

**Mladi za napredek Maribora 2013**

**30. srečanje**

# **Škrobova plastika iz šolskega laboratorija**

PODROČJE: Varstvo okolja

raziskovalna naloga

Šolski laboratorij  
Šolski laboratorij  
Šolski laboratorij

**Datum: 5. 2. 2013**

## Kazalo vsebine

Povzetek .....	3
Uvod .....	4
1. Zgradba plastike .....	5
1.1 Polimeri .....	5
1.1.1 Naravni polimeri .....	5
1.1.2 Umetni ali sintetični polimeri .....	5
2. Biorazgradljiva plastika v vsakdanjem življenju.....	6
3. Eksperimentalno delo.....	8
3.1 Izdelava termoplastičnega škroba .....	8
3.2 Izdelava mlečne plastike.....	9
3.3 Lastnosti plastičnih vzorcev.....	9
3.3.1 Topnost plastičnih vzorcev .....	9
3.3.2. Sežigalni test.....	9
3.3.3. Gostota .....	9
3.3.4 Natezne lastnosti .....	9
3.3.5 Razgradnja .....	9
3.3.6 Reciklaža .....	10
3.3.6 Razlaga rezultatov .....	10
Zaključek z ugotovitvami .....	12
Viri in Literatura.....	13

### Kazalo slik:

Slika 1 Življenjski cikel bioplastike .....	
Slika 2 Razgradnja bioplastike .....	
Slika 3 Razkrojena škrobova plastika	Slika 4 Razkrojena mlečna plastika .....
Slika 5 Igralne kocke iz mlečne »plastike«.....	10
Slika 6 Nož z ročajem iz škrobove plastike .....	11

### Kazalo tabel

Tabela 1 Znaki za biorazgradljivo plastiko in njihov pomen.....	7
Tabela 2 Rezultati eksperimentalnega dela .....	10

## Povzetek

Plastika je zelo uporaben material, zato se njena proizvodnja nenehno večja. Problem pa predstavljajo odpadki, ki se v naravi težko razgradijo. Proučeval sem, katere plastične mase so okolju prijazne in za kaj bi se lahko uporabljale.

V šolskem laboratoriju sem izdelal polimer iz škroba in ugotavljal ali je primeren za izdelavo nosilnih vrečk. Njegove lastnosti, kot so topnost v različnih topilih, razgradnja v zemlji, reciklaža in elastičnost, sem primerjal s plastikami iz katerih so industrijsko narejene vrečke. Škrobova plastika, ki sem jo izdelal nima tako uporabnih lastnosti za nosilno vrečko, je pa bolj razgradljiva v naravi, zato sem predlagal nekaj možnosti za njeno uporabo.

## Uvod

V sodobnem svetu si življenja brez plastike ne moremo predstavljati. Uporabljamo jo kot material za najrazličnejše izdelke - od nakupovalnih vrečk, embalaže, gradbenega materiala, do avtomobilskih karoserij. Za različne namene pa mora imeti plastika različne lastnosti. Ena izmed glavnih slabosti plastike je zelo dolga biološka razgradljivost, druga pa težko recikliranje. Proizvodnja in uporaba plastike nenehno narašča, s tem pa tudi količina odpadkov, ki predstavljajo veliko breme za okolje, zato je potrebno razmišljati o polimerih, ki bi bili čim bolj prijazni okolju.

V raziskovalni nalogi sem si zastavil vprašanje ali se da v šolskem laboratoriju izdelati biorazgradljiv polimer in kakšna bi bila njegova najboljša uporaba. Prav tako me je zanimalo ali bi imel dovolj trdnosti za nosilno vrečko.

Ker je škrob naravni polimer, sem se odločil narediti plastično maso iz škroba za katero sem predvideval biorazgradljivost. Sklenil sem proučiti lastnosti take mase in jo primerjati z materiali iz katerih so izdelane nosilne vrečke.

# 1. Zgradba plastike

Plastika ali plastične mase so material, pripravljen za uporabo, ki ima značilno mehansko lastnost – plastičnost. To pomeni, da se ob delovanju sile upogne in ne zlomi. Plastične mase so trpežne, kemijsko odporne in poceni, zato iz njih izdelujejo številne predmete za vsakdanjo rabo. Nadomestili so tradicionalne materiale, kot so les, steklo, kovine, usnje, kamen. Glede na uporabo so plastične mase zgrajene iz različnih polimerov: polietentereftalat (PET) za izdelavo plasten, polieten visoke gostote (PE – HD) za nosilne vrečke, polivinilklorid (PVC) za okenske okvirje, vodovodne cevi, polistiren (PS) za lončke itd. (Nataša Bukovec, 2005)

## 1.1 Polimeri

Polimeri so spojine z visokimi molskimi masami, zgrajene iz medsebojno povezanih, ponavljajočih se gradnikov (monomerov). Lastnosti polimerov so odvisne od zgradbe.

Polimere delimo na naravne in umetne ali sintetične.

### 1.1.1 Naravni polimeri

K naravnim polimerom prištevamo polisaharide (amiloza in amilopektin v škrobu, celuloza, glikogen, hitin), polipeptide in beljakovine (svila, volna, dlaka, pajkova mreža), pa tudi druge polimere (kavčuk, DNK).

### 1.1.2 Umetni ali sintetični polimeri

Umetni ali sintetični polimeri nastanejo z adicijsko ali kondenzacijsko polimerizacijo. Pri adicijski polimerizaciji se združujejo majhni nenasičeni monomeri v večje makromolekule. Sem spadajo polietentereftalat (PET), polieten (PE), polivinil klorid (PVC), polipropen (PP), polistiren (PS). Pri kondenzacijski polimerizaciji pa se združujejo majhni nasičeni monomeri, pri tem pa se odcepi manjša molekula. Primer je poliamid (PA) ali poliester (PE).

(Andrej Smrdu, 2008)

## 2. Biorazgradljiva plastika v vsakdanjem življenju

Bioplastiko definiramo kot biorazgradljivo in/ali plastiko iz obnovljivih virov. Biorazgradljiva plastika je tista pri kateri pride do procesa degradacije polimernega materiala pod vplivom živih dejavnikov. Mikroorganizmi polimer namreč prepoznajo kot hrano. Produkti razgradnje so voda, ogljikov dioksid in biomasa. Skupna značilnost teh snovi je ta, da niso strupene.

Plastika lahko poleg polimera vsebuje še druge materiale oz. dodatke, ki skupaj določajo končne lastnosti izdelka, kot so biorazgradnja, za katero je zelo pomembno, da so vse dodane komponente biorazgradljive. Zmotno je mišljenje, da dodatek biorazgradljivega polimera, ne biorazgradljivi snovi, naredi zmes biorazgradljivo. Snovi, ki jih dodajamo polimerom so lahko dodatki za stabilizacijo, lubrikanti, pigmenti, različna polnila in drugo. Zmesi osnovnega polimera oz. plastike ter polnila, ki izboljša kemijske ali mehanske lastnosti materiala ali ga poceni pravimo kompozit. V biokompozitih najbolj pogosto najdemo razna naravna vlakna (npr. konoplje) ali polnila kot je lesna moka. (Andrej Križaj, 2012)

Plastike, ki ni biorazgradljiva, pa ima kot glavno sestavino polimere, kemosintetske polimere, ki jih navadno pridobivamo iz nafte. Takšni polimeri predstavljajo v naravi tujek, traja lahko tudi 450 let preden pride do razgradnje. Danes komercialne biorazgradljive plastike na trgu ponuja vedno več proizvajalcev. (Maša Šprajcar, Petra Horvat, Andrej Kržan, 2012)

*»Leta 2010 je bilo izdelane 265 milijonov ton navadne plastike in le en procent oziroma 724500 ton bioplastike. Obseg proizvodnje biorazgradljivih materialov in izdelkov je manjši in s tem tudi dražji. Biorazgradljivi materiali počasi ustvarjajo manjša tržišča, ki pa še niso konkurenčna velikim, na katerih dominirajo umetne plastike. V takem primeru ima potrošnik veliko moč, saj tržišča temeljijo na principu ponudbe in povpraševanja. Če bo povpraševanje po izdelkih iz bioplastike narastlo, se bo povečala tudi proizvodnja, kar povzroči znižanje cen. Zato je pomembno okoljevarstveno izobraziti ljudi in jih opomniti, da bodo na zemlji za njimi bivali še drugi ljudje, ki bodo prav tako potrebovali pitno vodo, čist zrak in neonesnaženo zemljo.«* (Maša Šprajcar, Petra Horvat, Andrej Kržan, 2012, 24)

Kako sploh prepoznati biorazgradljive izdelke, saj se na videz od drugih ne razlikujejo tako zelo? Sami napisi 100% razgradljiv, okolju prijazen, ki niso podprti z certifikacijskim znakom, ne zagotavljajo, da so izdelki dokazano razgradljivi.

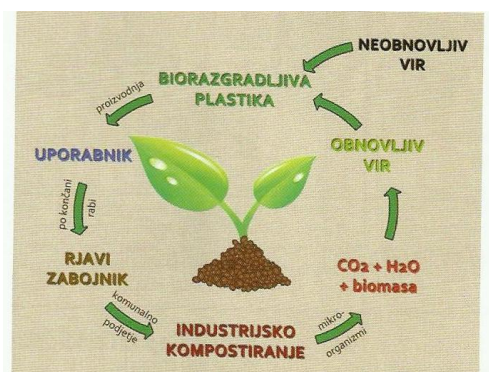
V Evropi se trenutno uporabljajo naslednji znaki, ki zagotavljajo biorazgradljivost.

		<p>V Evropi so dobro poznani certifikacijski znaki organizacije Vincotte (<a href="http://www.okcompost.be/en/home">www.okcompost.be/en/home</a>).</p>	
<p>Znak organizacije European Bioplastics, zagotavlja, da je izdelek biorazgradljiv v razmerah, ki jih omogoča industrijsko kompostiranje (poteka pri temperaturi več kot 600 C).</p>	<p>Znak najdemo na biorazgradljivih plastičnih izdelkih v Italiji.</p>	 <p>Ta znak pove, da je izdelek biorazgradljiv v razmerah, ki jih omogoča industrijsko kompostiranje (poteka pri temperaturi več kot 600 C).</p>	 <p>Ta znak nam pove, da se bo izdelek s časoma razgradil tudi na domačem kompostu.</p>

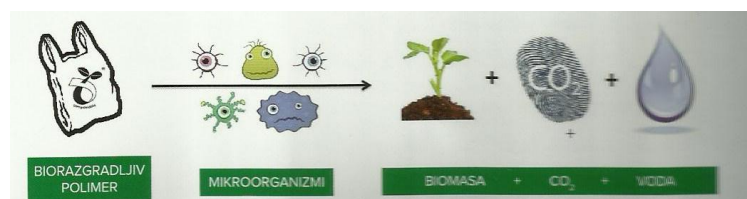
Tabela 1 Znaki za biorazgradljivo plastiko in njihov pomen

Mnogi potrošniki so zaskrbljeni, da je biorazgradljiva vrečka slabše kakovosti kakor navadna, vendar ob pravilni izdelavi temu ni tako, saj pride do razkroja šele čez čas, ob pravilnimi pogoji.

Zgoraj smo opazili, da nekateri znaki pomenijo, da je izdelek biorazgradljiv samo v razmerah, ki jih omogoča industrijsko kompostiranje. Takšnih izdelkov definitivno ne smemo odlagati v naravo, saj tam raja razgradnja bistveno dlje. Odložiti ga moramo v rjavi zabojnik med organske odpadke. (Maša Šprajcar, Petra Horvat, Andrej Kržan, 2012)



Slika 1 Življenjski cikel bioplastike (Šprajcar, idr. 2012)



Slika 2 Razgradnja bioplastike (Šprajcar, idr. 2012)

### 3. Eksperimentalno delo

Trenutno najbolj razširjen material za proizvodnjo biorazgradljive plastike je termoplastični škrob. Ta je narejen iz škroba, vode, glicerola in oetne kisline. Pripravil sem si 3 različne vzorce termoplastičnega škroba (TPŠ1-3), kjer sem spreminjal količine sestavin. Ker so beljakovine naravni polimer, sem naredil tudi polimer iz mleka, ki sem ga poimenoval »plastika iz mleka« (6.vzorec MP). Za primerjavo lastnosti sem vzel tudi vrečko iz polietilena in vrečko iz škrobove plastike. (4. vzorec PET in 5. vzorec ŠKp)

#### **1.vzorec TPŠ1**

2,5 g škroba

8 ml vode

2 ml glicerola

2 ml 5 % razt. oetne kisline

#### **3.vzorec TPŠ3**

3,5g škroba

4 ml vode

1ml glicerola

2 ml 5%razt. oetne kisline

#### **2.vzorec TPŠ2**

2,5g škroba

4ml vode

1ml glicerola

2g citronske kisline

#### **4.vzorec PET**

#### **5.vzorec ŠKp**

#### **6.vzorec MP**

### 3.1 Izdelava termoplastičnega škroba

#### Laboratorijski pripomočki

čaša 150 mL

steklena palčka

merilni valj 10 mL

plastična kapalka 3 mL

papir za peko

električni grelnik

tehnica

#### Kemikalije:

2,5g škroba

4ml vode

1ml glicerola

2ml 5% raz. oetne kisline



## Postopek

V čašo sem natehtal in zmešal škrob, glicerol, vodo in 5% raztopino očetne kisline, da sem dobil homogeno suspenzijo in jo ob mešanju na električnem grelniku segreval toliko časa, da sem dobil lepljivo prozorno snov. Ko sem dosegel primerno viskoznost zmesi, sem jo nanesel na papir za peko ter sušil na 80-90 °C. (Laboratorijske vaje za četrti letnik)

## **3.2 Izdelava mlečne plastike**

V veliko čašo sem nalil liter mleka in segreval. Ko sem dosegel temperaturo tik pod vreliščem, se mleko začne kaditi, takrat sem ga odstavil. Dodal sem dve jedilni žlici kisa. »Mlečna plastika« se je ločila od vode in sem jo precedil preko krpe. Zmes sem sušil pri 80 °C.

## **3.3 Lastnosti plastičnih vzorcev**

### **3.3.1 Topnost plastičnih vzorcev**

Koščke posameznih vzorcev sem dal v tri epruvete in jih prelij z 0,5 mL topila. Uporabil sem vodo, aceton in tetraklorometan.

### **3.3.2. Sežigalni test**

Koščke vzorcev sem s pinceto podržal v plamenu nad keramično posodo. Opazoval sem plamen in ga povonjal.

### **3.3.3. Gostota**

Koščke vzorcev sem stehal.

V 5-mililitrski merilni valj sem nalil 3,0 mL vode. Dodal sem stehtan vzorec in odčital za koliko se dvigne gladina vode. Izračunal sem gostoto.

### **3.3.4 Natezne lastnosti**

Za primerjavo elastičnosti in moči se vzorce narezal na trakove, ki so dolgi 6 cm in široki 1.5 cm. Nemogoče pa je bilo narediti vse vzorce enako debele. Na eni strani sem trak vpel na drugi pa ga napenjal z vzmetno tehcnico ali newton metrom. Meril sem, pri kolikšni sili se vzorec strga in koliko se tedaj raztegne.

### **3.3.5 Razgradnja**

Razgradnjo sem primerjal tako, da sem pet gramske vzorce zavite mrežico zakopal v zemljo in jih tam pustil približno 40 dni.

### 3.3.6 Reciklaža

Sam sem v laboratoriju reciklažo izvedel le pri škrobovi plastiki narejeni v laboratoriju in sicer tako, da sem jo segrel do tekočega agregatnega stanja. Odgovore na to ali se dajo reciklirati druge plastike in zakaj ne, pa sem poiskal v prvem viru.

Sprememba pri recepturi oz. vrsta vzorca	1	3	4	5	6
Topnost v vodi	Malo	Je topen	Ni topen	Ni topen	*
Topnost v acetonu	Ni topen	Ni topen	Ni topen	Ni topen	*
Topnost v CCl <sub>4</sub>	Ni topen	Ni topen	Ni topen	Je topen	*
Barva plamena	Oranžen	Oranžen	Rumen	Rumen	*
Vonj plamena	Po karameli	Po karameli	Po vosku	Po karameli	*
Gostota	0,41 g/ml	0,56 g/ml	0,50 g/ml	0,50 g/ml	*
Natezne lastnosti	4 N, 0,5 cm	4 N, 0,5 cm	6 N, 20 cm	12 N, 3 cm	5 N, 0 cm
Razgradnja v zemlji	Se razgradi	Se razgradi	Se ne razgradi	Se ne razgradi	Se razgradi
Možnost reciklaže	Je	Je	Je	Slaba	Ni

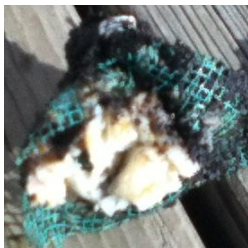
Tabela 2 Rezultati eksperimentalnega dela

\* Pri vzorcu TPŠ2 sem imel probleme z viskoznostjo, zato lastnosti nisem preverjal.

### 3.3.6 Razlaga rezultatov

Ugotovil sem, da bistvenih razlik med škrobovimi plastikami ni, z dodatkom škroba se je gostota povečala, z dodatkom vode pa zmanjšala. V šolskem laboratoriju narejena škrobova plastika se je raztopila v vodi, medtem ko se komercialna ni. Iz vidika razgradnje je to za laboratorijsko plastiko zelo dobro, iz vidika uporabnosti pa ne. Res pa je, da se plastika ni raztopila v vodi takoj in bi bila tako še vseeno primerna za izdelke, ki niso v stiku z vodo v daljšem časovnem obdobju.

Pri obeh komercialnih vrečkah iz polietilena in iz škroba nisem opazil nobenih sprememb pri razgradnji, medtem ko so se plastike iz laboratorija skoraj do konca razkrojile.



Slika 3 Razkrojena škrobova plastika



Slika 4 Razkrojena mlečna plastika

Vzorec komercialne vrečke z certifikatom o biorazgradljivosti se ni razgradil, ker pride do razkroja le pod tovarniškimi pogoji, to pa je visoka temperatura. V prvem viru sem zasledil podatek, da bi za razkroj vzorca pri mojimi pogojih potreboval dlje kot 6 mesecev.

Kar se tiče elastičnosti in moči sem ugotovil, da se komercialni vrečki obnašata mnogo bolje, saj sta bolj raztegljivi in močni. Še posebej se je odlična elastičnost izkazala pri škrobovi vrečki za biološke odpadke. Plastika iz mleka ni primerna za vrečke, ker ni raztegljiva pač pa krhka. Sam sem izdelal iz te plastike igralne kocke, vendar so začeli čez čas plesneti, kar bi pa lahko z kakšnim dodatkom proti plesni verjetno popravili. Škrobova plastika se je strgala pri približno tretjini sile potrebne za pretrg komercialnih vrečk. Problem pa je njena majhna elastičnost. Najlažje se da reciklirati laboratorijsko škrobovo plastiko, druga najboljša pa je komercialna, pri drugih dveh je reciklaža praktično nemogoča. V svetu reciklirajo le en procent vse plastike, saj je postopek zelo težaven. Vsaka vrsta plastike zahteva drugačen postopek. Ločevanje pa je zelo drago in zahtevno. Iz škrobove plastike sem izdelal tudi ročaj noža, vendar se ni najbolje obnesel. Iz mlečne plastike sem izdelal igralne kocke, ki pa jih moramo hraniti v suhem prostoru.



Slika 6 Nož z ročajem iz škrobove plastike



Slika 5 Igralne kocke iz mlečne »plastike«

## Zaključek z ugotovitvami

Med pripravo raziskovalne naloge sem prišel do veliko zanimivih spoznanj. Ugotovil sem, da je 99% plastike, ki jo uporabljamo vsak dan zaradi dobrih lastnosti ki jih ima, okolju neprijazne. Pri njih ni biološke razgradnje in možnost reciklaže. Reciklaža je problematična zato, ker so izdelki sestavljeni iz različnih vrst plastike, ki potrebujejo različne procese razgradnje, ločevanje pa je drago in dolgotrajno. Biološka razgradnja je počasna in traja tudi do 450 let. V teh dveh stvareh ravno vidim prednost uporabe biorazgradljive plastike. Škrobova plastika bi lahko Sloveniji pomagala tudi iz ekonomskega vidika, saj je njena glavna sestavina koruzni ali krompirjev škrob, ki se pridobiva iz poljščin, ki jih lahko gojimo v Sloveniji. Zanimiva bi bila uporabnost v medicini, na primer vsadki, ki v telesu nudijo oporo določen čas, potem razpadejo v telesu. Slabost pa bil lahko bilo povečano odmetavanje biorazgradljive plastike v okolje z miselnostjo, da se bo tako razgradila.

Presenetila me je trditev, da lahko iz okolju prijazne plastike naredimo ekvivalentne izdelke, kot iz navadne in bodo imeli enako kvaliteto. Uporabljajo se že za embalažo, pribor, kozarce in krožnike za enkratno uporabo, dele plenice, v kmetijstvu ...

Pri mojem eksperimentalnem delu sem spoznal da je plastika, ki sem jo naredil v laboratoriju bistveno bolj okolju prijazna, vendar je to na račun slabih lastnosti, kot so natezne lastnosti in topnost v vodi. Preučiti bi bilo potrebno, kaj bi se še dodalo, da bi se kemijske in mehanske lastnosti takšne plastike izboljšale. Na primer kakšna naravna vlakna (bombaž, konoplja) ali lesna moka. Prav tako bi moral podrobneje proučiti čas in pogoje za razgradnjo moje plastike, medsebojne vplive na druge materiale, obstojnost v kislinah, bazah, oljih in drugo. V takšni obliki, kot sem izdelal plastiko, se lahko uporabil za igrače (žogice, igralne kocke ...)

## Viri in Literatura

[1] Maša Šprajcar, Petra Horvat, Andrej Kržan, Biopolimeri in biomasa-plastika skladna z naravo, Kemijski inštitut Ljubljana, 2012

[2] Biorazgradljiva plastika, spletna stran na portalu Zveze potrošnikov Slovenije. Dostopno na: <http://www.zps.si/okolje/varovanje-okolja/biorazgradljiva-plastika-5-2012.html?Itemid=322>,

Povzeto dne: 31. dec. 12

[3] Nataša Bukovec, Darko Dolenc, Boris Šket, Kemija za gimnazije 2, Učbenik DZS, Ljubljana 2005

[4] Andrej Smrdu, Snov in spremembe 3, učbenik za kemijo v 3. letniku gimnazije, Jutro, Ljubljana 2008

[5] Andrej Kržan, Biorazgradljivi polimeri in plastika, Ljubljana, 2012