vsaka naslednja faza čiščenja odpadne vode zahteva ustrezne lastnosti vode, ki jo mora zagotoviti predhodna faza. Biološko čiščenje (aerobno in/ali anaerobno) je drago in se mu da izogniti z vgradnjo bolj sonaravnega končnega čiščenja odpadne vode, ki posnema naravne procese v okolju (močvirja); to je rastlinska čistilna naprava. Prednosti takšnega čiščenja (ki jo imenujemo tudi ekoremediacija) je v nizkih investicijskih ter zanemarljivih obratovalnih stroških.

V opisanem primeru smo se odločili za kombinacijo fizikalno-kemijskega predčiščenja z naknadnim čiščenjem v rastlinski čistilni napravi. Upora-

Upravljanje RČN zajema planiranje in ročno regulacijo pretokov skozi posamezne grede glede na vtok. Za upravljanje in vzdrževanje rastlinskega čistilne naprave je potrebno, poleg dnevnega nadzora in krmiljenja pretokov, občasnega čiščenja cevi, še enkrat na leto košnja in odstranitev rastlinske mase.

V opisanem primeru smo se odločili za kombinacijo fizikalno-kemijskega predčiščenja z naknadnim čiščenjem v rastlinski čistilni napravi.

Slika 3:

Izgradnja rastlinske čistilne naprave za čiščenje odpadne vode iz živilsko-predelovalne industrije v Središču ob Dravi (Vir: Arhiv LIMNOS).



Naveden primer nazorno kaže, da je mogoče zagotoviti zahtevane parametre odpadne vode za izpust v okolje tudi s kombinacijo predčiščenja in naknadnim čiščenjem v RČN.

bili smo obstoječi kanalizacijski sistem vključno z izravnalnimi rezervoarji ter obstoječo zgradbo, v katero smo vgradili fizikalno-kemično čistilno napravo. S tem smo znižali investicijske stroške in zagotovili zahtevane parametre odpadne vode za čiščenje v rastlinski čistilni napravi.

Rastlinska čistilna naprava obratuje že četrto leto. Analize odpadne vode na iztoku iz RČN so pokazale, da dosegajo vse parametre zahtevane z okoljevarstveno zakonodajo. RČN je postavljena na nekdanji zelenici ob tovarni in je postala del zelenice, saj danes trstičje prekriva celotno površino (slika 3).

Z RČN upravlja ena oseba iz službe kakovosti. Čiščenje in gospodarjenje z vodo je vključeno v osnovna tehnološka navodila kot del tehnološkega procesa.

Naveden primer nazorno kaže, da je mogoče zagotoviti zahtevane parametre odpadne vode za izpust v okolje tudi s kombinacijo predčiščenja in naknadnim čiščenjem v RČN. Takšen način čiščenja je priporočljiv za tiste vode, ki niso obremenjene s strupenimi snovmi anorganskega izvora. Takšne čistilne naprave je možno vgraditi v prehrabeni, mesno-predelovalni industriji, živinoreji, pa tudi za čiščenje komunalne odpadne vode, npr. za manjša naselja in celo za individualna gospodinjstva. Znanje so tudi uspešne uporabe za čiščenje izcednih vod odlagališč odpadkov in odpadnih vod iz prometnic.

LITERATURA

- [1] Petek J. Praktični primeri recikliranja napajalnih in tehnoloških vod. Tehnološke napajalne vode 2002: zbornik predavanj; Podčetrtek 28. – 29. november. Ljubljana: Zavod za tehnično izobraževanje, 2002: 65-71.
- [2] Bulc T., Vrhovšek D., Zupančič M. Idejno tehnološki projekt rastlinske čistilne naprave RČN – Droga Gosad. Ljubljana: Limnos d.o.o., 2001.

Removal of arsenic from drinking water

Marjana SIMONIČ¹

ABSTRACT:

The drinking water well in Slovenska Bistrica, Slovenia, contains arsenic in concentration around 50 $\mu\text{g/L}$. Therefore it is necessary to implement a technological treatment to make the water suitable for drinking. In order to do so the following technologies were suggested: activated alumina, green sand, granular ferric hydroxide and special goethite media. They were all carried out on a laboratory scale. We managed to remove arsenic below 1 $\mu\text{g/L}$. Arsenic is usually found as an anion with acid characteristics in the trivalent (III) and pentavalent (V) forms. Chemical analyses of our drinking water showed that arsenic is present in pentavalent form. This means that the water is less toxic as it would be if it contained arsenic in the trivalent form.

On the other hand, all the important physical chemical parameters of water remained practically unchanged after the treatment. The hygienic water quality obtained was not an issue.

Finally, in addition to capability of arsenic removal, a comprehensive economic analysis of selected technologies is provided.

KEY WORDS:

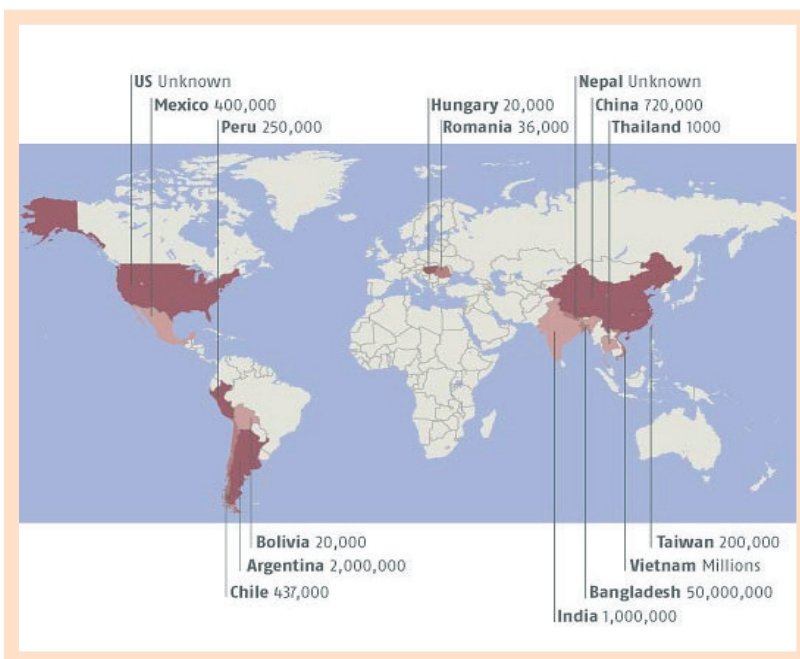
Drinking water, Arsenic, Activated alumina (AA), Goethite (TA)

¹ Marjana Simonič
Univerza v Mariboru, Fakulteta za kemijo
in kemijsko tehnologijo,
Smetanova 17, SI - 2000 Maribor,
Slovenija
University of Maribor, Faculty of
Chemistry and Chemical Engineering,
Smetanova 17, SI - 2000 Maribor,
Slovenia
E-mail: marjana.simonc@uni-mb.si

INTRODUCTION

The drinking water spring is not a new one, but physical-chemical research of this water has been ongoing during the last 10 years. Throughout this period the water stability remained unchanged. Even the concentration of arsenic did not change through the years. Water was suitable for drinking till 2004, when arsenic became to be regarded as a highly toxic substance by WHO and European Union with maximum level of contamination MCL lowered from $50 \mu\text{g/L}$ to $10 \mu\text{g/L}$ [1]. It was confirmed that arsenic causes skin, liver, lung, and kidney cancer. The water contains just below $50 \mu\text{g/L}$ of arsenic in pentavalent form. Arsenic also occurs in oxidation states $-III$, 0 , and III yielding a variety of compounds. Inorganic arsenic is more toxic than organic (monomethyl arsenic acid and dimethyl arsenic acid). According to recent studies [2] arsenic is more worldwide spread than imagined. People's lives from 17 countries around the world are seriously jeopardized, like those in China, Bangladesh, Vietnam, Argentina, Chile and USA. It is seen from Figure 1.

Figure 1:
Arsenic threat around the globe
(number of people in danger) [2].



UV rays and ozone were introduced for arsenic removal by Kuhlmeier and Sherwood in 1996.

In 1978 Sorg and Logsdon [3] first started to study the arsenic removal technologies, like coagulation, lime softening, ion exchange, adsorption, reverse osmosis and electrodialysis. Jekel [4] continues their work by testing oxidation processes and activated alumina. Kartinen and Martin [5] found good results on arsenic removal by using green sand and they also systematically arrange different treatment technologies into categories. UV rays and ozone were introduced for arsenic removal by Kuhlmeier and Sherwood in 1996 [5]. Rott and Friedle [5] demonstrated in 1999 how to remove arsenic by adsorption onto fresh $\text{Fe}(\text{OH})_3$ precipitation if the water contains iron and manganese. There are a number of technologies used for removing arsenic [6]. It is very important to establish the form in which arsenic is present in water, because the

pentavalent form is easier to remove than trivalent form. Some literature data exist [7,8] that favor catalytic coated materials like granular (black) iron reducing material (BIRM) and green sand. Further some research was done on synthetic zeolites [9], which demands carefully preparation of the material and water to be treated.

Recent studies of arsenic removal by pressure-driven membrane processes were summarised by Shih [10], where there is among other explained the possible influence of some water parameter on removal efficiency.

The most authors agree that nanofiltration is the best choice among membrane processes for arsenic removal [11,12,13].

Following all the researches, some comparisons of conventional and new techniques for the removal of arsenic in full scale water treatment plants were done recently [14].

The aim of our research was therefore, to:

- a) test the quality of water by means of physical chemical and microbiological analyses,
- b) find the most adequate pilot-plant test for arsenic removal and
- c) provide an economic analysis of selected technologies.

MATERIALS AND METHODS

Activated alumina (AA) was obtained from Alcan Chemicals, Netherlands, Greensand (GS) from Esot, Slovenia, and TehnoArz (TA) from Tehnobiuro, Slovenia; TA is a commercial name for α -FeOOH. As coagulant, iron chloride (p.a.) was used, purchased by Chemica, Croatia.

All chemical substances used were of a high degree of purity (pro-analysis).

Analyses of cations NH_4^+ , Fe^{2+} , Mn^{2+} , Al^{3+} and anions Cl^- , NO_2^- , NO_3^- , PO_4^{3-} , SO_4^{2-} were determined on spectrophotometer Cary based on the standard methods (DIN 38406, DIN 38405-D19) [15].

The concentrations of K^+ and Na^+ were measured by an atomic absorption spectrometer Perkin Elmer 1100 B using appropriate source of radiation (DIN 38406 E-13, E-14, E-15) [15].

Ca^{2+} , Mg^{2+} , HCO_3^- , CO_2 were determined titrimetrically, by standard methods (DIN 38 409 H6) [15].

pH was measured using pH meter MA 5740, after calibration with buffers of pH 4 and 7 (DIN 38404-C5).

The turbidity was measured with a turbidimeter Hanna, 2100P and the conductivity was measured using conductivity meter WTW, LF 537 (DIN 38404 C2) [15].

The absorbance was determined with a spectrophotometer at wavelengths of 436 nm and 254 nm (DIN 38404 C1, DIN 38404 C3) [15].

Dry residue was measured gravimetrically after evaporating the samples to dryness on a water bath and after drying at 180 °C (38409-H1) [15].

The most authors agree that nanofiltration is the best choice among membrane processes for arsenic removal.

Analyses of arsenic microbiological analyses were performed on ICP-MS Elan 6000. Microbiological analyses were performed following the APHA standard methods [16].

EXPERIMENTAL

We wanted to find out the stability of the water while considering water flow capacity, the temperature and pH value. In our case no effect of weather on enumerated parameters was noticed. As it is obvious from Table 1, they remained constant all over the 10 years period. Only a slight oscillation of the conductivity was observed. The water flow is 18 000 m³ per year.

Table 1:
Stability of water quality.

Parameter \ Year	1995	2001	2005
Temperature / °C	13.0	13.0	13.0
Capacity / (L/s)	0.7	0.7	0.7
pH (at 20°C)	7.6	7.6	7.6
Conductivity (at 25°C) / (μS/cm)	530.0	550.0	550.0

The water samples were taken directly at the spring. Water is odorless, colorless and tasteless. All measured parameters are presented in Table 2. For all measurements three replicates were made and very good reproducibility was obtained. There is no iron, manganese, nitrite and phosphate in water as it is noted in Table 2. During the last ten years only the concentrations of chloride, nitrate and sulphate-ions have increased more than 10 years ago, although other ion-concentrations have remained the same throughout the period of measurements. According to the MCLs' the concentration of arsenic is too high. Thus it should be removed before the water is used for drinking.

Table 2:
Physical chemical parameters of water through 10 years period.

Parameters	1995	2001	2005
pH	7.6	7.6	7.6
γ(As) / (ug/L)	47	47	50
γ(Na ⁺) / (mg/L)	4	4	4
γ(K ⁺) / (mg/L)	1.9	1.5	1.5
γ(Ca ²⁺) / (mg/L)	59	52	53
γ(Mg ²⁺) / (mg/L)	40	48	44
γ(Fe ²⁺) / (mg/L)	<0.05	<0.05	<0.05
γ(Mn ²⁺) / (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005
γ(Cl ⁻) / (mg/L)	6.2	13	13
γ(NO ₃ ⁻) / (mg/L)	1.4	15	12
γ(NO ₂ ⁻) / (mg/L)	<0.002	<0.002	<0.002
γ(SO ₄ ²⁻) / (mg/L)	9.3	23	22
γ(HPO ₄ ²⁻) / (mg/L)	<0.02	0.02	0.02
γ(HCO ₃ ⁻) / (mg/L)	354	320	320

Water sample taken from the spring was microbiologically clean.

Four water purification procedures were selected: adsorption on activated alumina (AA), green sand (GS), conventional coagulation by iron hydroxide and goethite α -FeOOH (TA).

Water was filtered through AA and GS in the same sized columns: the diameter was 3.2 cm, the height of the layer was 1 m and the velocity of filtration was 10 m/h to 40 m/h.

It was expected that arsenic would bond to the fresh iron hydroxide precipitate by coagulation process and then be removed by filtration through the sand in a column with the following dimensions: the diameter was of 3.2 cm, the height of the sand layer was 1 m, the velocity of filtration was 20 m/h, and the contact time was 6 minutes.

Water was filtered through TA in the 30 cm column, with the diameter of 3.2 cm, and the velocity of filtration was around 10 m/h (Figure 2).

Water sample taken from the spring was microbiologically clean.



Figure 2:

Laboratory equipment for arsenic removal with filter media α -FeOOH (TA).

RESULTS AND DISCUSSION

The obtained results are presented in Table 3 for each arsenic removal procedure. The same parameters were determined in original water sample and after the four chosen removal techniques: activated alumina, green sand, $\text{FeCl}_3\text{-C}$, and conventional coagulation using iron chloride. All experiments were done under the same (room) temperature and on the same original water sample.

We succeeded in removing arsenic from drinking water. As presented in Table 4, the pH value increased from 7.6 to 7.8 after AA and GS methods. The concentration of Na^+ remained practically unchanged in all methods, except after adsorption on AA. Slight oscillations were observed by Ca and Mg-ion concentrations.

Arsenic ions were reduced under the MCL's in all methods used, except in case of GS: concentration was just at the $10 \mu\text{g/L}$ limit value. The experiments were repeated several times and were always the same as presented in Table 3. Bacteria were not present even in the original sample.

Table 3:

Physical chemical parameters of water after treatment procedures.

Parameters	Water	AA	GS	TA	$\text{FeCl}_3\text{-C}$
pH	7.6	7.8	7.8	7.6	7.6
$\gamma(\text{As}) / (\mu\text{g/L})$	50	6	10	0,2	3
$\gamma(\text{Na}^+) / (\text{mg/L})$	4.5	11	4.6	4.5	4.5
$\gamma(\text{K}^+) / (\text{mg/L})$	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
$\gamma(\text{Ca}^{2+}) / (\text{mg/L})$	53	50	53	55	53
$\gamma(\text{Mg}^{2+}) / (\text{mg/L})$	44	40	44	43	44
$\gamma(\text{Cl}^-) / (\text{mg/L})$	6	6	6	6	6
$\gamma(\text{NO}_3^-) / (\text{mg/L})$	15	15	15	15	15
$\gamma(\text{SO}_4^{2-}) / (\text{mg/L})$	22	23	22	20	22
$\gamma(\text{HCO}_3^-) / (\text{mg/L})$	330	330	330	330	330

It is clear that water purified in this way agrees with the standards for drinking waters.

Due to very high concentrations it was expected that adsorption media could become blocked very quickly. We did some tests on AA, GS, and TA. It was found that the AA and TA filtration efficiency is quite high unlike GS.

If q is the mass absorbed (mg/g), ρ_{AA} is the density of AA, γ_o is influent concentration and γ_1 effluent concentration, the bed life Y , the volume of water that can be treated per unit volume of AA, can be calculated:

$$Y = \frac{q \cdot \rho_{media}}{\gamma_0 - \gamma_1}$$

q – adsorption capacity on media (mg/g)

ρ_{media} – density (g/L)

γ_0 – influent concentration (mg/L)

γ_1 – effluent concentration (mg/L)

Y – bed life

If we calculate Y for each media, results obtained shows Table 4.

Table 4:

Bed life calculations for AA, GS and TA.

Parameter	AA	GS	TA
Adsorbed mass of As (mg/g)	2	0.1	32
Density (g/L)	657.7	433.1	425
Bed life Y (L/L) of water	32,885	1,082	422,618

For arsenic q is 2 mg/g of AA from the experiments we made, ρ_{AA} is 657.7 g/l, $\gamma_0 = 50 \cdot 10^{-6}$ g/L and γ_1 is $10 \cdot 10^{-6}$ g/L for a compound, after equation (1) the bed life Y for arsenic is 32.885 liters of water per liter of AA to regenerate. Greater volume of water can be treated by TA: water amount is around 390 times higher as by GS and almost 13-times higher as by AA, therefore TA is far the best option in order to remove arsenic regarding adsorption capacity (Table 4).

The strength of Fe-As bond in TA material was characterized by chemical analysis. It was determined that the powder composition expressed in mole fraction of FeOOH and As was 20:1.

First TA was stirred in water sample with 50 $\mu\text{g/L}$ As. After the equilibrium was reached it was dried and analysed. The same material was stirred with rain water for a week, and then for a month. As-concentrations were measured in water before and after stirring. As-ions were bond strongly to the TA and they did not re-dissolved into the water, because the concentration of arsenic in all samples did not changed. It

The strength of Fe-As bond in TA material was determined that the powder composition expressed in mole fraction of FeOOH and As was 20:1.

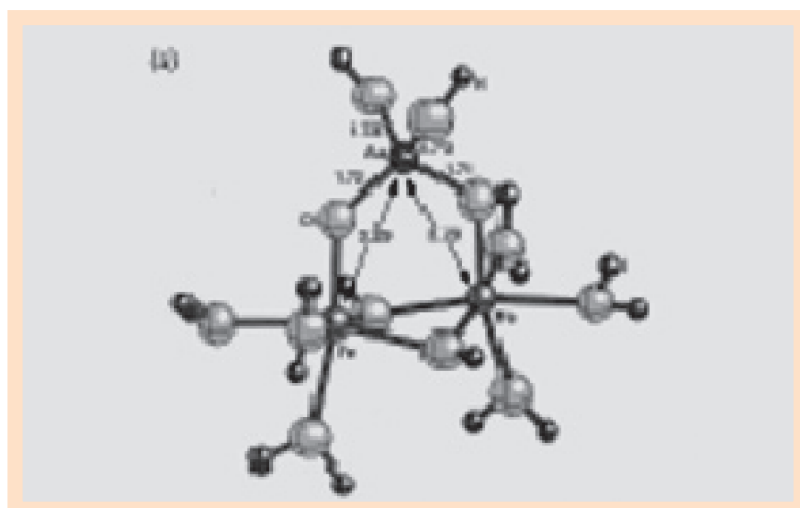


Figure 3:

Most probable geometry of $\text{Fe}_2(\text{OH})_2(\text{H}_2\text{O})_n\text{AsO}_4^+$ clusters [17].

was proved that spent material could be discharged to the landfill without the fear of As-leaking to the ground water sources.

Arsenic as AsO_4^{3-} forms a strong bond to $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ and $\alpha\text{-FeOOH}$. The mechanism was not fully explained yet. As a result of bidentate corner sharing between AsO_4 and FeO_6 polyhedra (^2C) clusters of $\text{Fe}_2(\text{OH})_2(\text{H}_2\text{O})_n\text{AsO}_2(\text{OH})_2^{3+}$ and $\text{Fe}_2(\text{OH})_2(\text{H}_2\text{O})_n\text{AsO}_4^+$ are formed. Figure 3 shows most probable geometry of $\text{Fe}_2(\text{OH})_2(\text{H}_2\text{O})_n\text{AsO}_4^+$ and As-Fe distances (Å) [17].

Cost of different technologies for Arsenic removal

The comparison of the cost for different arsenic removal processes is provided in Table 5. Assumptions include 50 $\mu\text{g/L}$ total As influent and up to 6 $\mu\text{g/L}$ As effluent. Modifications may include the increased coagulant dosage or the reduction of the pH. No extra cost is assumed for waste disposal.

Table 5:

Costs for different arsenic removal processes.

Parameter (EUR)	AA	GS	TA	$\text{FeCl}_3\text{-C}$
Capital (EUR)	15,700	15,700	11,740	19,000
Operations and Maintenance (EUR)	13,400	46,600	11,730	16,200
Waste disposal (EUR)	105	105	105	1,050
Annual (EUR/ m^3)	0.84	2.68	0.72	1.06

The best arsenic removal technology has been researched for small water system.

The economic analyses give annual costs per discussed drinking water spring for TA adsorption. When comparing these figures to other treatment technologies, it is apparent that TA adsorption is the most cost effective. The following comparisons consider implementation of new treatment plants. In the case of such small systems, TA is less expensive than all other technologies. In the case of large water system the situation might be very different, especially due to the high costs of adsorption media TA. Also it has to be emphasized that only As^{5+} removal was studied, not the arsenic organic compounds.

In comparison with the literature data [5,18] we can see that costs that were calculated are lower than reported. It is probably due to cheaper equipment available in Slovenia than in other EU countries and USA.

CONCLUSION

The best arsenic removal technology has been researched for small water system. The concentration of pentavalent arsenic was around 50 $\mu\text{g/L}$. The results showed that by adsorption on activated alumina, fresh $\text{Fe}(\text{OH})_3$ or $\alpha\text{-FeOOH}$ arsenic was removed below MCL-value of 10 $\mu\text{g/L}$, while green sand allowed the removal of arsenic just around MCL. Economically the best solution for arsenic removal as well as the best technology option for small ground water systems is adsorption on $\alpha\text{-FeOOH}$ (TA).

REFERENCES

- [1] WHO Guidelines for Drinking Water Quality. Vol. 1. Recommendations. Geneva. 1996.
- [2] Arsenic's fatal legacy grows worldwide, http://www.scarab.se/arsenic/docs/arsenic_pearce.pdf (15.01.2007).
- [3] Sorg TJ. Longsdon GS. Treatment Technology to meet the Interim Primary drinking water Regulations for inorganics: Part II. Journal of AWWA 1978; 70 (7): 379-93.
- [4] Jekel MR. Removal of arsenic in drinking water treatment. In Arsenic in the Environment Part I: Cycling and Characterisation; Willey and Sons Inc New York 1994; Vol 26: 119-132.
- [5] Newcombe RL. Arsenic removal from drinking water: A dissertation. University of Idaho. College of Graduate Studies, 2003.
- [6] Corngold E. et al. Desalination 2001; 141: 81-84.
- [7] Clack Birm. Material safety data sheet, Enclosure to the fax message from Victrie Media on Dec 5th, 2002.
- [8] New Mexico State University. Arsenic Removal from Water Using Manganese Greensand: Laboratory Scale Batch and Column Studies. Contract No. 142596-FC-81-05016. June 1999.
- [9] Shevade S., Ford RG. Use of synthetic zeolites for arsenate removal from pollutant water. Water Res 2004; 38: 3197-3204.
- [10] Shih Ming-Cheng. An overview of arsenic removal by pressure-driven membrane processes. Desalination 2005; 172: 85-97.
- [11] Urase T., Oh J., Yamamoto K. Effect of pH of different species of arsenic by nano filtration. Desalination 1998; 117: 11-18.
- [12] Sato Y. et al, Performance of nanofiltration for arsenic removal. Water Res 2002; 36: 3371-3377.
- [13] Košutić K. et al. Removal of arsenic and pesticides from drinking water by nanofiltration membranes. Sep Pur Technol 2005; 42: 137-144.
- [14] Jekel M. and Seith R. Comparison of conventional and new techniques for the removal of arsenic in a full scale water treatment Plant. Water Supply 2000; 18 (1): 628-631.
- [15] Hütter L. Wasser und Wasseruntersuchung, III. Edition, Verlag Diesterweg-Sauerländer, 1988.
- [16] APHA. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Gordon A. Mc Feters (Ed). Drinking Water Microbiology, 1990.
- [17] Sherman D M., Randall S R. Surface complexation of arsenic(V) to iron(III) (hydr)oxides: Structural mechanism from ab initio molecular geometries and EXAFS spectroscopy. Geochimica et Cosmochimica Acta 2003; 67(22): 4223-4230.
- [18] Technologies and costs for removal of arsenic from drinking water, EPA 815-R-00-028. December 2000.

Zahteve pri obvladovanju organskih kuhinjskih odpadkov in odpadnih jedilnih olj

Requirements for organic waste and waste oils management

Mojca JEVŠNIK^{1*}, Nevenka FERFILA²

POVZETEK:

V članku so obrazložitev predpisov o ravnanju z organskimi kuhinjskimi odpadki, odpadnimi jedilnimi olji in higieni živil. Predstavljeni so rezultati raziskave obstoječe prakse obvladovanja odpadkov in odpadnih jedilnih olj v gostinskih obratih v Sloveniji. Podatki so bili zbrani v letu 2004 z anonimnim anketnim vprašalnikom, ki ga je izpolnilo 228 udeležencev raziskave. Rezultati raziskave kažejo, da so povprečne dnevne količine organskih odpadkov nizke, do 25 litrov na dan pri skoraj dveh tretjinah vprašanih; 26 % vprašanih ima mesečno nad 25 litrov odpadnega jedilnega olja, 20,1 % pa samo do 5 litrov na mesec. Pogodbo z zbiralcem kuhinjskih odpadkov ima 49,8 % anketiranih; 28,3 % vprašanih odpadkov ne ločuje, temveč jih odstranjujejo skupaj z ostalimi komunalnimi odpadki. Prostor za zbiranje organskih odpadkov je pri več kot dveh tretjinah vprašanih urejen skladno z večino sanitarno-tehničnih in higienskih zahtev. Glede na rezultate raziskave so predlagane usmeritve in priporočila povzročiteljem kuhinjskih odpadkov in odpadnih jedilnih olj za vzpostavitev uspešnega sistema za ravnanje s temi vrstami odpadkov.

KLJUČNE BESEDE:

Organski kuhinjski odpadki, odpadna jedilna olja, zakonodaja, gostinstvo

ABSTRACT:

The article provides explanation of relevant legal requirements for managing organic waste, waste oils and food hygiene. Authors present research results on management practice of organic waste and waste oils in Slovene restaurants. The data for research was collected via anonymous questionnaire in 2004, which was completed by 228 respondents. Average quantities of organic waste are relatively low (25 litres per day in almost two thirds of respondents). 26 % of respondents have over 25 litres waste oils monthly and 20,1 % of respondents have even less than 5 litres per month. Almost half of respondents have contract with the collector of organic waste. In 28,3 % of cases organic waste is not collected separately. In two thirds of restaurants the place for storing organic waste is constructed in accordance to the most sanitary-technical and hygienic requirements. According to the results of survey, some orientations and recommendations are given for establishment of successful organic waste and waste oils management system.

KEY WORDS:

Organic waste, Waste oils, Legislation, Restaurants

¹ Mojca Jevšnik
Univerza v Ljubljani,
Visoka šola za zdravstvo, Poljanska 26a,
SI - 1000 Ljubljana, Slovenija
University of Ljubljana,
College of Health Studies, Poljanska 26a,
SI - 1000 Ljubljana, Slovenia
E-mail: mojca.jevsnik@vsz.uni-lj.si

* korespondenčni avtor/corresponding author

² Nevenka Ferfila
Univerza v Ljubljani,
Visoka šola za zdravstvo, Poljanska 26a,
SI - 1000 Ljubljana, Slovenija
University of Ljubljana,
College of Health Studies, Poljanska 26a,
SI - 1000 Ljubljana, Slovenia

UVOD

Spremljajoči higienski programi so v živilstvu osnova za uspešno vzpostavitev, izvajanje in vzdrževanje HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point) sistema v notranjem nadzoru. Samo HACCP sistem brez trdnih temeljev, kot so urejeni in obvladovani spremljajoči higienski programi, ne zagotavlja varnosti oziroma zdravstvene ustreznosti živil v proizvodnji ali v prometu z živil. Pravilnik o higieni živil [1] deli spremljajoče higienske programe in aktivnosti na več področij, med katerimi je tudi področje ravnanja z odpadki.

V letu 2004 sprejeta zakonodaja ureja področje ravnanja z organskimi kuhinjskimi odpadki in odpadnimi jedilnimi olji ter mastmi. Postavila je zakonodajni okvir ter določila obveznosti, ki lahko služijo kot osnova pri vzpostavljanju sistema ravnanja z organskimi kuhinjskimi odpadki.

ZAHTEVE ZAKONODAJE

Direktiva o odlaganju odpadkov (Council Directive 1999/31/EC of 26 April 1999 on the landfill of waste) [2] opredeljuje ukrepe za zmanjševanje količin odloženih biološko razgradljivih odpadkov. Odlaganje biološko razgradljivih odpadkov predstavlja potratno ravnanje, izgubo pomembnih surovin za proizvodnjo produktov (npr. bioplina) in s tem znižanje nastajanja odpadkov in emisij (npr. toplogrednih plinov in izcednih vod). Navedena direktiva uveljavlja visoke standarde za odstranjevanje odpadkov in ponuja alternativne načine za ravnanje z biološko razgradljivimi odpadki, kar naj bi v končni fazi doprineslo k zmanjševanju količin odloženih odpadkov. V omenjeni direktivi je opredeljen tudi časovni načrt zmanjševanja količin biološko razgradljivih odpadkov odloženih na odlagališčih odpadkov. Direktiva ne postavlja jasno definiranih zahtev na kakšen način naj bodo doseženi cilji, pač pa le vzpodbuja uporabo ločenega zbiranja odpadkov, bioloških procesov razgradnje, kot sta npr. kompostiranje in anaerobna razgradnja ter izrabe njihove energetske vrednosti.

Krovni zakon, ki ureja varovanje okolja v Sloveniji in v tem okviru tudi področje ravnanja z odpadki, je Zakon o varstvu okolja [3]. Pravilnik o ravnanju z odpadki [4] določa splošna in obvezna pravila za ravnanje z odpadki, predpisuje pa tudi obvezne dokumente in evidence povzročiteljem odpadkov. V skladu z določili pravilnika so odpadki razdeljeni v 20 skupin s pripadajočimi klasifikacijskimi številkami. Tako v seznamu odpadkov najdemo organske kuhinjske odpadke pod številko 20 01 08, jedilna olja in maščobe pa pod številko 20 01 25. Ravnanje s posamezno specifično vrsto odpadkov dodatno urejajo predpisi po posameznih področjih (z organskimi kuhinjskimi odpadki, odpadnimi jedilnimi olji in mastmi ipd.). Če ravnanje z odpadki ni posebej urejeno s področnimi pravilniki, uporabimo predpis, ki ureja splošno ravnanje z odpadki.

V nadaljevanju predstavljamo najvažnejše podzakonske akte, ki urejajo področje ravnanja z organskimi kuhinjskimi odpadki, odpadnimi jedilnimi olji in higieno živil v gostinskih obratih:

- Pravilnik o ravnanju z organskimi kuhinjskimi odpadki. Uradni list Republike Slovenije, št. 37/04. [5]

Pravilnik o higieni živil deli spremljajoče higienske programe in aktivnosti na več področij, med katerimi je tudi področje ravnanja z odpadki.

Odlaganje biološko razgradljivih odpadkov predstavlja potratno ravnanje, izgubo pomembnih surovin za proizvodnjo produktov (npr. bioplina) in s tem znižanje nastajanja odpadkov in emisij (npr. toplogrednih plinov in izcednih vod).

- Pravilnik o ravnanju z odpadnimi jedilnimi olji in mastmi. Uradni list Republike Slovenije, št. 42/04. [6]
- Pravilnik o higieni živil. Uradni list Republike Slovenije, št. 60/02, 104/03, 11/04, 51/04. [1]

Zahtevam pravilnika o ravnanju z organskimi kuhinjskimi odpadki [5], ki se nanašajo na pripravo načrta ravnanja s kuhinjskimi odpadki, so se morali povzročitelji le-teh prilagoditi že do 31. 7. 2004. Ostalim zahtevam tega pravilnika ter tistim, ki jih opredeljuje pravilnik o ravnanju z odpadnimi jedilnimi olji in mastmi, pa so se morali prilagoditi do 31. 12. 2004.

Nadzor nad izvajanjem določb pravilnikov je v skladu s pristojnostmi razdeljen med različne inšpektorate: Inšpektorat RS za okolje in prostor, Tržni inšpektorat RS, Zdravstveni inšpektorat RS in Veterinarsko upravo RS.

Predpisi o ravnanju z organskimi kuhinjskimi odpadki, odpadnimi jedilnimi olji, mastmi in higieni živil

Ravnanje z organskimi kuhinjskimi odpadki

Kaj določa Pravilnik o ravnanju z organskimi kuhinjskimi odpadki [5]?

- Obvezna ravnanja z organskimi kuhinjskimi odpadki, ki nastajajo v gospodinjstvih in v kuhinjah ter pri razdeljevanju hrane v industriji, obrti in storitvenih dejavnostih;
- najmanjši obseg izvajanja lokalne javne službe in vsebino ravnanja s kuhinjskimi odpadki, ki morata biti zagotovljena v okviru opravljanja lokalne javne službe ravnanja s komunalnimi odpadki;
- prepovedi;
- obveznosti povzročitelja kuhinjskih odpadkov iz gostinstva;
- obveznosti povzročitelja kuhinjskih odpadkov iz gospodinjstva;
- pogoje in zahteve za zbiranje kuhinjskih odpadkov iz gostinstva;
- pogoje in zahteve za zbiranje in predelavo kuhinjskih odpadkov v okviru javne službe;
- pogoje za izpolnjevanje veterinarskih zahtev in
- pristojnosti za izvajanje nadzora.

Za povzročitelja kuhinjskih odpadkov iz gostinstva se šteje nosilec živilske dejavnosti, ki upravlja kuhinjo in ki v letnem povprečju pripravi dnevno 20 ali več obrokov hrane. Kakšne so njegove obveznosti?

- Ločeno zbiranje kuhinjskih odpadkov pri pripravi hrane in ostankov obrokov po zaužitju;
- dogovor o prevzemu kuhinjskih odpadkov z osebo, ki je obroke naročila (najkasneje ob dostavi obrokov);
- zagotovitev ustreznega zbirnega mesta za začasno shranjevanje v skladu s predpisi, ki urejajo higieno živil;
- zagotovitev ustreznega, namenskega vozila za prevoz kuhinjskih odpadkov, če obroke dostavlja;
- sklenitev pogodbenega razmerja z zbiralcem kuhinjskih odpadkov ali evidenca o lastni oddaji kuhinjskih odpadkov neposredno v predelavo;
- vodenje evidenc;

Nadzor nad izvajanjem določb pravilnikov je v skladu s pristojnostmi razdeljen med različne inšpektorate: Inšpektorat RS za okolje in prostor, Tržni inšpektorat RS, Zdravstveni inšpektorat RS in Veterinarsko upravo RS.

- določitev odgovorne osebe za obvladovanje odpadkov in
- izdelava načrta ravnanja s kuhinjskimi odpadki.

Načrt ravnanja s kuhinjskimi odpadki mora, glede na količino kuhinjskih odpadkov, vsebovati podatke o:

- nastajanju kuhinjskih odpadkov pri pripravi in razdeljevanju obrokov;
- nastajanju kuhinjskih odpadkov po zaužitju obrokov;
- prevzemanju kuhinjskih odpadkov od oseb, ki razdeljujejo obroke;
- kraju namestitve zabojnikov in posod za začasno shranjevanje kuhinjskih odpadkov pred oddajo zbiralcu kuhinjskih odpadkov;
- količinah kuhinjskih odpadkov, ki jih oddaja zbiralcu;
- najdaljšem času začasnega shranjevanja kuhinjskih odpadkov pred oddajo zbiralcu kuhinjskih odpadkov in
- načinu ter pogojih oddaje zbiralcu kuhinjskih odpadkov.

Za povzročitelja kuhinjskih odpadkov iz gospodinjstva se šteje vsaka oseba, pri kateri v gospodinjstvu nastajajo kuhinjski odpadki in oseba, ki upravlja kuhinjo in ki v letnem povprečju pripravi dnevno manj kot 20 obrokov hrane, oz. upravlja prostore, v katerih se razdeli manj kot 10 obrokov dnevno ali pa dostava in delitev hrane ni redna. Kakšne so njegove obveznosti?

- Prepuščanje kuhinjskih odpadkov izvajalcu javne službe v posebnem zabojniku ali posodi na način, določen v predpisih lokalne skupnosti, ki urejajo ravnanje z ločeno zbranimi frakcijami;
- oddajanje kuhinjskih odpadkov upravljavcu male komunalne kompostarne pod pogoji in na način, ki so določeni v predpisih lokalne skupnosti, če se nahaja na območju, kjer izvajalec javne službe zagotavlja predelavo biološko razgradljivih odpadkov v mali komunalni kompostarni;
- zagotavljanje kompostiranja svojih kuhinjskih odpadkov v hišnem kompostniku, če se nahaja na območjih, kjer javna služba ne zagotavlja predelave.

Katere zahteve mora izpolnjevati zbiralec organskih kuhinjskih odpadkov iz gostinstva?

- Pridobiti vsa potrebna dovoljenja;
- biti vpisan v register za opravljanje dejavnosti zbiranja in odvoza odpadkov po predpisih o klasifikaciji dejavnosti;
- zagotoviti sredstva in opremo ter objekte in naprave za zbiranje in prevoz kuhinjskih odpadkov, ki izpolnjujejo tehnične in druge predpisane pogoje ter čiščenje in razkuževanje le-teh;
- zagotoviti oddajo kuhinjskih odpadkov v predelavo;
- pripraviti načrt zbiranja kuhinjskih odpadkov in
- voditi evidence.

Načrt zbiranja kuhinjskih odpadkov mora vsebovati podatke o:

- območju zbiranja kuhinjskih odpadkov;
- številu in lokacijah prevzema kuhinjskih odpadkov, ki nastajajo pri povzročiteljih kuhinjskih odpadkov iz gostinstva;
- predvideni skupni letni količini prevzema kuhinjskih odpadkov;

Za povzročitelja kuhinjskih odpadkov iz gospodinjstva se šteje vsaka oseba, pri kateri v gospodinjstvu nastajajo kuhinjski odpadki in oseba, ki upravlja kuhinjo in ki v letnem povprečju pripravi dnevno manj kot 20 obrokov hrane, oz. upravlja prostore, v katerih se razdeli manj kot 10 obrokov dnevno ali pa dostava in delitev hrane ni redna.

- vrsti in zmogljivosti sredstev in opreme za zbiranje in prevažanje;
- načinu začasnega skladiščenja kuhinjskih odpadkov pri povzročiteljih kuhinjskih odpadkov iz gostinstva;
- oddaji kuhinjskih odpadkov v predelavo in zagotovljenih letnih količinah predelave in
- okoljevarstvenih ukrepov za preprečitev nenadzorovanih vplivov na okolje pri ravnanju s kuhinjskimi odpadki.

Zbiralec mora voditi evidenco o zbranih količinah kuhinjskih odpadkov po povzročiteljih kuhinjskih odpadkov iz gostinstva in celotni količini kuhinjskih odpadkov, oddani v predelavo po posameznih objektih in napravah za predelavo. Sestavni del evidence so evidenčni listi, ki jih zbiralec prejme ob prevzemu kuhinjskih odpadkov, in evidenčni listi, ki jih zbiralcu vrne predelovalec kuhinjskih odpadkov. Evidenčni listi so dokazila o prevzemu odpadkov v skladu s predpisom, ki ureja ravnanje z odpadki. Zbiralec je dolžan, najkasneje do 31. marca, dostaviti ministrstvu poročilo o zbranih kuhinjskih odpadkih in ravnanju z njimi za preteklo koledarsko leto.

Zbiralec mora voditi evidenco o zbranih količinah kuhinjskih odpadkov po povzročiteljih kuhinjskih odpadkov iz gostinstva in celotni količini kuhinjskih odpadkov, oddani v predelavo po posameznih objektih in napravah za predelavo.

Ravnanje z odpadnimi jedilnimi olji in mastmi

Kaj določa Pravilnik o ravnanju z odpadnimi jedilnimi olji in mastmi [6]?

- Obvezna ravnanja z odpadnimi jedilnimi olji in mastmi, ki nastajajo v kuhinjah v industriji, obrti in storitvenih dejavnostih;
- najmanjši obseg izvajanja lokalne javne službe in vsebino ravnanja z odpadnimi jedilnimi olji in mastmi, ki morata biti zagotovljena v okviru opravljanja lokalne javne službe ravnanja s komunalnimi odpadki;
- prepovedi;
- obveznosti povzročitelja odpadnih jedilnih olj in masti iz gostinstva;
- obveznosti izvajalca javne službe;
- pogoje in zahteve za zbiranje odpadnih jedilnih olj in
- pristojnosti za izvajanje nadzora.

Za povzročitelja odpadnih jedilnih olj iz gostinstva se šteje nosilec živilske dejavnosti, ki upravlja kuhinjo, katera v letnem povprečju pripravi dnevno 20 ali več obrokov hrane. Kakšne so njegove obveznosti?

- Ločeno zbiranje odpadnih jedilnih olj, ki nastanejo pri pripravi hrane;
- zagotovitev ustreznega zbirnega mesta za začasno shranjevanje v skladu s predpisi, ki urejajo higieno živil;
- sklenitev pogodbenega razmerja z zbiralcem odpadnih jedilnih olj ali neposredno s predelovalcem;
- vodenje evidence;
- določitev odgovorne osebe za obvladovanje odpadkov in
- izdelava načrta ravnanja z odpadnimi jedilnimi olji.

Načrt ravnanja z odpadnimi jedilnimi olji mora glede na količino le-teh vsebovati podatke o:

- nastajanju odpadnih jedilnih olj pri pripravi obrokov;
- zabojnikih in posodah za začasno shranjevanje odpadnih jedilnih olj ter njihovi namestitvi preden jih zbiralec prevzame ali se oddajo neposredno predelovalcu;

- najdaljšem času začasnega shranjevanja odpadnih jedilnih olj;
- količinah odpadnih jedilnih olj, ki se prepuščajo zbiralcu ali oddajajo neposredno v predelavo;
- načinu, pogostosti ter pogojih prepuščanja zbiralcu odpadnih jedilnih olj ali oddajanja neposredno predelovalcu.

Katere zahteve mora izpolnjevati zbiralec odpadnih jedilnih olj?

- Pridobiti vsa potrebna dovoljenja;
- biti vpisan v register za opravljanje dejavnosti zbiranja in odvoza odpadkov po predpisih o klasifikaciji dejavnosti;
- zagotoviti sredstva in opremo ter objekte in naprave za zbiranje in prevoz odpadnih jedilnih olj, ki izpolnjujejo tehnične in druge predpisane pogoje, ter čiščenje in razkuževanje le-teh;
- zagotoviti predelavo odpadnih jedilnih olj;
- pripraviti načrt zbiranja odpadnih jedilnih olj in
- voditi evidence.

Načrt zbiranja odpadnih jedilnih olj mora vsebovati podatke o:

- območju zbiranja;
- številu in lokacijah prevzema odpadnih jedilnih olj, ki nastajajo pri povzročiteljih;
- predvideni skupni letni količini prevzema odpadnih jedilnih olj;
- vrsti in zmogljivosti sredstev in opreme za zbiranje in prevažanje;
- načinu začasnega skladiščenja odpadnih jedilnih olj pri povzročiteljih iz gostinstva in izvajalci javne službe;
- oddaji kuhinjskih odpadkov v predelavo in zagotovljenih letnih količinah predelave in
- ukrepih za preprečitev nenadzorovanih vplivov na okolje pri ravnanju z odpadnimi jedilnimi olji.

Zbiralec mora voditi evidenco o zbranih količinah odpadnih jedilnih olj po povzročiteljih iz gostinstva in po izvajalci javnih služb ter celotni količini odpadnih jedilnih olj, oddani v predelavo po posameznih objektih in napravah za predelavo. Sestavni del evidence so evidenčni listi, ki jih zbiralec prejme ob prevzemu odpadnih jedilnih olj in evidenčni listi, ki jih zbiralcu vrne predelovalec. Evidenčni listi so dokazila o prevzemu odpadkov v skladu s predpisom, ki ureja ravnanje z odpadki. Zbiralec je dolžan, najkasneje do 31. marca, dostaviti ministrstvu poročilo o zbranih kuhinjskih odpadkih in ravnanju z njimi za preteklo koledarsko leto.

Higiena živil

Na osnovi Zakon o zdravstveni ustreznosti živil in izdelkov ter snovi, ki prihajajo v stik z živilom [7], je bil sprejet Pravilnik o higieni živil [1], ki določa pogoje in načela higieni živil, ki morajo biti izpolnjeni pri proizvodnji in prometu živil. Spremljajoči higienski programi so v živilstvu osnova za vzpostavitev, izvajanje in vzdrževanje sistema za zagotavljanje varnosti živil v notranjem nadzoru (angleško Hazard Analysis Critical Control Point). Nosilec živilske dejavnosti je dolžan v okviru notranjega nadzora beležiti in shranjevati zapise in dokumente o izvajanju spremljajočih programov.

Zbiralec mora voditi evidenco o zbranih količinah kuhinjskih odpadkov po povzročiteljih kuhinjskih odpadkov iz gostinstva in celotni količini kuhinjskih odpadkov, oddani v predelavo po posameznih objektih in napravah za predelavo.

Zaposleni so osebno odgovorni za izvajanje dela skladno z internimi navodili v obratu, tako za ravnanje z organskimi kuhinjskimi odpadki, kot z odpadnim jedilnim oljem.

Za izvajanje notranjega nadzora lahko imenuje odgovorno osebo, ki mora imeti znanja o higieni živil in načelih sistema HACCP.

Pravilnik o higieni živil [1] deli spremljajoče higienske programe in aktivnosti po področjih kot so: zagotavljanje zdravstveno tehničnih pogojev, vzdrževanje opreme in pripomočkov, skladiščenje, prevoz in promet, ravnanje z odpadki, dejavnosti dezinfekcije, dezinsekcije in deratizacije, čiščenja, sanitacije, izvajanje izobraževanja in usposabljanja zaposlenih o higieni živil, osebna higiena, zdravstveno stanje zaposlenih itd. Obvladovanje organskih odpadkov in odpadnega jedilnega olja je le del aktivnosti, ki so potrebne za učinkovito izvajanje dobre proizvodne prakse (DPP) v notranjem nadzoru živilske dejavnosti.

V 25. členu omenjenega pravilnika so navedene zahteve glede ravnanja z odpadki, in sicer:

- ostanki živil in drugi odpadki se praviloma ne smejo zbirati v prostorih za proizvodnjo in promet z živilo, razen v količinah, ki sproti nastajajo in se jim ni možno izogniti;
- ostanke živil in druge odpadke je treba ločeno odlagati v zaprte posode, zabojnike oziroma drugo zaprto embalažo, ki mora biti primerno oblikovana, vzdrževana in jo je mogoče učinkovito očistiti in razkužiti;
- ostanki živil in drugi odpadki se morajo ustrezno hraniti in sprotno oziroma redno odstranjevati;
- prostori za zbiranje odpadkov morajo biti grajeni in vzdrževani tako, da omogočajo mokro čiščenje, da je preprečeno onesnaženje živil, pitne vode, opreme in prostorov ter da so zaščiteni pred dostopom škodljivcev;
- nevarne in neužitne snovi je potrebno ločeno zbirati in hraniti v označenih ločenih in zaprtih posodah. Enako velja tudi za zbiranje organskih odpadkov za živalsko prehrano, za katere se mora zagotoviti sprotno odvažanje.

Zaposleni so osebno odgovorni za izvajanje dela skladno z internimi navodili v obratu, tako za ravnanje z organskimi kuhinjskimi odpadki, kot z odpadnim jedilnim oljem.

REZULTATI RAZISKAVE

V letu 2004 je bila sprejeta zakonodaja, ki ureja področje ravnanja z organskimi kuhinjskimi odpadki in odpadnimi jedilnimi olji in mastmi, ki je postavila zakonodajni okvir in določila obveznosti lastnikom gostinskih obratov. Da bi dobili vpogled v trenutno prakso obvladovanja le-teh, smo pregledali obstoječo domačo in tujo literaturo na področju obvladovanja odpadkov in ugotovili, da ni zbranih podatkov o ravnanju gostincev z organskimi odpadki. Na Oddelku za sanitarno inženirstvo Visoke šole za zdravstvo, Univerze v Ljubljani smo zato izvedli manjšo raziskavo z naslovom "Ravnanje z organskimi odpadki in odpadnimi olji v prehranskih gostinskih obratih". Podatke smo, v obdobju od aprila do maja 2004, pridobili s pomočjo anonimnega anketnega vprašalnika, ki ga je izpolnilo 228 udeležencev raziskave, lastnikov obrata ali njihovih odgovornih oseb, zaposlenih v restavracijah, gostilnah, kavarnah, slaščičarnah, okrepčevalni-

cah, barih in obratih za pripravo in dostavo jedi v Sloveniji. Določili smo vzorec 20 obratov v regiji, z upoštevanjem regionalne delitve Slovenije.

Gostinski obrati v Sloveniji so relativno majhni, saj se v 43 % obratov, sodelujočih v raziskavi, pripravi dnevno med 20 in 100 obrokov, v 24,7 % pa med 100 in 200 obroki. Povprečne dnevne količine organskih odpadkov so nizke, do 25 litrov na dan pri skoraj dveh tretjinah vprašanih. Zanimivo je, da pa so mesečne količine odpadnega jedilnega olja različne (tabela 1). Največji delež vprašanih (26 %) ima mesečno nad 25 litrov odpadnega jedilnega olja, 20,1 % pa samo do 5 litrov na mesec.

Tabela 1:

Povprečne dnevne količine organskih odpadkov in povprečne mesečne količine odpadnih jedilnih olj, prikazane z deleži odgovorov vprašanih.

Povprečna dnevna količina organskih odpadkov		Povprečna mesečna količina odpadnega jedilnega olja	
V litrih na dan	Delež (%)	V litrih na mesec	Delež (%)
Do 25	65,5	Do 5	20,1
Od 25 do 50	24,3	Od 5 do 10	12,7
Od 50 do 120	8,0	Od 10 do 15	15,7
Več od 120	2,2	Od 15 do 20	14,2
		Od 20 do 25	10,8
		Nad 25	26,0

Pogodbo, sklenjeno z zbiralcem kuhinjskih odpadkov, ima 49,8 % anketiranih. Kar 28,3 % jih priznava, da odpadkov ne ločujejo, temveč jih odstranjujejo skupaj z ostalimi komunalnimi odpadki. Ostalim (21,1 %), kuhinjske odpadke odvaža kmet.

Povprašali smo tudi o načinu zbiranja trdnih in tekočih organskih odpadkov ter odpadnega jedilnega olja. V prostorih priprave in razdeljevanja hrane jih za zbiranje tekočih organskih odpadkov 41,5 % uporablja plastično vedro. Tretjina vprašanih pa navaja, da zbira tekoče organske odpadke v posodi, ki je last zbiralca odpadkov. Glede načina zbiranja trdnih organskih odpadkov so bili odgovori nekoliko drugačni. Kar 15,5 % vprašanih zbira trdne odpadke skupaj z ostalimi komunalnimi odpadki, približno tretjina pa v plastičnih vrečah nameščenih v posodah za odpadke. Odpadno jedilno olje več kot polovica anketiranih (58,3 %) zbira v posodi, ki je last zbiralca, 31,7 % pa odpadno olje med delom zbira v plastičnem vedru. Ni pa tudi zanemarljiv delež tistih (8 %), ki odpadno olje zbira skupaj s komunalnimi odpadki. Organske odpadke, iz prostorov za pripravo in razdeljevanje hrane, odstranjuje po delovnem času 71,1 % vprašanih. Sklepamo lahko, da upoštevajo priporočila dobre prakse ravnanja z odpadki, upoštevajoč možnost zavajajočih odgovorov.

Prostor za zbiranje organskih odpadkov je pri polovici vprašanih (49,8 %) v neposredni povezavi z objektom, druga polovica (48,9 %) pa ima za zbiranje poseben prostor, ki ni v povezavi z objektom. Več kot dve tretjini sodelujočih ima prostor za zbiranje organskih odpadkov urejen skladno z večino sanitarno-tehničnih in higienskih zahtev (tabela 2) kot so: urejena protiprašno obdelana tla, ki so nagnjena k odtoku, da je možno prostor učinkovito mokro čistiti; površine sten obdelane z vodo ne-

prepustnim materialom in vodovodnim priključkom; zračenje prostora; vhod v prostor opremljen z nadstreškom, z možnostjo neoviranega dostopa za poltovorno ali tovorno vozilo. Polovica ima prostor zavarovan z možnostjo zaklepanja in samo 17,7 % jih ima urejeno hlajenje prostora.

Tabela 2:

Urejenost prostora za zbiranje organskih odpadkov, prikazano z deleži odgovorov vprašanih.

	Delež pozitivnih odgovorov (%)	Delež negativnih odgovorov (%)
Utrjena, protiprašno obdelana tla	91,9	8,1
Tla nagnjena k odtoku	75,3	24,7
Stene obdelane z vodo neprepustnim materialom	69,7	30,3
Vodovodni priključek	68,5	31,5
Nadstrešek	74,3	25,7
Zavarovan, zaklenjen	52,0	48,0
Hlajen	17,7	82,3
Prezračevan	84,2	15,8
Ima možnost dostopa s polotovornim ali tovornim vozilom	79,6	20,4

ZAKLJUČEK

Pravilno ravnanje z odpadki v proizvodnji in prometu živil ima velik pomen za zagotavljanje varnosti živil. Zato je ustrezen in nadzorovan način ravnanja z odpadki eden izmed temeljnih dejavnikov dobre higienske prakse. Ravnanje z odpadki se uvršča med spremljajoče higienske programe, ki so sestavni del notranjega nadzora v živilskih obratih, o katerem je potrebno voditi dokumentacijo. V vsakem obratu mora biti določena odgovorna oseba, ki je odgovorna za vodenje evidenc o odpadkih. Ostanke živil in drugi odpadki se praviloma ne smejo zbirati v prostorih za proizvodnjo in promet z živil, razen v količinah, ki sproti nastajajo. Odstranjevanje odpadkov iz prostorov, kjer se izvaja obdelava živil, mora potekati sproti. Ostanke živil in druge odpadke se ločeno zbira v zaprtih posodah, ki morajo biti primerno oblikovane, vzdrževane in jih je mogoče učinkovito očistiti in razkužiti. Vsak obrat mora imeti poseben prostor za začasno shranjevanje posod z odpadki pred oddajo zbiralcu odpadkov.

V raziskavi je izpostavljena problematika obvladovanja organskih kuhinjskih odpadkov in odpadnih jedilnih olj v gostinskih obratih. Povprečne dnevne količine organskih odpadkov so nizke, do 25 litrov na dan pri skoraj dveh tretjinah vprašanih; 26 % vprašanih ima mesečno nad 25 litrov odpadnega jedilnega olja, 20,1 % pa samo do 5 litrov na mesec. Pogodbo z zbiralcem kuhinjskih odpadkov ima 49,8 % anketiranih; 28,3 % jih priznava, da odpadkov ne ločujejo, temveč jih odstranjujejo skupaj z ostalimi komunalnimi odpadki. Prostor za zbiranje organskih odpadkov je pri več kot dveh tretjinah vprašanih urejen skladno z večino sanitarno-tehničnimi in higienskimi zahtev. Rezultati raziskave kažejo na dokaj visoko zavest gostincev o pomenu obvladovanja organskih odpadkov in odpadnih jedilnih olj, ki sledi načelom dobrih praks. Še vedno pa je zaslediti odstopanja glede načina odstranjevanja organskih odpadkov in odpadnih jedilnih olj iz obrata in nenamenske uporabe posod za zbiranje le-teh, ki sproti nastajajo v prostorih priprave in razdeljevanja hrane.

Rezultati raziskave kažejo na dokaj visoko zavest gostincev o pomenu obvladovanja organskih odpadkov in odpadnih jedilnih olj, ki sledi načelom dobrih praks.

Poudariti pa je potrebno, da je bila raziskava izvedena v letu 2004, kmalu po sprejetju zakonodaje, ki je uredila obravnavano področje. Predvidevamo, da je stanje na tem področju že bolj urejeno. Vseeno pa glede na ugotovljeno stanje predlagamo usmeritve povzročiteljem kuhinjskih odpadkov in odpadnih jedilnih olj, v smislu izdelave priporočil dobre prakse. Ker so zaposleni pri delu z živili najpomembnejši člen v zagotavljanju varnosti živil, je potrebno za njih pripraviti izobraževanja in usposabljanja skladno z vrsto in obsegom dela. Nosilec živilske dejavnosti naj pripravi letni plan izobraževanja, v katerem določi obseg in vsebine potrebnih znanj, glede na zahteve posameznih delovnih mest.

Ostala priporočila naj vključujejo:

- obvezna ravnanja z organskimi kuhinjskimi odpadki, ki nastajajo v gospodinjstvih in v kuhinjah ter pri razdeljevanju hrane v industriji, obrti in storitvenih dejavnostih;
- načela dobre higienske prakse;
- zahteve za gradbeno-tehnično in higiensko primerno urejeno zbirno mesto za odpadke;
- notranji nadzor nad obvladovanjem škodljivcev in urejeno pogodbeno sodelovanje z izvajalci dezinfekcije, dezinsekcije, deratizacije (DDD);
- način izvajanja celovitega notranjega nadzora v procesu priprave živil.

Pri izvajanju notranjega nadzora na področju ravnanja z organskimi kuhinjskimi odpadki je potrebno posebno pozornost nameniti:

- osebju glede spoštovanja navodil in pravilnosti izvajanja postopkov z odpadki;
- beleženju in shranjevanju zapisov o evidencah odvoza odpadkov in odpadnega olja,
- vodenju dokumentacije (pogodbe z zunanjimi izvajalci, evidence, načrti, ipd.) in
- zaščiti pred glodalci in mrčesom ter nadzoru.

Aktualnost problematike nakazuje potrebo po ponovitvi in razširitvi raziskave na področju obvladovanja organskih kuhinjskih odpadkov in odpadnih olj v gostinskih obratih.

LITERATURA

- [1] Pravilnik o higieni živil. Ur. l. RS, št. 60/02, 104/03, 11/04, 51/04.
- [2] Council Directive 1999/31/EC of 26 April 1999 on the landfill of waste. Official Journal L 182, 16.07.1999, p. 01-19.
- [3] Zakon o varstvu okolja. Ur. l. RS, št. 41/04, 17/06, 28/06, 49/06, 66/06, 112/06.
- [4] Pravilnik o ravnanju z odpadki. Ur. l. RS, št. 84/98, 45/00, 20/01, 13/03, 41/04.
- [5] Pravilnik o ravnanju z organskimi kuhinjskimi odpadki. Ur. l. RS, št. 37/04.
- [6] Pravilnik o ravnanju z odpadnimi jedilnimi olji in mastmi. Ur. l. RS, št. 42/04.
- [7] Zakon o zdravstveni ustreznosti živil in izdelkov ter snovi, ki prihajajo v stik z živili. Ur. l. RS, št. 52/00, 42/02, 47/04.

Poudariti pa je potrebno, da je bila raziskava izvedena v letu 2004, kmalu po sprejetju zakonodaje, ki je uredila obravnavano področje. Predvidevamo, da je stanje na tem področju že bolj urejeno.

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

Scope

Sanitarno Inženirstvo International Journal of Sanitary Engineering Research presents broad interdisciplinary information on the practice and status of research in environmental, food and occupational hygiene, the environmental engineering science, systems engineering, and sanitation. Papers focus on design, development of health engineering methods, management, governmental policies, and societal impacts of drink water, wastewater collection and treatment; the fate and transport of contaminants on watersheds, in surface waters, in groundwater, in the soil, and in the atmosphere; environmental biology, microbiology, chemistry, fluid mechanics, and physical processes that control natural concentrations and dispersion of wastes in the air, water, and soil; non-point source pollution on watersheds, in streams, in groundwater, in lakes, and in estuaries and coastal areas; treatment, management, and control of hazardous wastes; control and monitoring of air pollution and acid deposition; air-shed management; and design and management of solid waste professional obligations facilities; food technology, management of food quality and food safety. A balanced contribution from consultants, sanitary engineers, and researchers is sought on engineering solutions, and responsibilities.

Submission of Articles

All manuscript for Sanitarno Inženirstvo International Journal of Sanitary Engineering Research should be submitted to:

Inštitut za sanitarno inženirstvo
Institute of Occupational, Food and Environmental Hygiene
Zaloška cesta 155
SI - 1000 Ljubljana
Slovenia
E-mail: info@institut-isi.si.

Your article will be submitted to the review process. All correspondence, including notification of the Editor's decision and request for revision, takes place by e-mail.

Submission of a paper implies that it has not been published previously, that it is not under consideration for publication elsewhere, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, without the written permission of the publisher. Authors are solely responsible for the factual accuracy of their papers.

Types of Contributions

Original research articles: Research articles of 6,000-10,000 words (10 – 18 manuscript pages) in length, with tables, illustrations and references, in which hypotheses are tested and results. Research articles report on significant and innovative achievements, approaches and should exhibit a high level of originality.

Technical articles: Technical articles at least of 6,000 words (to 12 manuscript pages) in length, with tables, illustrations and references. Technical articles should re-

port on significant and innovative achievements of an already described innovation, experiences, state of the art technologies and know-how that are not based on new experiments and research.

Governmental initiatives: Reports on new or existing policies, governmental initiatives and programmes, have up to 2,000 words.

Educational Initiatives: Reports on research activities, education and training and new courses/approaches at academic institutions, training centres, initiatives of transferring knowledge, e-learning etc. The report should have 1.000 - 3.000 words (2 - 3 manuscript pages).

Conference reports: Reports on domestic and international conferences in particular interest to the readers of the *Sanitarno Inženirstvo International Journal of Sanitary Engineering Research*. The length of the article should reach up to 2.000 words.

Book reviews, Software reviews: Reviews on new books and software relevant to the scope of the *Journal of Sanitary Engineering*, of approximately 500 – 1,000 words.

Calendar of Events: Forthcoming meetings, workshops and conferences of relevance to scope of the *Sanitarno Inženirstvo International Journal of Sanitary Engineering Research*. The note should provide information on the date, title and venue, contact addresses for further contacts and the web page information if available.

Manuscript preparation

Cover letter: Cover letter should contain:

1. Title of the paper (without any abbreviations).
2. Full name(s) of the author(s).
3. Affiliation and addresses of the author(s).
4. Mailing address of the corresponding author (address, phone and fax number, e-mail).
5. A statement that the article is original, the manuscript or any part of it (except abstract) has not been sent to any other publisher or it is not in consideration for publication anywhere in any language.
6. A statement, that all authors read the article and agree with the content.
7. Written permission of the publisher for the use of tables, figures and any other part of the material in original form used in the article.
8. A statement of the ethical principals used during the experiments with animals (if any).

A copy of the cover letter must be signed by the corresponding author and sent to the editor by regular mail.

General: Manuscript must be prepared with Word for Windows, double-spaced with wide margin 25 mm. 12 pt Times New Roman font is recommended. Correct spelling and grammar are the sole responsibility of the author(s). Articles should be written in a concise and succinct manner. Research papers should have the following structure: 1. Title, 2. Authors and affiliations, 3. Abstract (max. 200 words), 4. Keywords (max. 6 words),

5. Introduction, 6. Methods, 7. Results and discussion, 8. Acknowledgements (if any), 10. References, 11. Viat, 12. Figure captions and 13. Tables.

Technical and reviews articles should have a similar structure, abstracts should not exceed 150 words. All articles should be in English except news, reviews and reports what can be in Slovenian, Croatian or Serbian. Chapters should be arranged according to the standards ISO 2145 and ISO 690. Abbreviations must be explained at the first mention in the text.

First page of the article should contain the title of the article (max. 10 words), author(s)' name(s), institution and address. The corresponding author should be identified with an asterisk and footnote (the text in the footnote: to whom all correspondence should be addressed and added tel. and fax numbers, and e-mail). Second page should contain the abstract and keywords. An abstract of approximately 100 words should have the following structure: aims, scope and conclusions of the article.

Symbols and Units: Authors should follow the ISO 31 and IUPAC recommendations. Please, note that all symbols should be written in italic; superscript and subscript are written normal.

Tables, figures and illustrations: Tables, figures and illustrations should be numbered consecutively and given a suitable caption, and each table, figure, and illustration should be given on a separate page and file. No vertical rules for tables should be used. Images should be of sufficient quality for the printed version (300 dpi minimum). Figures should be at good enough resolution (in EPS, JPEG, or TIFF format) to be assessed by the referees.

References: References should be numbered, and ordered sequentially as they appear in the text, methods, tables, figure captions. When numbered in the text, reference numbers should be in brackets, following the punctuation marks. If the cited reference has more than 3 authors, add the mark et al after the third author. References should be given in the following form:

- [1] Bhatt Siddharta M. Energy audit case studies II - Air conditioning (cooling) systems. *Appl Th Eng*. 2000; 20: 297-307.
- [2] American college of physicians. *Clinical Ecology*. *An Int Med* 1989; 111:168-78.
- [3] Vivian VL, ed. Child abuse and neglect: a medical community response. *Proceedings of the first AMA national conference on child abuse and neglect*. 1984 Mar 30-31; Chicago. Chicago: American Medical Assotiation, 1985.
- [4] Mansfield LW. How the nurse learns which imbalance is present. V: Moidel HC, Sorensen GE, Giblin EC, Kaufman MA, eds. *Nursing care of the patient with medical-surgical disorders*. New York: Mc Grow-Hill, 1971: 153-60.
- [5] Evaluation of the European Agency for Safety and Health at Work: http://osha.europa.eu/publications/other/20010315/index_1.htm (20. 12. 2006).

Letna naročnina za člane zbornice je vključena v članarino.
Za nečlane in pravne osebe znaša letna naročnina 140 €,
za tujino 160 € vključno s poštnino.

Annual subscription: 160 € including postage.

Na podlagi Zakona o davku na dodano vrednost sodi revija
Sanitarno inženirstvo /
International journal of sanitary engineering research
med proizvode, od katerih se obračunava
DDV po stopnji 8,5%.

Sanitarno Inženirstvo /
International Journal of Sanitary Engineering Research
izhaja dvakrat letno v 800 izvodih.

**Sanitarno Inženirstvo / International Journal of Sanitary Engineering
Research appears two times a year in 800 copies.**

Revija sofinacira / Supported by:
Vlada Republike Slovenije
Ministrstvo za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo