

prilagojenih. Posledično prihaja do čistke slabotnih, bolnih in poškodovanih osebkov. Ti porabljajo vire zdravim in močnim sovrsnikom in zmanjšujejo vitalnost populacije. Po drugi strani pa tudi visoka raznovrstnost v genomu herpesvirusov ne pomeni nič slabega, prej obratno. Antropocentrični pogled in čustvena navezanost na smrt osebkov, ki sta nam zaradi simpatičnega videza ali drugih lastnosti všeč, nam preprečujeta objektivni pogled na naravo in njene zakonitosti.

Literatura:

Žlabravec, Z., Slavec, B., Vrezec, A., Kuhar, U., Zorman Rejs, O., Golob, Z., Račnik, J., 2022: *Detection of Herpesviruses in Wild birds Casualties in Slovenia*. *Frontiers in Veterinary Science*, 9.

Žlabravec, Z., Krapež, U., Slavec, B., Vrezec, A., Zorman Rejs, O., Račnik, J., 2018: *Detection and Phylogenetic Analysis of Herpesviruses Detected in Wild Owls in Slovenia*. *Avian diseases*, 62.

Žlabravec, Z., Trilar, T., Slavec, B., Krapež, U., Vrezec, A., Zorman Rejs, O., Račnik, J., 2021: *Detection of herpesviruses in passerine birds captured during autumn migration in Slovenia*. *Wildlife diseases*, 57.

Kuhn, J. K., 2021: *Virus Taxonomy*. *Encyclopedia of Virology*, 28–37.

Anand, C., 2021: *Jemanje žrelnih (faringealnih brisov)*. *Boston Herald* [online]. Mar. 2022 [Citirano dne: 22.3.2023, 17:30] dostopno na spletnem naslovu: <https://www.bostonherald.com/2022/03/13/keeping-an-eye-on-bird-flu-outbreak/>

Žlabravec, Z., Slavec, B., Vrezec, A., Kuhar, U., Zorman Rejs, O., Golob, Z., Račnik, J., 2022: *Detection of Herpesviruses in Wild birds Casualties in Slovenia*. *Frontiers in Veterinary Science*, 9.

Plastika in trajnostni razvoj znanosti

Mirjana Liović

Količina potrošne plastike, ki jo vsak dan porabimo v znanstvenoraziskovalnem laboratoriju, je velika. V naših raziskavah, ki temeljijo predvsem na celični in molekularni biologiji, smo pri delu s celičnimi kulturami v zadnjih dvajsetih letih prešli z uporabe steklenih seroloških pipet na vsesplošno uporabo različne sterilne potrošne plastike za enkratno uporabo. Grobi izračuni kažejo, da le en laboratorij za delo s celičnimi kulturami, v katerem vsakodnevno po več ur delajo vsaj štirje raziskovalci, lahko na letni ravni »proizvede« tudi do petsto kilogramov odpadne plastike. Glede na to, da gre za trdne odpadke, ki so bili v stiku z biološkim materialom, se njihova pot zaključí s sežigom.

Evropska komisija je leta 2018 objavila Evropsko strategijo za plastiko v krožnem gospodarstvu. Ta zavezuje, da se zmanjša količina plastičnih odpadkov in zagotovi, da bo bodoče plastične proizvode mogoče reciklirati. Poleg tega direktiva o plastiki za enkratno uporabo iz leta 2019 omejuje vstop na trg Evropske unije nekaterim plastičnim proizvodom za enkratno uporabo in zahteva zmanjšanje potrošnje številnih drugih proizvodov. Plastični izdelki za enkratno uporabo predstavljajo sedemdeset odstotkov vseh

odpadkov v Evropski uniji, številni končajo v vodotokih in oceanih. Na svetovni ravni se vsako leto ustvari okoli 380 milijonov ton plastičnih odpadkov. Od tega šest milijonov ton plastičnih odpadkov izvira iz znanstvenoraziskovalne dejavnosti. To pomeni, da desetinka (0,1) odstotka prebivalcev našega planeta ustvari skoraj dva odstotka vseh plastičnih odpadkov.

Večina laboratorijske plastike se kljub naraščajočemu se zmanjševanju uporabe plastičnih izdelkov, še posebej ko gre za izdelke



Potrošna plastika v sodobnem laboratoriju za delo s celičnimi kulturami. Zaradi narave dela le posamezno pakirani plastični izdelki zagotavljajo potrebno čistost in sterilnost pri delu. Težava pa je, da se s tem ustvarja velika količina odpadne plastike, od ovitkov do seroloških pipet, tubic ter plastičnih steklenič in plošč.

za enkratno uporabo, še vedno pridobiva iz fosilnih goriv. Najpogosteje laboratorijsko plastiko izdelujejo iz polistirena (PS), polietilena (PE), polikarbonata (PC) in polipropilena (PP). Ker takšen odpad uničujejo s sežigom, se pri tem v okolje sprošča veliko strupenih plinov.

Polistiren je eden od najbolj pogosto uporabljenih vrst plastike v znanstvenih laboratorijih. Običajno ga uporabljajo za laboratorijsko potrošno plastiko za enkratno uporabo, kot so pipete, petrijevke, stekleničke, mikroplošče za celične kulture in podobno. Polistiren je prozoren, ima dobre kemične lastnosti, vendar je krhek.

Polietilen se v raziskovalnih laboratorijih najde v različnih izdelkih, najbolj pogosto pa v rokavicah za enkratno uporabo. Poznamo polietilen visoke (HDPE) in nizke gostote (LDPE). Razlikujeta se po svojih fizikalnih lastnostih in sta primerna za različne namene.

Polikarbonat je prozoren in zelo odporen. Uporabljajo ga v različne namene, še pose-

bej, ko sta potrebni visoka trdnost in optična čistost (zaščitna očala, potrošna plastika za celični laboratorij, deli za mikroskope). Polipropilen je znan po visoki toplotni odpornosti in kemični inertnosti. Najdemo ga v izdelkih, ki zahtevajo visoko kemično odpornost in/ali se lahko avtoklavirajo (avoklav je neprodušno zaprta posoda za segrevanje snovi pod zvišanim tlakom in pri zvišani temperaturi). V takšne izdelke se uvrščajo konice za mikropipete, centrifugirke in različne posode za shranjevanje.

To so le nekatere izmed številnih vrst plastike, ki se uporabljajo v znanstvenem okolju. Izbira plastike je odvisna od namena uporabe in potrebe po prosojnosti, kemični odpornosti in prožnosti. V zadnjih letih narašča zanimanje za zmanjšanje vpliva na okolje, zato so se pojavile različne alternativne snovi iz obnovljivih virov. Žal se stroški proizvodnje polietilena/polistirena/polikarbonata in plastike iz biorazgradljivih polimerov zelo razlikujejo, saj so ti veliko višji pri alternativnih snoveh iz bioplastike.

Bioplastika

Plastični izdelki iz biorazgradljivih polimerov, kot sta polilaktična oziroma polimlečna kislina (PLA) ali polihidroksialkanoat (PHA), imajo kljub visoki ceni izdelave prednost zaradi svoje biološke razgradljivosti. Polimlečna kislina je izdelana iz trajnostnega sladkornega trsa, pese ali koruze. Pridobivajo jo s fermentacijo sladkorja in kondenzacijo tako nastale mlečne kisline. Kljub temu razgradnja polimlečne kisline trenutno še vedno zahteva posebne razmere in je biološko razgradljiva samo pri industrijskem kompostiranju. Njena razgradnja v zemlji ali domačem kompostu je zanemarljiva. Vsekakor je pomembno, da med sežigom izdelkov iz polimlečne kisline ne pride do oddajanja strupenih hlapov kot pri klasičnih plastičnih proizvodih iz fosilnih goriv. Steklenice za prehrabeno industrijo, industrijo zdravil in kozmetično industrijo že izdelujejo iz polimlečne kisline.

Kristalizirana polimlečna kislina (CPLA) je različica polimlečne kisline. Kristalizacija zagotavlja močnejšo strukturo tovrstne bioplastike, zato kristalizirano polimlečno kislino uporabljajo pri izdelkih, kjer so potrebne višje temperature ali nižja prožnost: na primer pri kavnih skodelicah, jedilnem priboru in posodi. Kot polimlečna kislina tudi kristalizirana mlečna kislina zahteva industrijske razmere kompostiranja.

Polihidroksialkanoat je biološko razgradljiv poliestar, proizveden z bakterijsko fermentacijo rastlinskih sladkorjev in olj. Po svojih značilnostih je podoben celulozi in škrobu in je popolnoma biorazgradljiv. Obstaja devet vrst polihidroksialkanoata, ki se razlikujejo po dolžini polimernih verig. Plastični izdelki, ki so izdelani iz polihidroksialkanoata, imajo različne lastnosti (visoko ali nizko odpornost, elastičnost). Uporabljajo jih v gradbeništvu, prehrabeni industriji in medicini. Petinosemdeset odstotkov plastičnih izdelkov iz polihidroksialkanoata se razgradi v le sedmih tednih in pri tem ne oddaja mikroplastike. Bakterije in glive v okolju ga

razgradijo v ogljikov dioksid, vodo in biomaso. Polihidroksialkanoat je primeren tudi za kompostiranje v domačem okolju, kar je velika prednost.

V zadnjem času razvijajo tudi različne vrste plastike iz morskih alg, pridobljenih s trajnostno akvakulturo. Bioplastika iz morskih alg vsebuje polisaharide alginat, agar in karagenan. Alginat že uporabljajo pri izdelavi kozmetičnih proizvodov in oblog za rane ter v različne druge namene, medtem ko agar uporabljajo v farmacevtski in prehrabeni industriji, karagenan pa je znan prehranski aditiv (E407). Vsi trije imajo visoko sposobnost želiranja, kar je primerno predvsem za izdelavo biofilmov. Vsi trije so zato najbolj primerni za izdelavo biorazgradljivih kozmetičnih vrečk in živilsko embalažo. Tovrstna industrija je v tem trenutku še vedno v povoju.

Opisane različice bioplastike ponujajo nove vire za proizvodnjo laboratorijske potrošne plastike. Njihov namen je zmanjšanje ogljičnega odtisa in negativnega vpliva na okolje, vendar je v tem trenutku, poleg visoke cene izdelave tovrstnih plastičnih izdelkov, poseben izziv združljivost teh plastičnih proizvodov s strogimi znanstvenimi zahtevami glede sterilnosti in učinkovitosti. Medtem ko je možno zamenjati izdelke za enkratno uporabo v prehrabeni industriji, je to bistveno težje narediti v znanstveni dejavnosti. Da bi zmanjšali količine odpadne laboratorijske plastike, so v tem trenutku najbolj učinkoviti trije pristopi: 1) zmanjševanje količine uporabljenih plastike, 2) ponovna uporaba in 3) recikliranje.

1) Zmanjševanje količine uporabljenih plastike se nanaša na zamenjavo plastičnih laboratorijskih izdelkov s steklenimi, kjer je to mogoče. Plastične serološke pipete je mogoče zamenjati s steklenimi, plastične petrijevke s steklenimi in podobno. Žal je strošek zagotavljanja čistosti in sterilnosti steklenih laboratorijskih posod in pripomočkov zelo visok, saj zahteva učinkovito pranje in sterilizacijo pred ponovno uporabo. Količino

uporabljene plastike je mogoče zmanjšati tudi z nakupom večje količine posameznih izdelkov v enotni embalaži.

2) Embalažo lahko ponovno uporabimo, izdelke za enkratno uporabo bi lahko prali in sterilizirali (na primer plastične serološke pipete in konice za mikropipete bi načeloma lahko uporabili več desetkrat), plastične izdelke pa bi lahko uporabljali v drugačne namene.

3) Recikliranje pomeni uporabo potrošne plastike od proizvajalcev, ki reciklirajo plastične proizvode. Da bi potrošno plastiko lahko reciklirali, jo moramo najprej dekontaminirati, postopkov pa je še več.

Pobuda My Green Lab (<https://www.mygre->

enlab.org) je nepridobitna organizacija, ki si prizadeva za trajnost znanstvenih raziskav. Namen je združiti znanstvenike, proizvajalce, oblikovalce, ponudnike energije in druge akterje pri doseganju najvišjih standardov trajnostnega razvoja in odgovornosti do družbe in okolja. V tem desetletju je pomemben cilj trajnostni razvoj znanosti. K temu bi prispevali »zeleni« laboratoriji. Z njimi bi zmanjšali vpliv na okolje in vzpostavili pregledne dobavne verige. Zato poleg porabe potrošne laboratorijske plastike spodbujajo tudi dobro prakso pri uporabi laboratorijskih skrinj, ki lahko vzdržujejo zelo nizko temperaturo (tudi do -150 stopinj Celzija). Ta je potrebna za shranjevanje



bioloških vzorcev, pri tem pa žal porabijo veliko električne energije.

Trajnostni razvoj pomeni zadovoljevanje potreb sedanje družbe brez ogrožanja možnosti prihodnjih generacij, da zadovoljijo svoje potrebe. To se predvsem nanaša na spodbujanje trajnostnega upravljanja z naravnimi viri in je neposredno povezano s pravično gospodarsko rastjo in izkoreninjanjem revščine. K temu lahko prispevamo vsi, tako v vsakdanjem življenju kot pri delu. Posebej pomembno je, da se vsak posameznik zaveda svoje vloge in razume, kako izbira ponudnikov in izdelkov lahko prispeva k trajnostnemu razvoju in zmanjševanju našega vpliva na okolje. Podobno velja tudi za

nas znanstvenike, ki z izbiro izdelkov in načinom izvajanja določenih postopkov lahko pomembno prispevamo k trajnostnemu razvoju znanosti.



Mirjana Liović je višja znanstvena sodelavka in vodja raziskovalne skupine Medicinskega centra za molekularno biologijo (MCMB) na Inštitutu za biokemijo in molekularno genetiko na Medicinski fakulteti Univerze v Ljubljani. S svojim znanjem in raziskovalnimi izkušnjami na mednarodni ravni je do sedaj raziskovala na Oddelku za dermatologijo Splošne bolnice v Cardiffu na Univerzi v Walesu v Združenem kraljestvu Velike Britanije in Severne Irske, na Oddelku za dermatologijo na Univerzi v New Yorku v Združenih državah Amerike, v Šoli za vede o življenju na Univerzi v Dundeeju na Škotskem in na Oddelku za umetno oploditev na Kraljevem kolidžu v Londonu. Njeno raziskovalno področje zajema delovanje citoskeleta in zunajceličnega matriksa pri razvoju bolezni epiteljskih tkiv, predvsem kože, ter delovanje in tehnologija induciranih pluripotentnih matičnih celic, ne le kot model za preučevanje mehanizmov bolezni in testiranje spojin za razvoj novih pristopov za zdravljenje, temveč tudi kot podlaga za razvoj avtomatiziranih in alogeničnih celičnih terapij.



V sodobnem znanstvenoraziskovalnem laboratoriju vzorce in kemikalije shranjujejo v hladilnikih in skrinjah. Pobuda My Green Lab spodbuja k zviševanju temperature shranjevanja za vsaj 1 ali 2 stopinji Celzija, kar bi lahko pomembno prispevalo k znižanju letne porabe električne energije posamezne ustanove.