

Osnovna šola Griže, Griže 1a, 3302 Griže



OKOLJU PRIJAZNA PLASTIKA V ŠOLI IN VSAKDANJEM ŽIVLJENJU

Ekologija z varstvom okolja

Avtorji: Brianna Pinter
Neja Dvanajščak
Julijan Jelen

Mentorica: Vesna Navodnik Ocvirk

Mestna občina Celje, Mladi za Celje
Griže, 2025

ZAHVALA

Iskreno se zahvaljujemo mentorici Vesni Navodnik Ocvirk za njeno vodenje, podporo in strokovne nasvete med celotnim procesom raziskovalne naloge. Njena pomoč je bila ključna pri razumevanju tematike in pri razvijanju naših idej. Prav tako se zahvaljujemo Nuši Vešligaj za temeljito lekturo naloge, saj je njen prispevek pripomogel k boljši jasnosti in kakovosti besedila.

KAZALO

ZAHVALA	2
POVZETEK	6
1 UVOD	7
1.1 Raziskovalne hipoteze	8
2 TEORETIČNI DEL	9
2.1 Polimer	9
2.2 Razdelitev polimerov	11
2.3 Kemijske reakcije nastanka polimerov	11
2.4 Škrob	12
2.5 Sestava jajčne lupine	13
2.6 Sestava bananinih olupkov	13
2.7 Sestava bio razgradljivih vrečk	14
2.8 Spar biorazgradljiva vrečka za sadje	14
2.9 Mehanske lastnosti bioplastike	16
3 EKSPERIMENTALNI DEL	17
3.1 Bioplastika iz krompirjevega škroba	17
3.2 Poskus izdelave bioplastike iz jajčnih lupin	20
3.3 Poskus izdelave bioplastike iz mleka	22
3.4 Poskus izdelave bioplastike iz bananinih olupkov	24
3.5 Topnost	27
3.6 Razteznost	29
4 ANALIZA REZULTATOV	30
4.1 Kemijske lastnosti nastale bioplastike	30
4.1.1 Topnost	30
4.1.2 Razteznost	32
4.1.3 Anketa v trgovinah	34
4.1.4 Anketa – Kako dobro osmo- in devetošolci poznajo bioplastiko?	37
5 RAZPRAVA	46
6 ZAKLJUČEK	47
7 LITERATURA IN VIRI	49
8 PRILOGE	

KAZALO SLIK

Slika 1: Enostaven prikaz med monomerom in polimerom.....	9
Slika 2: Razdelitev polimerov	11
Slika 3: Reakcija kondenzacije, reakcija hidrolize (v nasprotni smeri).....	12
Slika 4: Reakcijska shema adicijske polimerizacije etena	12
Slika 5: Spar biorazgradljive vrečke za sadje	15
Slika 6: Certifikat na biorazgradljivih vrečkah	15
Slika 7: Zmes krompirjevega škroba in vode	18
Slika 8: Krompirjev škrob iz 1 kg krompirja.....	19
Slika 9: Bioplastika iz krompirjevega škroba.....	20
Slika 10: Razteznost vzorcev	32
Slika 11: Mini vrečka iz bioplastike krompirjevega škroba	34
Slika 12: Odgovor učenk in učencev pri prvem vprašanju	38
Slika 13: Odgovori učencev pri drugem vprašanju	38
Slika 14: Odgovori učencev pri tretjem vprašanju	39
Slika 15: Uspešnost učencev pri četrtem vprašanju	40
Slika 16: Uspešnost učencev pri šestem vprašanju	41
Slika 17: Certifikat biorazgradljivosti.	41
Slika 18: Certifikat za kmetijstvo in gozdarstvo.....	42
Slika 19: Certifikat na plastični embalaži.	42
Slika 20: Uspešnost učencev pri osmem vprašanju	43
Slika 21: Odgovori učencev pri devetem vprašanju.....	44
Slika 22: Odgovori učencev pri desetem vprašanju.....	45

KAZALO TABEL

Tabela 1: Kemikalije in oznake za nevarne snovi.....	28
Tabela 2: Prikaz izmerjenih mas vzorcev bioplastike pred topnostjo in po topnosti	30
Tabela 3: Ali mislite, da navadne vrečke bolj onesnažujejo okolje kot bio vrečke?	35
Tabela 4: Kam odvržete bio in kam navadne vrečke?	36
Tabela 5: Ali mislite, da bi v trgovinah potrebovali večje število bio vrečk?	37
Tabela 6: Odgovori učencev na zastavljeno vprašanje	40
Tabela 7: Odgovori učencev na zastavljeno sedmo vprašanje	43
Tabela 8: Odgovori učencev na vprašanje.	44
Tabela 9: Odgovori učencev na vprašanje	45

POVZETEK

Namen raziskovalne naloge je s pomočjo spleta in literature raziskati izdelavo bioplastike, ki jo lahko vsak izmed nas izdelava v svojem okolju. Izbrali smo snovi, kot so krompirjev škrob, bananini olupki, mleko in jajčne lupine. Izbranim snovem smo nato preverjali fizikalne in kemijske lastnosti bioplastike z razteznostjo in topnostjo v topilih etanol, heksan, aceton in v vodi. Zanimalo nas je, kateri naravni material je najbolj primeren, da bi si lahko vsak izdelal okolju prijazno in razgradljivo vrečko, ki bi bila cenovno ugodna in dostopna. Našo tematiko o raziskovanju bioplastike smo predstavili osmošolcem in devetošolcem. Zanimalo nas je, kako dobro poznajo bioplastiko, rezultate pa smo pridobili z anketo. Anketo so rešili tudi kupci v trgovinah Spar, Hofer in Lidl. Na začetku raziskovanja smo zastavili šest hipotez. Bioplastika iz naravnih sestavin ima na okolje manjši negativen vpliv in je biorazgradljiva. S pomočjo eksperimentov smo v šolskem laboratoriju izdelali bioplastiko iz naravnih sestavin ter s tem želeli dokazati, da delujemo tudi v šolskem okolju okolju prijazno. Izmed vseh poskusov je najbolj primerna izdelava bio vrečke iz krompirjevega škroba.

Ključne besede: polimeri, bioplastika iz okolju prijaznih sestavin, fizikalne in kemijske lastnosti bioplastike

SUMMARY

This research project investigates the production of bioplastics that can be created at home using natural ingredients. For experiments we used potato starch, banana peels, milk, and eggshells to produce bioplastics, and we tested their physical and chemical properties, including stretchability and solubility in ethanol, hexane, acetone, and water. Our goal was to identify which material is best suited for creating an affordable, biodegradable, and environmentally friendly bag.

To assess public awareness of bioplastics, we conducted a survey among Year 8 and Year 9 students, as well as shoppers at Spar, Hofer, and Lidl. At the beginning of our research, we proposed six hypotheses, one of which was that bioplastics made from natural materials have a lower environmental impact and are biodegradable. Through experiments in our school laboratory, we successfully produced bioplastics, demonstrating that sustainable practices can be implemented even in a school environment. Our findings indicated that potato starch is the most suitable material for making a biodegradable bag.

Keywords: polymers, eco-friendly bioplastics, physical and chemical properties of bioplastics.

1 UVOD

Prva plastika, za katero so trdili, da je biorazgradljiva, se je na tržišču pojavila pred več kot dvajsetimi leti. Njen pojav na tržišču ni prinesel takojšnjega uspeha zaradi slabih dokazov o njeni dejanski biorazgradljivosti.

Znanstveni in tehnološki razvoj je na področju biorazgradljivosti in biopolimerov napredoval, danes pa lahko izdelke iz preverjeno biorazgradljive plastike kupimo v večini večjih trgovin (Šprajcar, et al., 2012: 1).

Bioplastika je inovativni material, ki ponuja obetavno rešitev za globalni izziv onesnaževanja z različnimi umetnimi polimeri in sintetičnimi materiali ter zmanjšuje onesnaženost planeta.

Nasprotje od bioplastike je plastika, ki temelji na kemosintetskih polimerih in jo navadno pridobivamo iz nafte. Gre za polimere, ki se v naravi kot taki ne pojavljajo, zato končajo v okolju, tam pa predstavljajo obstojen tujek, saj se ne morejo vključiti v naravne tokokroge. Zavržena plastenka v naravi ostane 450 let. Pri teh polimerih se razgradljivost sicer dosega z vključevanjem hidrolitsko nestabilnih vezi v polimer (npr. estrske, amidne skupine ...).

Z raziskovanjem bioplastike se odpira pot, ki je pomembna za trajnostni razvoj, v okolju pa se zmanjšuje uporaba nevarnih sintetičnih materialov, ki obremenjujejo naravo.

1.1 Raziskovalne hipoteze

V raziskovalni nalogi smo preverjali naslednje raziskovalne hipoteze, ki izhajajo iz raziskovalnega problema oz. cilja.

Hipoteza 1: Uporaba naravnih sestavin, kot so škrob, jajčne lupine, bananini olupki, mleko, za proizvodnjo bioplastike omogoča razvoj trajnostnih, biorazgradljivih materialov in manjši negativen vpliv na okolje.

Hipoteza 2: V šolskem laboratoriju lahko sami naredimo bioplastiko iz škroba, mleka in organskih ostankov (jajčne lupine, bananini olupki).

Hipoteza 3: Na mehanske lastnosti bioplastike iz krompirjevega škroba, izdelanega v šolskem laboratoriju, vpliva dodana količina glicerola.

Hipoteza 4: Masa »šolske« bioplastike se bo ob prisotnosti vode, etanola heksana in acetona zmanjšala pri več kot polovici vzorcev.

Hipoteza 5: Na proces izdelave bioplastike vplivajo različni fizikalni procesi, kot so količina dovedene toplotne energije (višina temperature) in intenziteta mešanja.

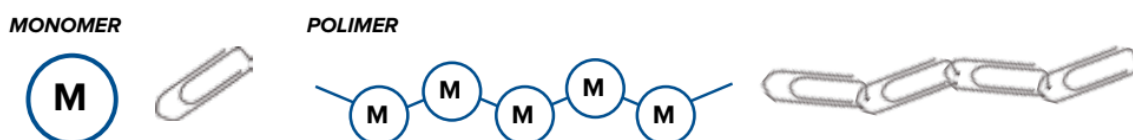
Hipoteza 6: Najbolj primerna in cenovno ugodna je bioplastika, izdelana v šolskem laboratoriju iz domačega krompirja.

2 TEORETIČNI DEL

2.1 Polimer

Polimer je ogromna molekula (makromolekula), ki je sestavljena iz ponavljajočih se strukturnih enot (monomerov), povezanih s kovalentno kemijsko vezjo. Polimeri nastanejo s pomočjo reakcij (kot sta etrenje in estrenje ter podobne), kjer iz malih molekul nastanejo velike (Wikipedija, 2024. Polimer. Prosta enciklopedija. Dostopno na: <https://sl.wikipedia.org/wiki/Polimer> (13. 2. 2025)).

Monomer si lahko predstavljamo tudi kot sponko za papir, polimer pa predstavlja veriga iz teh sponk, ki jo dobimo, če sponke pripnemo eno na drugo (Slika 1), (Šprajcar, et al., 2012: 5).



Slika 1: <https://mail.google.com/mail/u/0/#inbox?projector=1>, 2. 2. 2025
(Enostaven prikaz med monomerom in polimerom)

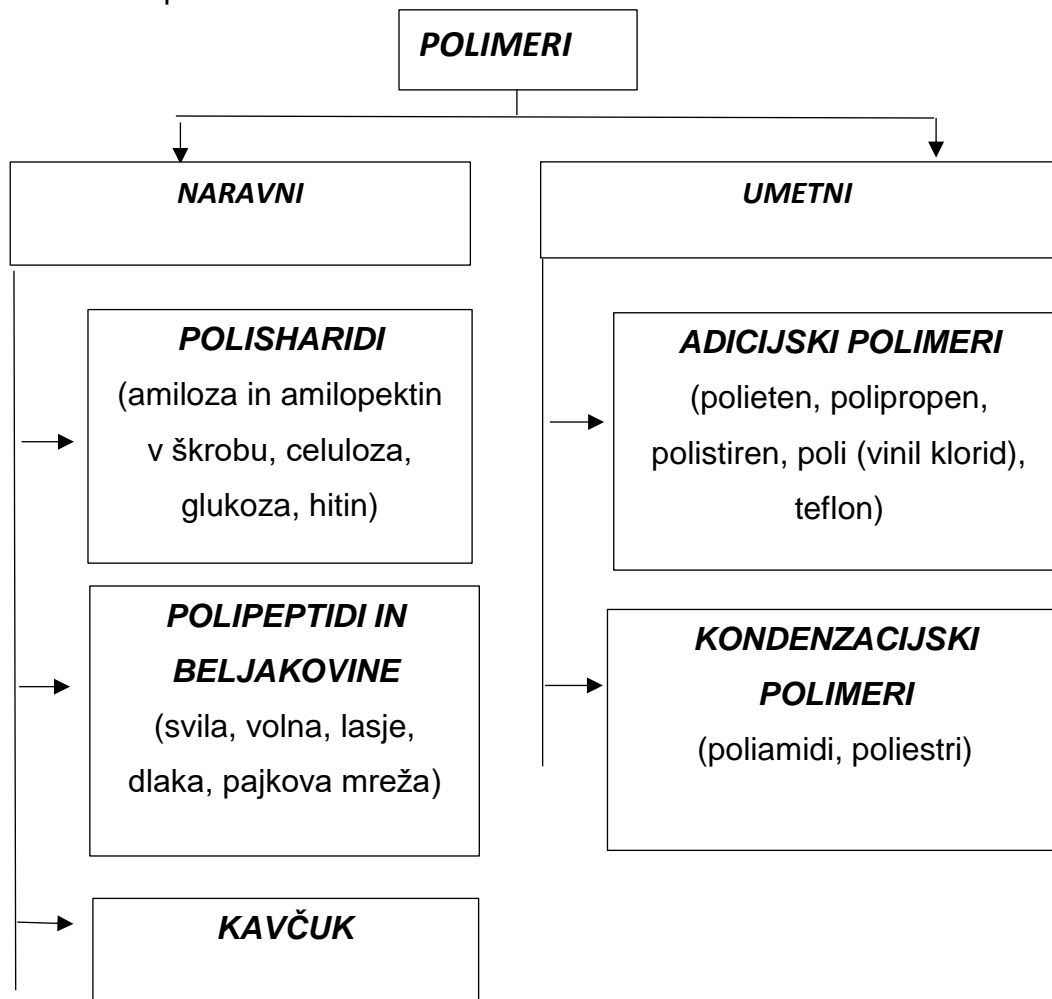
Primeri polimerov so pomembni za naše življenje: npr. DNK, katerega monomerna enota je nukleotid, beljakovine, ki tvorijo encime in naše mišice, so sestavljene iz aminokislin. Polimera sta tudi celuloza – bistvena sestavina lesa in škrob – in energijska rezerva rastlin, ki jo najdemo npr. v krompirju in koruzi; njuna monomerna enota je glukoza (Šprajcar, et al., 2012: 5).

Dobro poznana in že razširjena je bioplastika na osnovi škroba, ki je iz obnovljivih virov in je hkrati tudi biorazgradljiva za razliko od bioplastike iz polietena. V preteklosti so bile opravljene številne raziskave glede uporabe škroba kot naravnega biopolimera. Škrob je zgrajen iz dveh dolgih verig med seboj povezanih glukoznih enot, in sicer amilopektina in amiloze, ki mu dajeta znano strukturo. Škrob lahko destrukuiramo z energijo in toploto ter tako popolnoma razbijemo kristalno strukturo. Šele destrukuirani škrob se obnaša kot termoplast in ga lahko obdelujemo kot tradicionalno plastiko.

Količina odpadne hrane iz različnih virov lahko ob nepravilnem odstranjevanju obremenjuje okolje, zato je izvajanje platforme za biorafiniranje živilskih odpadkov idealna možnost (npr. proizvodnja izdelkov z dodano vrednostjo ob hkratnem zmanjšanju količine odpadkov). Pričakuje se, da se bodo z izvajanjem takšnega postopka zmanjšali proizvodni stroški biorazgradljive plastike (npr. v primerjavi s tradicionalnimi proizvodnimi postopki, ki zahtevajo uporabo dražjih snovi (npr. glukoze) (CheSSE, 2023).

Plastika pa je material, formuliran in pripravljen za uporabo. Poglavitna sestavina plastike so polimeri, katerim so dodana polnila (anorganska ali organska) ter dodatki, kot so na primer pigmenti, mazila, zaviralci oksidacije itd. Poznamo mnogo različnih vrst plastičnih materialov. Dobro poznana je na primer PET (polietilen tereftalat) plastika, iz katere so narejene skoraj vse plastenke za vodo in druge pijače, srečamo pa se tudi s polipropilenom (PP), iz katerega so avtomobilski deli, ohišja gospodinjskih aparatov, cevi za toplo vodo; polistrienom (PS), ki se uporablja za embalažo v kozmetični in farmacevtski industriji ter za jedilni pribor; polietilenom (PE) – vrečke, igrače, kabli, pokrovčki ... Omenjene vrste plastike predstavljajo okoli 75 % vse proizvedene plastike (Šprajcar, et al., 2012: 21–22).

2.2 Razdelitev polimerov



Slika 2: Povzeto po (A. Smrdu, Od molekule do makromolekule, učbenik za kemijo v 9. razredu, Jutro d. o. o., 2013 (Razdelitev polimerov))

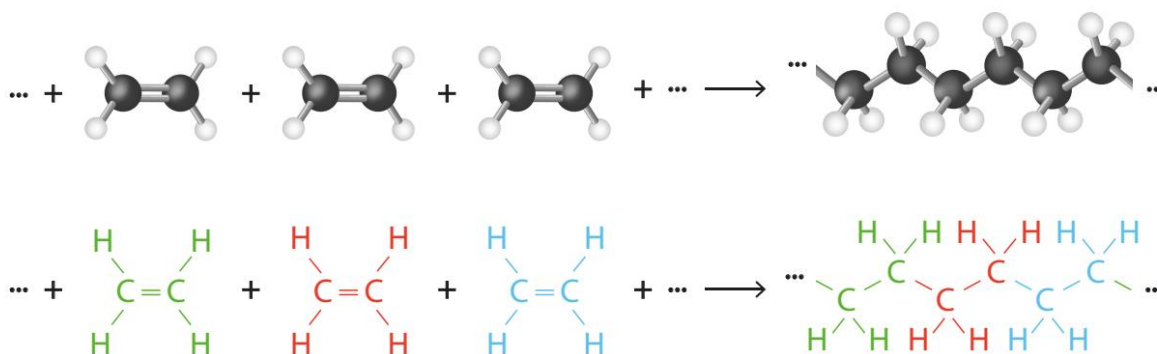
2.3 Kemijske reakcije nastanka polimerov

Z združevanjem več aminokislin (AK) nastane beljakovina (polimer). Gre za kondenzacijo, pri reakciji se odcepi voda. Reakcija poteče tudi v nasprotni smeri, in sicer pri hidrolizi (spajanje z vodo) beljakovine dobimo aminokislino (Šprajcar, et al., 2012: 5).



Slika 3: <https://mail.google.com/mail/u/0/#inbox?projector=1>, 2. 2. 2025 (Reakcija kondenzacije, reakcija hidrolize (v nasprotni smeri))

Polieten nastane z adicijsko polimerizacijo etena, pri kateri se uporabljajo različni katalizatorji. Makromolekula polietena nastane s povezovanjem veliko molekul etena (Slapičar in Kolaković, 2022: 116).



Slika 4: M. Slapičar, N. Kolaković, Kemija 9, Samostojni delovni zvezek s poskusi Mladinska knjiga Založba, d. d., Ljubljana: 2022. 5. 2. 2025 (Reakcijska shema adicijske polimerizacije etena)

2.4 Škrob

Škrob je naravni polisaharid (ogljikov hidrat). Iz krompirja dobimo okoli 9 % škroba, iz koruze 79 %, iz pšenice 7 %, nekaj škroba pa najdemo tudi v rižu in ječmenu. Te rastline vsebujejo velike količine škroba (60–90 % suhe mase). Škrob je skoraj brez okusa ter se ga uporablja kot vezivo v živilski industriji in kuharstvu. Škrob se v procesu kompostiranja hitro biološko razgradi v številnih okoljih. Žilavost in

vodoodpornost škroba sta slabši od večine polimerov, pridobljenih iz nafte. Boljše karakteristike dosežemo, če se škrob meša z bolj vodoodpornimi polimeri ali če se ga kemično modificira. Škrob je glavna sestavina škrobne plastike, njegova struktura je rahlo spremenjena (destruktuiran škrob). Destrukturiramo ga lahko z energijo in toploto ter mu tako popolnoma razbijemo kristalno strukturo. Šele ta se obnaša kot termoplast (linearni in/ali malo razvejani polimeri, sposobni zmečanja in preoblikovanja pri povišani temperaturi) in ga lahko obdelujemo kot tradicionalno plastiko; če ga uporabljamo v naravni obliki, je preobčutljiv za vlago (Šprajcar, et al., 2012: 7).

2.5 Sestava jajčne lupine

Jajčna lupina predstavlja 9–12 % celotnega jajca. Sestavljena je iz kristalov kalcijevega karbonata (CaCO_3), vode in organske snovi. Lupina je polprepustna membrana, saj je zgrajena iz drobnih por. Služi za zaščito pred zunanjim okoljem. Zgornja in spodnja membrana ležita med jajčno lupino in beljakom. Jajcu omogočata zaščito pred bakterijami. Sestavljeni sta iz keratina – beljakovine, ki je tudi v človeških laseh (Devetak, et al., 2021: 53).

2.6 Sestava bananinih olupkov

Eden izmed najpogostejših škrobnih odpadkov je bananin olupke. V nekaterih delih sveta se pojavi problem pri odstranjevanju več ton bananinih olupkov, zlasti v industrijah, ki proizvajajo bananine izdelke, kot so bananin kolač, bananin čips, bananin ocvrtek in drugi. Te industrije uporabljajo bananino meso kot surovino in ob koncu postopka odstranijo olupke.

Bananini olupki vsebujejo visok odstotek (približno 18,5 %) škroba. Ko bananini olupki dozori, se vsebnost glukoze poveča. Zato lahko nezrele bananine olupke uporabimo za sintezo bioplastike (CheSSE, 2023).

2.7 Sestava bio razgradljivih vrečk

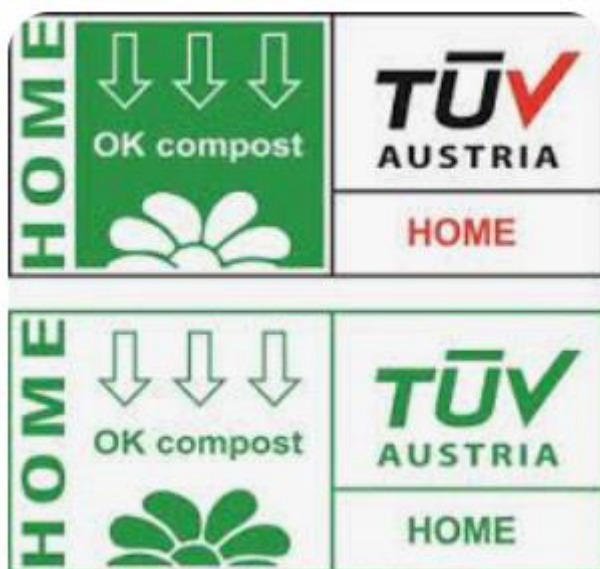
Bio vrečke, ki jih pogosto najdemo v trgovinah, so narejene iz materialov, ki so bolj prijazni do okolja kot tradicionalne plastične vrečke. Najpogosteje se za izdelavo bio vrečk uporabljajo biološki materiali, ki so razgradljivi in se lahko hitro razgradijo v naravi, kar zmanjšuje njihov negativni vpliv na okolje. Sestava teh vrečk se lahko razlikuje glede na proizvajalca in vrsto materiala. Bioplastika se bo biorazgradila v vsakem naravnem okolju. Vsaka bio vrečka mora vsebovati navedeni certifikat biorazgradljivosti, da je proizvod biorazgradljiv, hkrati je tudi razvidno, v kakšnem okolju bo potekal proces razgradnje. Certifikat lastnosti biorazgradljivosti se preveri v ustreznih laboratorijih. Če je proizvod certificiran kot biorazgradljiv (ne glede na to, iz katere snovi je narejen), se bo biorazgradil, ampak v točno določenem okolju. Certifikat določa, ali se bo proizvod biorazgradil v domačem kompostniku ali industrijski kompostarni ali pa morda v vodi, prsti ter anaerobno. V domačem kompostniku so drugačne razmere kot v industrijski kompostarni, za vsakega od teh okolij pa se podeljuje drugi certifikat (Šprajcar, et al., 2012: 7–12).

2.8 Spar biorazgradljiva vrečka za sadje

Spar biorazgradljive vrečke, ki so v uporabi za sadje in zelenjavo, so narejene iz škroba. Na njih je posebna oznaka, ki narekuje ponovno uporabo, npr. za kompost.



Slika 5: Spar biorazgradljive vrečke za sadje



Slika 6: Povzeto po: <https://www.shutterstock.com/search/ok-compost>, 6. 2. 2025
(Certifikat na biorazgradljivih vrečkah)

2.9 Mehanske lastnosti bioplastike

Plastika na osnovi škroba se lahko tvori po enakih postopkih kot komercialna plastika in daje podobno mehansko trdnost nekaterim poliolefinskim plastikam. Pokazalo se je, da pogoji obdelave bistveno vplivajo na strukturo polimera, ki sočasno vpliva na mehanske in fizikalne lastnosti nastale plastike. Uporaba modifikatorja na osnovi glicerola povzroči popolnoma trajnosten in biološko razgradljiv material, ki ga lahko tvorimo z ekstrahiranjem, stiskanjem, vakuumskim oblikovanjem in brizganjem. Najpomembneje je, da je dokazano, da je ta umetna masa okolju združljiva, da jo je mogoče reciklirati, biološko razgraditi in kompostirati. Na mehanske lastnosti proizvedene bioplastike vplivajo različna razmerja uporabljenih surovin. Na proces izdelave pa vplivajo tudi različni fizikalni procesi, kot so količina dovedene toplotne energije (višina temperature) in intenziteta mešanja (Benko, 2021: 11).

3 EKSPERIMENTALNI DEL

3.1 Bioplastika iz krompirjevega škroba

Povzeto po Kešpret in Klančar (2012: 11–13).

Najprej smo morali izolirati škrob iz krompirja. Olupili smo 1 kg krompirja ter ga naribali na ribalo. Dodali smo mu vodo ter ga strli s pestilom v terilnici. Precedili smo ga skozi gazo v čašo. Škrob smo pustili stati eno uro, da se je usedel na dno čaše.

Inventar:

- nož,
- ribežen,
- čaša,
- pestilo,
- terilnica,
- bombažna vata,
- kuhalna plošča,
- steklena palčka.

Kemikalije:

- voda,
- glicerol ali glicerol, 1,2,3-propantriol ali propan-1,2,3-triol
($\text{HOCH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{OH}$),
- krompirjev škrob,
- kis za vlaganje, 9-% očetna kislina (CH_3COOH).

Material:

- krompir.

Navodilo za delo:

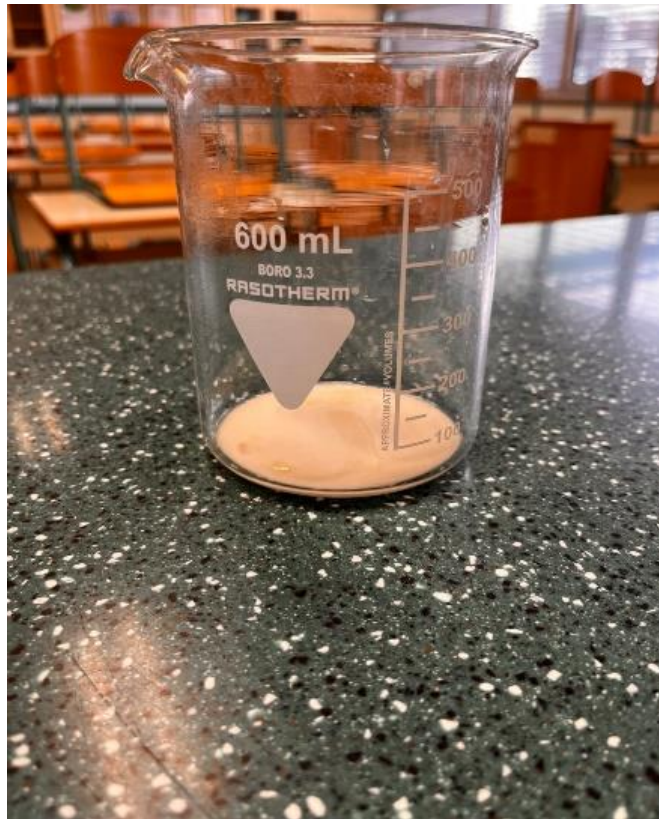
Pri tem poskusu je bilo treba najprej narediti krompirjev škrob, ki smo se ga lotili po naslednjem postopku.

1. Pripravili smo 1 kg krompirja z lupi. Krompir smo olupili in ga z ribežnom naribali.
2. Pripravili smo čašo, v katero smo dali krompir in mu dodali vodo. Iz čaše smo postopoma v pestilo dodajali krompir in vodo, da se je iz krompirja ločilo čim več škroba.
3. Nad drugo čašo smo pripravili bombažno vato in spet postopoma dodajali krompir, vato smo stiskali, da smo dobili vso tekočino.



Slika 7: Zmes krompirjevega škroba in vode

4. Dobljeno zmes smo pustili stati približno 20 minut.
Iz enega kilogram krompirja smo dobili 45 g krompirjevega škroba, ki smo ga porabili za nadaljnje eksperimentiranje.



Slika 8: Krompirjev škrob iz 1 kg krompirja

Iz pripravljenega škroba smo začeli izdelovati bioplastiko. Recept smo prilagodili, ker smo želeli ugotoviti, kako na izdelano bioplastiko vpliva vsebnost glicerola.

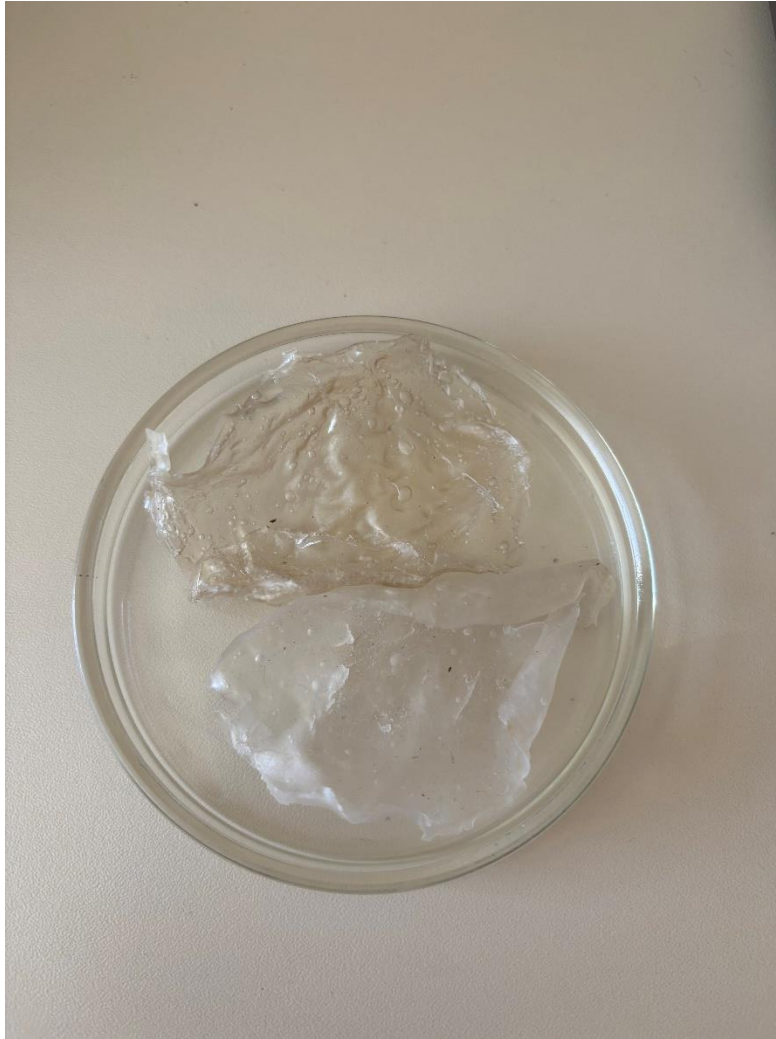
1. V čaši smo odmerili 15 g (približno eno jedilno žlico) krompirjevega škroba, 60 ml (4 jedilne žlice) vode, 5 ml (1 čajna žlička) glicerola in 5 ml (1 čajna žlička) kisa. Vse skupaj smo dobro premešali. Enak postopek smo naredili še z novo mešanico sestavin, vendar smo jim dodali 2 čajni žlički glicerola ali eno jedilno žlico.

2. Čašo s pripravljeno maso smo postavili na grelno ploščo in neprestano mešali.

3. Ko smo opazili, da se je snov zgostila in postala lepljiva ter prozorna, smo jo odstranili z grelne plošče. Če bi želeli, bi o lahko obarvali.

4. Nastalo zmes smo razmazali po pripravljeni podlagi (plast je morala biti debela med 5 in 10 mm).

5. Sušili smo jo na zraku, po želji pa bi jo lahko tudi v pečici.



Slika 9: Bioplastika iz krompirjevega škroba

3.2 Poskus izdelave bioplastike iz jajčnih lupin

Povzeto po Likeb (2019: 38-39).

Inventar:

- čaša,
- žlica,
- kuhalna plošča,
- petrijevka,
- pestilo in terilnica.

Kemikalije:

- voda,
- glicerol ali glicerol, 1,2,3-propantriol ali propan-1,2,3-triol ($\text{HOCH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{OH}$),
- krompirjev škrob,
- kis za vlaganje, 9-% očetna kislina (CH_3COOH).

Material:

- jajčne lupine.

Potek dela:

1. Jajčne lupine smo posušili in jih zdrobili na čim manjše delce.
2. V čaši smo zmešali 27 g jajčnih lupin, 20 g vode, 15 g glicerola, 11 g krompirjevega škroba ter 6 ml kisa.



Slika 10: Zmes jajčnih lupin, kisa, glicerola, vode in škroba

3. Čašo smo postavili na kuhalno ploščo in segrevali pri zmerni temperaturi. Med segrevanjem smo neprestano mešali.

4. Ko smo opazili, da se je tekoča zmes dobro zgostila, smo počakali minuto, da se je malo ohladila, nato smo jo nanegli v petrijevko.

5. Za lepšo obliko smo si pomagali z žlico razmazati maso po vsej površini



Slika 11: Posušena zmes jajčnih lupin, vode, kisa, škroba in glicerola

3.3 Poskus izdelave bioplastike iz mleka

Povzeto po Ključ do globalnega življenja, Digitalna sprememba narave (2020: 4-5).

Poskus smo izdelali po postopku, kateremu smo prilagodili količine.

Inventar:

- čaša,
- žlica,
- čajna žlička,
- cedilo,
- kuhalna plošča,
- petrijevka,
- pečica.

Kemikalije:

- mleko,
- kis za vlaganje, 9-% očetna kislina (CH_3COOH).

Potek dela:

1. V čaši smo odmerili 1 dl mleka.
2. Čašo z mlekom smo postavili na kuhhalno ploščo in segrevali, medtem pa smo mleko neprestano mešali.
3. S segrevanjem smo nadaljevali, dokler se na površini ni pojavila »pena«, nato pa smo čašo odstavili s kuhhalne plošče.
4. Odmerili smo žličko kisa in ga vlili v segreto mleko.
5. Opazili smo, kako se snovi med seboj ločujejo. Mešanico smo še nekaj časa mešali.



Slika 12: Zmes mleka in kisa

6. Pripravili smo cedilo in čašo prostornine 250 ml.
7. Cedilo smo postavili nad čašo in prelili nastalo mešanico skozi cedilo.
8. V cedilu so ostajale grudice, ki smo jih s pomočjo žlice potisnili ob cedilo in tako iztisnili vso preostalo tekočino.
9. Nastalo maso smo nežno stresli na vnaprej pripravljeno podlago in jo oblikovali (debelina je bila med 5 in 10 mm).
10. Dobljeno maso smo sušili v pečici približno dve uri na 80 °C.



Slika 13: Sušenje zmesi mleka in kisa v pečici

3.4 Poskus izdelave bioplastike iz bananinih olupkov

Povzeto po Bračič in Loboda (2022:14-16).

Inventar:

- nož,
- deska za rezanje,
- čaša,
- žlica,

- papir za peko,
- cedilo,
- pestilo,
- terilnica,
- kuhalna plošča,
- pečica.

Kemikalije:

- destilirana voda.

Material:

- bananini olupki.

Potek dela:

1. Tri bananine olupke smo najprej narezali na majhne koščke in jih dodali v 400 ml vrele destilirane vode. Kuhali smo 15–20 minut.



Slika 14: Destilirana voda in narezani bananini olupki

2. Olupke smo s pomočjo cedila ločili od vode in jih s pestilom čim bolj zmečkali.



Slika 15: Drobljenje kuhanih bananinih olupkov

3. Pripravljeno maso smo enakomerno razporedili po papirju in pekli v pečici dve uri pri 80 °C.






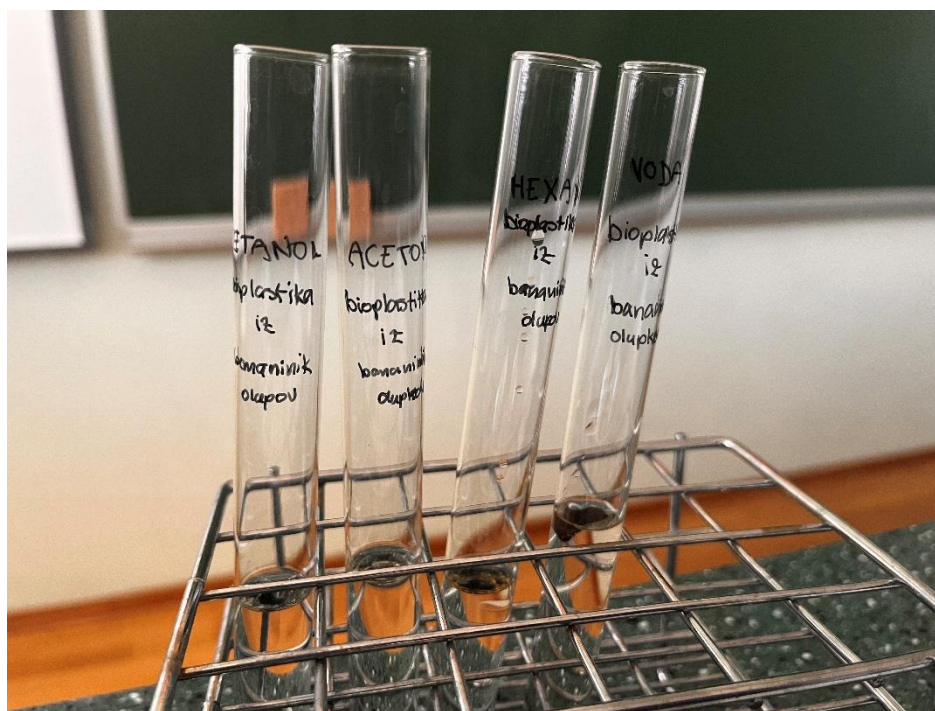
Slika 16: Pečena zmes bananinih olupkov

3.5 Topnost

Topnost bioplastike posameznih vzorcev smo izvajali v štirih različnih topilih: voda, aceton, heksan in etanol. V vsako epruveto smo nalili 10 ml vsakega topila in vanj dali posamezne koščke topila. Posamezne vzorce bioplastike smo stehali, preden smo jih dali v topilo. Po 20 minutah smo jih vzeli iz topila in ponovno stehali.

Tabela 1: Kemikalije in oznake za nevarne snovi.

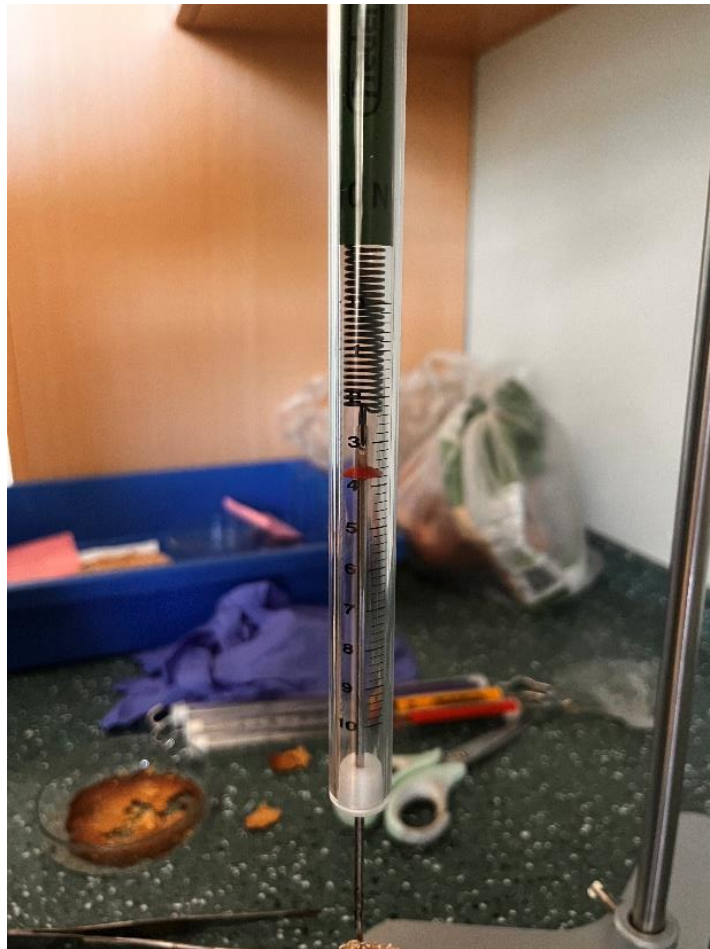
heksan C_6H_{14}	
acetone C_3H_6O	
etanol C_2H_5OH	



Slika 17: Merjenje topnosti vzorcev

3.6 Razteznost

Razteznost bioplastike smo merili s silomerom oz. vzmetno tehtnico. Vzmet je prožno telo, ki se pri obremenitvi s silo raztegne, pri razbremenitvi pa vrne v prvotno stanje. Silomer smo vlekli toliko časa, dokler se ni začela plastika trgati, nato pa smo odčitali rezultat.



Slika 18: Merjenje razteznosti bioplastike

4 ANALIZA REZULTATOV

4.1 Kemijske in fizikalne lastnosti nastale bioplastike

4.1.1 Topnost

Topnost nastale bioplastike smo merili v topilih: voda, etanol, heksan in aceton. Preden smo majhne koščke dali v topila, smo jih stehali. Koščke smo po 20 minutah vzeli iz topil, jih osušili in ponovno izmerili maso.

Tabela 2: Prikaz izmerjenih mas vzorcev bioplastike pred topnostjo in po topnosti

	bioplastika iz krompirjevega škroba (ena žlica glicerola)	bioplastika iz krompirjevega škroba (dve žlici glicerola)	bioplastika iz jajčnih lupin	bioplastika iz mleka	bioplastika iz bananinih olupkov
voda	masa prej: 0,1 g masa potem: 0,19 g	masa prej: 0,11 g masa potem: 0,17 g	masa prej: 0,07 g masa potem: 0 g	masa prej: 0,08 g masa potem: 0,10 g	masa prej: 0,04 g masa potem: 0,09 g
etanol	masa prej: 0,1 g masa potem: 0,1 g	masa prej: 0,11 g masa potem: 0,09 g	masa prej: 0,07 g masa potem: 0,05 g	masa prej: 0,08 g masa potem: 0,09 g	masa prej: 0,04 g masa potem: 0,08 g
aceton	masa prej: 0,1 g masa potem: 0,09 g	masa prej: 0,11 g masa potem: 0,11 g	masa prej: 0,07 g masa potem: 0,06 g	masa prej: 0,08 g masa potem: 0,08 g	masa prej: 0,04 g masa potem: 0 g
heksan	masa prej: 0,1 g masa potem: 0,12 g	masa prej: 0,11 g masa potem: 0,11 g	masa prej: 0,07 g masa potem: 0,07 g	masa prej: 0,08 g masa potem: 0,08 g	masa prej: 0,04 g masa potem: 0,08 g

Masa bioplastike iz krompirjevega škroba se v večini primerov zmanjšuje ali pa je enaka prvotni masi, medtem ko se v vodi masa kar precej poveča. Odstopanja so pri heksanu – če bi meritev ponovili, predvidevamo, da bi se masa vzorca tudi v heksanu zmanjšala. Predpostavimo, da je lahko prišlo v primerih, kjer je masa enaka ali za 0,01 g večja, do napak. To pomeni, da se bioplastika v etanolu, heksanu in acetonu raztaplja. V vodi pride do vezave na biopolimer iz škroba (hidrofilnost polimerov), biopolimeri so v močni interakciji z vodo. Bioplastika na vodo ni odporna,

na bioplastiko se bo voda vezala. Masa se bioplastiki iz krompirjevega škroba poveča.

Masa bioplastike iz mleka se je zmanjšala v topilih etanol, aceton, heksan, medtem ko se je v vodi povečala, kar pomeni, da je topna tudi v teh topilih. Biopolimeri, ki so bili sintetizirani iz mleka, so hidrofilni, kar pomeni, da so v močni interakciji z vodo in zato posledično, ko se spremenijo v bioplastiko, niso odporni na vodo in jo privzemajo.

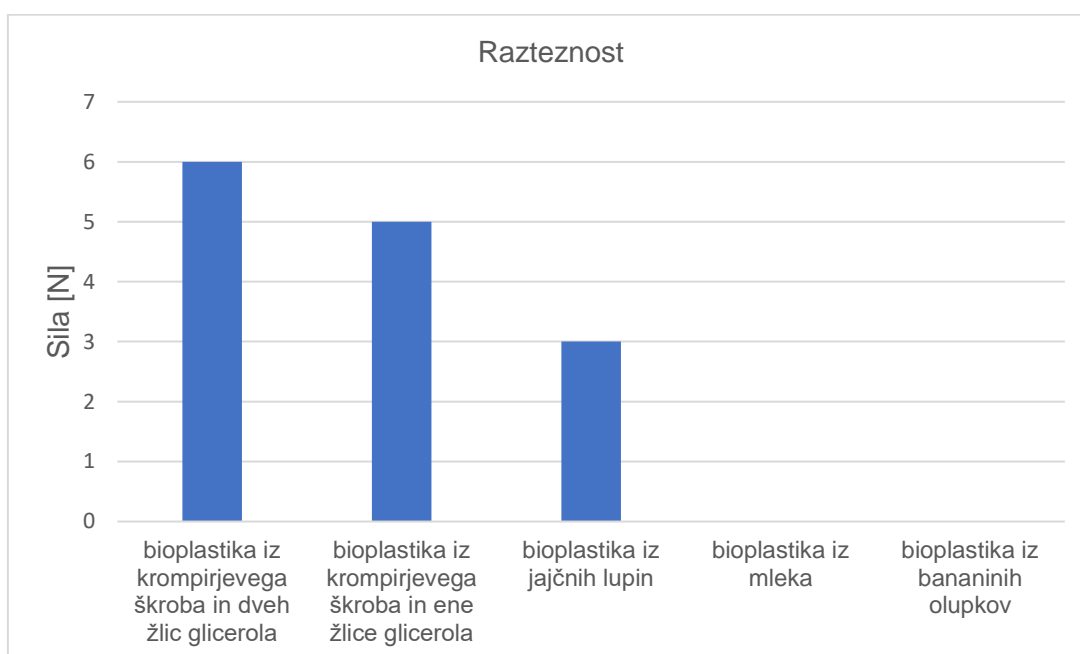
Masa bioplastike jajčne lupine se je v etanolu in acetonu zmanjšala, v vodi se je masa povečala, v heksanu je ostala enaka. Bioplastika iz jajčnih lupin se raztaplja v etanolu, acetonu in vodi, v heksanu se ne raztaplja. Ko smo pripravili mešanico jajčnih lupin, smo dobili polarno snov. Ko smo jajčne lupine zdrobili in jih dodali k sestavi snovi, smo dobili polarno snov. Jajčne lupine so polarne, tako kot so polarni etanol, aceton in voda. Za to velja preprosto pravilo v kemiji, ki pravi, da se podobno topi v podobnem. Heksan je nepolarno topilo, zato se v heksanu vzorec ni raztapljal. Etanol in škrob vsebujeta hidroksilno skupino, s pomočjo katere lahko sklepamo, da je ta vzrok, da etanol počasi raztaplja škrob in posledično tudi bioplastiko, saj tudi ta vsebuje škrob, ki smo ga dodali. Jajčne lupine so polarne, kot je navedeno v literaturi, zato je bioplastika iz jajčnih lupin polarna.

Masa bioplastike iz bananinih olupkov pri vseh vzorcih narašča, kar je dokaz, da se ne raztaplja v etanolu, heksanu in vodi. V acetonu se je vzorec bioplastike iz bananinih olupkov popolnoma raztopil.

Masa v vodi je pri vseh vzorcih, razen pri bioplastiki z jajčnimi lupinami, naraščala. To pomeni, da se vzorci ne raztapljajo v vodi. Sklepamo, da se bioplastike v vodi ne topijo zaradi hidrofilnosti. Biopolimeri so v močni interakciji z vodo. Ko se biopolimeri povežejo v bioplastiko, ta ni odporna proti vodi, ampak se voda nanje veže. Posledično se mase bioplastike v vodi povečajo.

4.1.2 Razteznost

Razteznost posameznih vzorcev smo merili z silomerom oz. vzmetno tehtnico. Na visečo vzmetno tehtnico, ki vzdrži največjo obremenitev 20 N, smo obesili posamezne vzorce ter z raztegom obremenili vzmet. Bolj kot se obremeni vzmet, večja sila deluje nanjo. Ko se je bioplastika začela trgati, smo odčitali razteznost posameznega vzorca.



Slika 10: Razteznost vzorcev

Z grafa je razvidno, da ima največjo razteznost bioplastika iz krompirjevega škroba, zato je tudi najbolj prožna. Dodane ima dve žlici glicerola. Glicerol daje bioplastiki elastičnost in prožnost (več kot ga je dodanega, večja je prožnost).

Vzorca bioplastike iz mleka in bananinih olupkov nista prožna, saj sta se pri raztegu silomera takoj pretrgala.

Bioplastika iz mleka se je izkazala za zelo trdo in krhko. Material ni bil dovolj prožen, da bi omogočil merjenje raztezanja na način, kot smo načrtovali. Sklepamo, da je morda primerna za druge namene, ni pa optimalna za uporabo, kjer sta potrebna fleksibilnost in razteznost.

Vzorec bioplastike iz bananinih olupkov bi morali še preučiti, da bi dosegli boljše ravnotežje med prožnostjo in trdnostjo. Možna izboljšanja bi vključevala dodajanje drugih sestavin, ki bi povečale elastičnost in stabilnost materiala. V prihodnosti bi bilo smiselno raziskati različne postopke obdelave bananinih olupkov, da bi dobili bolj uporabno bioplastiko.

Ugotovili smo, da je najboljša izmed nastalih bioplastik bioplastika iz krompirjevega škroba. Je dobro topna v organskih polarnih topilih ter odporna v vodi in heksanu. Ima največjo razteznost, zato je tudi najbolj prožna. Naša želja je, da si lahko vsak izdelava bioplastiko iz krompirjevega škroba, ki je cenovno dostopen ter v naravi razgradljiv material. Izdelali smo mini vrečko, ki je dokaz, da lahko ozaveščamo tudi šolski prostor, znanje prenesemo na učence in delujemo ekološko. Bioplastika iz krompirjevega škroba je biorazgradljiva, kar pomeni, da se razgradi v naravi v relativno kratkem času (nekaj mesecev ali let, odvisno od pogojev). To pripomore k zmanjšanju onesnaževanja okolja. Običajna plastika ni biorazgradljiva. Večina plastičnih izdelkov ostane v okolju več desetletij, kar prispeva k onesnaževanju, predvsem v oceanih in na deponijah. Bioplastika iz krompirjevega škroba je preprosta za izdelavo in manj energetska zahtevna, saj temelji na naravnih sestavinah. Potrebna je manjša količina kemikalij in je okolju prijazna. Običajna plastika je energetska intenzivna in vključuje uporabo naftnih derivatov, kar ima večji okoljski odtis in prispeva k izčrpanju naravnih virov. Še vedno obstajajo izzivi, kot so mehanske lastnosti in odpornost na temperaturo, ki omejujejo njeno širšo uporabo. Kljub temu je za aplikacije, kjer so potrebne ekološke rešitve, kot so biološko razgradljive embalaže ali enkratni izdelki, zelo obetavna.



Slika 11: Mini vrečka iz bioplastike krompirjevega škroba

4.1.3 Anketa v trgovinah

Anektirali smo mimoidoče kupce v trgovinah Lidl, Hofer in Spar, kjer imajo kupci možnost, da kupijo bio vrečke, ki vsebuje osnovno sestavino škrob, ki je okolju prijazna, razgradljiva in ponovno uporabna za kompostiranje. Spodnje tabele prikazujejo vprašanja in odgovore kupcev.

Tabela 3: Ali mislite, da navadne vrečke bolj onesnažujejo okolje kot bio vrečke?

	LIDL	HOFER	SPAR
OSEBA 1	Seveda, ker se navadne ne dajo reciklirati.	Da, saj so bio vrečke zgrajene iz bolj razgradljivih snovi.	Nisem siguren, ker ne vem, kaj bio vrečke vsebujejo.
OSEBA 2	Da, ker niso razgradljive.	Da, saj so plastične vrečke zgrajene iz raznovrstnih nevarnih snovi	Sliši se tako, a sem mnenja, da je v bio vrečkah tudi plastika.
OSEBA 3	Da, ker potrebujejo dalj časa, da se razgradijo.	Nisem prepričana, ampak mislim, da so bio vrečke manj škodljive.	Ja, mislim, da bi bilo treba uporabljati čim več bio vrečk.
OSEBA 4	Ja, ker so bolj trde.	Ne vem, saj ne poznam njihove zgradbe.	Mislim, da obe vrečki učinkujeta enako, saj uporabljam obe vrečki.
OSEBA 5	Ne, saj je vse plastika.	Ne vem zagotovo, ampak mislim, da so bio vrečke boljše.	/

Sklep: Rezultati raziskave kažejo, da obstaja precejšnja zmeda in pomanjkanje informacij med potrošniki glede bio vrečk in njihovega vpliva na okolje. Kljub temu da večina oseb meni, da so bio vrečke manj škodljive za okolje, še vedno obstaja skupina ljudi, ki niso prepričani, kaj bioplastika sploh je, iz česa je sestavljena in kakšen je njen dejanski vpliv na naravo. To kaže na potrebo po večjem izobraževanju in ozaveščanju o bioplastiki ter njenem pomenu za trajnostno okolje. Potrošniki bi morali biti bolje seznanjeni z razlikami med bioplastiko in navadno plastiko. Poleg tega je pomembno razjasniti, da bio vrečke, čeprav so narejene iz obnovljivih virov, niso vedno popolnoma brez vpliva na okolje, saj je njihova razgradnja odvisna od številnih dejavnikov, vključno z načinom njihovega kompostiranja.

Tabela 4: Kam odvržete bio in kam navadne vrečke?

	LIDL	HOFER	SPAR
OSEBA 1	Bio vrečke k bio odpadkom, navadne pa v koš za plastiko.	Bio vrečke k bio odpadkom, navadne pa k plastiki.	Navadne vržem v plastiko, za bio pa ne vem.
OSEBA 2	Navadne v plastiko, bio pa med komunalne odpadke.	Večinoma uporabljam plastične vrečke, ki jih odvržem v odpadke za plastiko.	Vedno uporabim navadno vrečko in jo odvržem v plastiko.
OSEBA 3	Oboje v smeti za plastiko.	Za bio ne vem, navadne pa odvržem v koš za plastiko.	Navadne skušam reciklirati, bio pa večkrat uporabim, nato pa recikliram.
OSEBA 4	Navadne v plastiko, bio pa pustim z biološkimi odpadki.	Obe vrsti vrečk odvržem v isti koš za odpadke.	Obe vrečki odvržem v enak koš.
OSEBA 5	Seveda oboje v plastiko.	Bio vrečke k bio odpadkom, navadne pa v koš za plastiko.	/

Sklep: Rezultati vprašanja kažejo, da je razumevanje pravilnega ravnanja z bio vrečkami še vedno zelo omejeno. Zdi se, da večina ljudi ne ločuje med bio vrečkami in navadnimi plastičnimi vrečkami ter ne pozna njihovega ustreznega odlaganja. Le en posameznik je pravilno odgovoril, da so bio vrečke primerne tudi za kompostiranje, kar nakazuje na pomanjkanje ozaveščenosti in zmede glede njihove uporabe in pravilnega odlaganja. To poudarja nujnost večje izobraževalne kampanje, ki bi pojasnila razliko med bioplastiko in navadnimi plastičnimi materiali ter jasno predstavila, kako naj bi z bio vrečkami pravilno ravnali po uporabi. Kljub temu pa je treba opozoriti, da bioplastika ni vedno brez vpliva na okolje, zato je pomembno tudi spodbujati ponovno uporabo vrečk in zmanjšanje njihove uporabe na splošno.

Tabela 5: Ali mislite, da bi v trgovinah potrebovali večje število bio vrečk?

	LIDL	HOFER	SPAR
OSEBA 1	Seveda, z njimi bi morali nadomestiti navadne.	Da, saj so manj škodljive za okolje.	Do zdaj na to nisem pomislil, ampak morda bi bilo pametno.
OSEBA 2	Mislím, da ja, ker bio vrečke manj obremenjujejo okolje.	Mislím, da bi bila to dobra ideja.	Ne, ne zdi se mi tako ravno zato, ker sem prepričana, da niso narejene povsem naravno.
OSEBA 3	Ne, ker lahko uporabljamo takšne za večkratno uporabo	Po vsej verjetnosti bi bilo to dobro.	Da, to se mi zdi izvrstna zamisel.
OSEBA 4	Da, ampak bi morale biti zastoj.	Mislím, da ni pomembno, ker obe vrečki onesnažujeta enako.	Vseeno mi je, saj se mi zdi, da je njihova funkcija enaka.
OSEBA 5	Ne, vrečke bi morali ukiniti.	V primeru, da so bio vrečke res manj nevarne, bi bila to zelo dobra ideja.	/

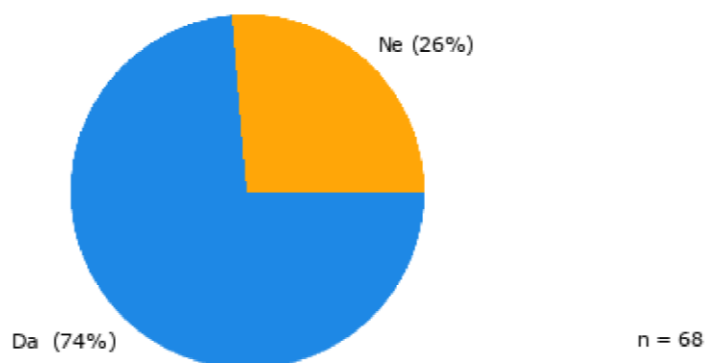
Sklep: Rezultati ankete kažejo, da se večina ljudi strinja, da bi v trgovinah potrebovali večje število bio vrečk, vendar pa hkrati opozarjajo, da bi morale biti te vrečke brezplačne. To nakazuje, da so potrošniki pripravljeni sprejeti bio vrečke kot alternativo plastičnim vrečkam, vendar jih pogosto ne vidijo kot nekaj, kar bi morali plačati, ker menijo, da bi morale biti brezplačne, saj se predstavljajo kot okolju prijazna izbira. Morda bi bilo smiselno uvesti pristop, kjer bi bio vrečke bile na voljo po simbolični ceni, ki bi pokrila stroške njihove proizvodnje, vendar pa bi cena še vedno spodbujala njihovo uporabo namesto plastičnih vrečk. Alternativno bi lahko trgovine uvedle spodbude, kot so brezplačne bio vrečke ob določenih nakupih, s ciljem, da potrošnike spodbudijo k večji uporabi trajnostnih alternativ.

4.1.4 Anketa – Kako dobro osmo- in devetošolci poznajo bioplastiko?

Anketa je delno povzeta po Peternelj (2018: 28 – 47).

Za namen raziskovalne naloge smo anketirali učence osmega in devetega razreda glede poznavanja bioplastike. Anketo je rešilo 68 učencev.

Vprašanje, ki se nanaša na spodnji graf: »Ali si že kdaj slišal za bioplastiko?«

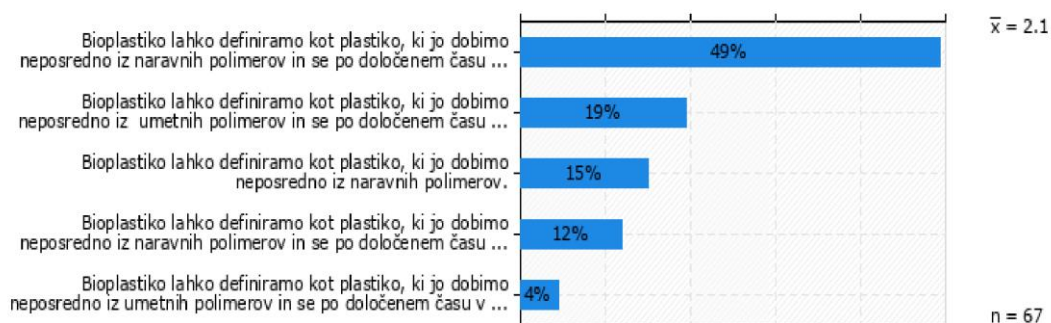


Slika 12: Odgovor učenk in učencev pri prvem vprašanju

Pri vprašanju izbirnega tipa, so morali učenci izbrati med odgovoroma DA ali NE. Za odgovor DA se je odločilo 74 % učencev, kar je spodbuden rezultat, saj pomeni, da se ozaveščenost o bioplastiki med mladimi ljudmi že spreminja, kar je ključnega pomena za prihodnost trajnostnega ravnanja z materiali.

Spodnji graf prikazuje rezultate za naslednje: »Obkroži popolnoma pravilno definicijo bioplastike.«

Učenci so morali izbrati opis, ki je najboljše definiral bioplastiko, ki jo delimo na vir. Pravilen odgovor je bil prvi, ki govori, da bioplastiko lahko definiramo kot plastiko, ki jo dobimo neposredno iz naravnih polimerov in se po določenem času razgradijo.

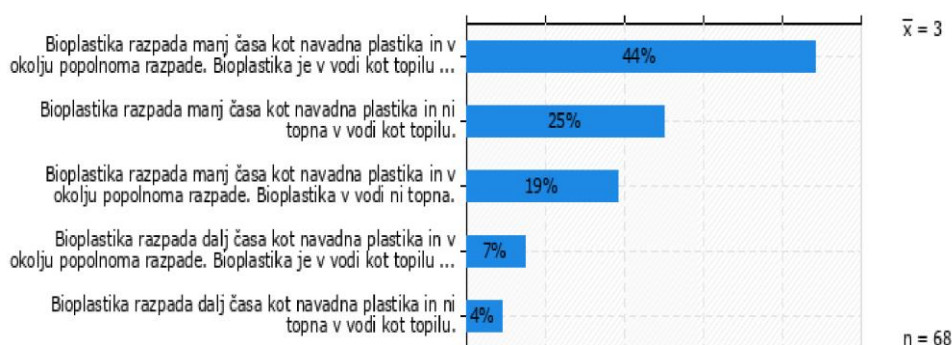


Slika 13: Odgovori učencev pri drugem vprašanju

Uspešnost učencev je bila 49 %, zato sklepamo, da učenci poznajo definicijo, kako delimo bioplastiko glede na vir. Preostali, ki so odgovorili napačno, niso bili pozorni pri branju ali pa za definicijo še niso slišali. Eden učenec ni podal odgovora.

Nadalje smo učence prosili, da označijo pravilno trditev glede razpada bioplastike v vodi in okolju.

Učenci so morali med odgovori izbrati popolnoma pravilno trditev, ki temelji na razpadu in topnosti bioplastike. Med naštetimi odgovori so morali izbrati pravilen odgovor, ki govori, da bioplastika razpada manj časa kot navadna plastika in v okolju popolnoma razpade. Bioplastika v vodi ni topna. Vsi ostali odgovori so bili napačni ali nepopolni.

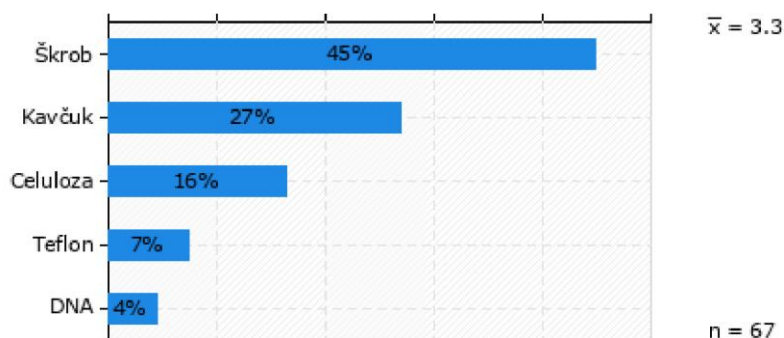


Slika 14: Odgovori učencev pri tretjem vprašanju

Tretje vprašanje je pravilno rešilo le 19 % učencev. Delež pravih odgovorov je kar precej nizek. Za učence, ki niso izbrali pravih odgovorov, lahko sklepamo, da ne poznajo definicije za opis razpada in topnosti bioplastike ali pa so bili nepozorni pri branju trditev, ker so si te zelo podobne. Eden učenec ni podal odgovora.

Vprašanje, ki se nanaša na spodnji graf: »Iz katerih snovi je najpogosteje izdelana bioplastika?«

Četrto vprašanje je bilo izbirnega tipa, učenci pa so morali izbrati dve snovi, iz katerih je najpogosteje izdelana bioplastika. Pravilna odgovora sta bila škrob in celuloza.



Slika 15: Uspešnost učencev pri četrtem vprašanju

Iz rezultatov lahko sklepamo, da škrob pozna skoraj polovica učencev, za celulozo pa je vedelo le 16 % učencev. Eden učenec ni podal odgovora.

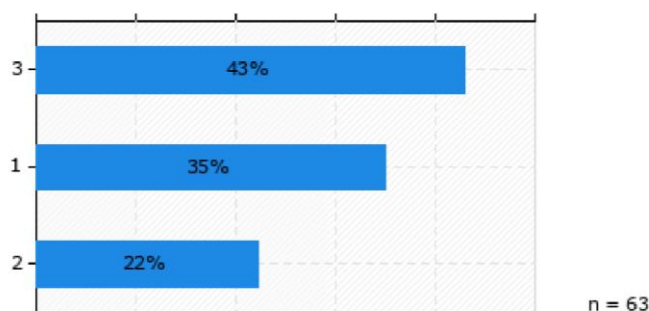
Vprašanje pet je zapisano v tabeli.

Tabela 6: Odgovori učencev na zastavljeno vprašanje

Q5	Napiši vsaj tri prednosti bioplastike v primerjavi z navadno (sintezno) plastiko.
	Hitreje se razgradi ni strupena in je boljša za okolje.
	Varnost za zdravje, kompostiranje.
	Prej se razgradi, naredimo jo lahko doma, je cenejša.
	Manj plastike v okolju.
	Se hitreje razgradi.
	Prijazna je okolju.
	Lahko jo recikliramo.
	Majn onesnaževanja, kompostiranje, varnost za zdravje.
	Hitreje razpade.
	Varuje okolje, obnavlja plastiko.
	Hitreje se razgradi.
	Bio, naravno, hitreje razgradljivo.
	Okolju prijazno, ceneje, bolj učinkovito.
	Se razgradi v naravi, jo lahko zavržemo v kompost.
	Bolj prijazna okolju.
	Vključuje uporabo obnovljivih surovin, njena proizvodnja zmanjšuje količino biološko nerazgradljivih odpadkov, ki onesnažujejo okolje, ne vsebuje zdravju škodljivih dodatkov.

Učenci so se pri odgovorih pretežno osredotočili na odgovore, kot so: jo lahko recikliramo, je okolju prijazna, bolj učinkovita, varna za zdravje ... Sklepamo, da so učenci o prednostih bioplastike v primerjavi z navadno plastiko kar dobro seznanjeni in ozaveščeni.

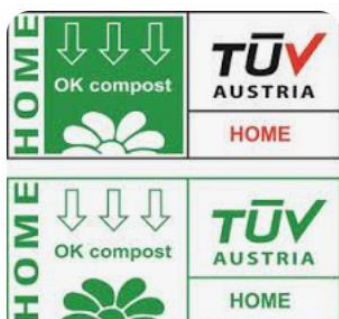
Nadalje smo učence pozvali, da izberejo oznako, ki prikazuje oznako za bioplastični material. Učenci so morali izbrati oznako, ki je na bio vrečkah.



Slika 16: Uspešnost učencev pri šestem vprašanju

Slike, med katerimi so izbirali učenci.

a)



Slika 17: Certifikat biorazgradljivosti. Povzeto po: <https://www.greenhive.io/certifications/tuv-austria-ok-compost> (pridobljeno: 20. 2. 2025)

b)



Slika 18: Certifikat za kmetijstvo in gozdarstvo. Povzeto po: <https://www.dezeladozivetijlog.si/znamke/eko-si-certifikat-eu/> (pridobljeno: 20. 2. 2025)

c)



Slika 19: Certifikat na plastični embalaži. Povzeto po: <https://www.zurnal24.si/trajnostno/veste-kaj-pomenijo-stevilke-2-4-in-5-na-plasticni-embalazi-418548> (pridobljeno 20. 2. 2025)

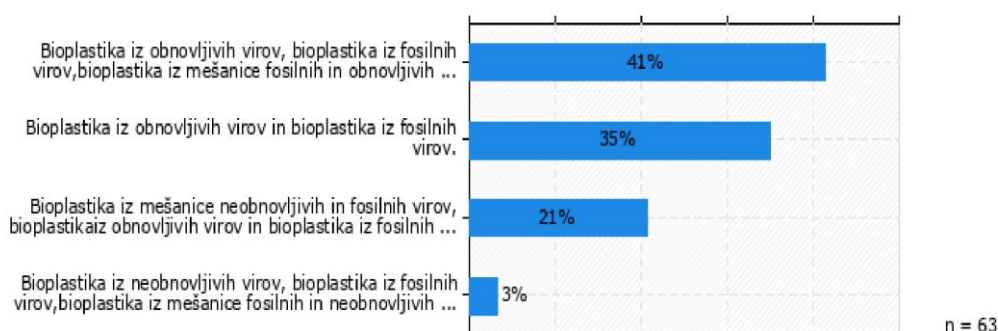
Za pravilen odgovor se je odločilo 43 % učencev. 35 % učencev je izbralo sliko, ki je podobna oznaki za bioplastiko. Dobra rešitev bi bila ozaveščanje o oznakah bioplastike in v bodoče narediti kakšno šolsko razstavo. Pet učencev ni podalo odgovora.

Pri sedmem vprašanju so morali učenci zapisati dva izdelka iz trde bioplastike in mehke, upogljive bioplastike. Iz odgovorov sklepamo, da učenci v večini poznajo po dva primera iz trde bioplastike in mehke, upogljive bioplastike. Naključno smo izbrali nekaj odgovorov.

Tabela 7: Odgovori učencev na zastavljeno sedmo vprašanje

Odgovori						
pločevinka tetrapak razgradljiva plastična vrečka	torba, vreča, plastenka, slamica	slamica kozarček	pripor za enkratno uporabo	papir	plastična vrečka za sadje in zelenjavo	vrečke v šparu, v hoferju, plastična posoda za hrano

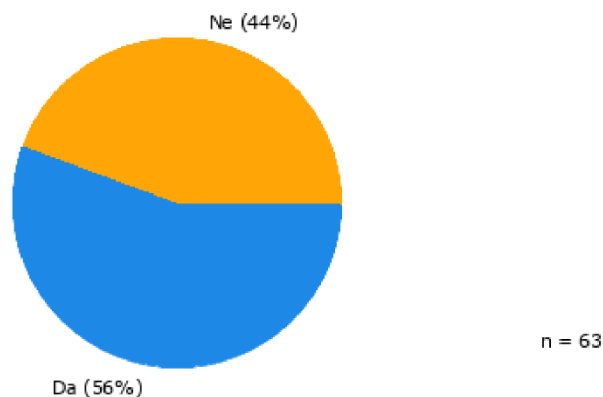
Pri osmem vprašanju izbirnega tipa so morali učenci izbrati pravi odgovor, ki najbolje definira bioplastiko, ki jo delimo glede na vir. Pravi odgovor pravi, da je bioplastika iz obnovljivih virov, bioplastika iz fosilnih virov, bioplastika iz mešanice fosilnih in obnovljivih virov. Ostali odgovori so nepravilni.



Slika 20: Uspešnost učencev pri osmem vprašanju

Ugotovili smo, da je pravilno odgovorilo 41 % učencev, kar pomeni, niso dobro seznanjeni z delitvijo bioplastike glede na vir. Pet učencev ni podalo odgovora.

Na deveto vprašanje so morali učenci odgovoriti z DA ali NE. Vprašanje je bilo izbirnega tipa in se je glasilo: »Ali meniš, da bi morali navadno plastiko nadomestiti z bioplastiko pri vseh izdelkih?«



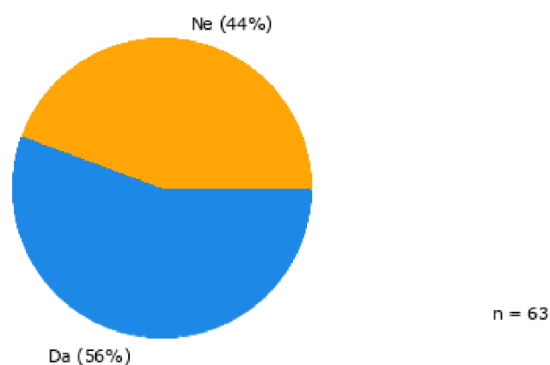
Slika 21: Odgovori učencev pri devetem vprašanju

Učenci so odgovorili, da bi nadomestili bioplastiko z navadno plastiko v 56 %, še vedno pa ni takega mnenja kar 44 % učencev. Pet učencev ni podalo odgovora. Na to vprašanje se navezuje še podvprašanje, na katerega je odgovorilo 56 % učencev. Odgovori so zapisani v spodnji tabeli.

Tabela 8: Odgovori učencev na vprašanje.

Q10	Zakaj bi morali to storiti? (Navezuje se na vprašanje št. 9)
	Manj onesnaževanja za okolje.
	Zato, ker se bi hitreje razgradila.
	Ker je bolj prijazna okolju.
	Ker je boljše za naravo in živali.
	Recikliranje.
	Lažje se reciklira kot navadna plastika.
	Manj mikroplastike.
	Ker nafta ni obnovljiv vir.

Vprašanje, ki se nanaša na spodnji graf, se je glasilo: »Ali se doma poslužujete bio vrečk?« Deseto vprašanje je bilo izbirnega tipa, kjer so učenci odgovarjali na vprašanje z DA ali NE.



Slika 22: Odgovori učencev pri desetem vprašanju

Kar veliko ljudi se ne poslužuje bio vrečk. 44 % ljudi ne uporablja bio vrečk v vsakdanjem življenju, kar lahko nakazuje na več različnih dejavnikov. Najverjetnejši razlogi za to so lahko pomanjkanje dostopa do bio vrečk, nezadostno poznavanje njihovih prednosti ali pa enostavnost uporabe običajnih plastičnih vrečk, ki so pogosto bolj dostopne in cenejše. Prav tako bi lahko na rezultat vplivalo pomanjkanje motivacije za uporabo bio vrečk doma, saj se mnogi ljudje morda ne zavedajo dovolj dolgoročnih koristi, ki jih prinaša zmanjšanje uporabe plastike in povečanje uporabe bioplastičnih materialov. Poleg tega je možno, da učenci uporabljajo bio vrečke predvsem pri nakupih v trgovinah, vendar jih doma ne uporabljajo za shranjevanje ali druge namene (kompostiranje). To nakazuje, da bi bilo treba nadalje spodbujati uporabo bio vrečk tudi v domačem okolju, kjer bi bile še posebej koristne za zmanjšanje plastičnih odpadkov. Pet učencev ni podalo odgovora.

56 % učencev je odgovorilo na podvprašanje, in sicer s kakšnim namenom uporabljajo učenci bio vrečke. Odgovori so naključno izbrani in se ne ponavljajo.

Tabela 9: Odgovori učencev na vprašanje

Q12	V kakšne namene jih uporabljate?
	Za biološke odpadke.
	Vrečke za hrano.
	Bio vrečke za odvečno hrano.
	Za zelenjavo.
	Za kompostiranje.

Rezultati ankete kažejo, da učenci uporabljajo bio vrečke za različne namene, kar nakazuje, da se zavedajo njihove uporabnosti pri zmanjševanju plastičnih odpadkov. Najpogosteje jih uporabljajo za biološke odpadke, kar je pozitiven znak, saj je to ena izmed glavnih prednosti bio vrečk, ker omogočajo lažje kompostiranje in zmanjšanje okolijske obremenitve. Poleg tega jih uporabljajo za shranjevanje hrane, zelenjave in odvečne hrane, kar prav tako kaže na povečano ozaveščenost o možnostih uporabe teh vrečk v vsakdanjem življenju.

Zanimiv je tudi podatek, da učenci bio vrečke uporabljajo za kompostiranje, kar je korak v pravo smer, saj pomeni, da prepoznavajo njihov potencial za zmanjšanje odpadkov in spodbujajo trajnostne prakse v svojem okolju. Slednje nakazuje, da je uporaba bio vrečk v domačem okolju še vedno v fazi uvajanja, vendar že prinaša pozitivne učinke, ki lahko dolgoročno pripomorejo k zmanjšanju uporabe plastičnih vrečk in večji skrbi za okolje.

5 RAZPRAVA

V okviru raziskovalne naloge smo se osredotočili na raziskovanje bioplastike s poudarkom na doma narejeni bioplastiki iz krompirjevega škroba. Namen raziskave je bil ugotoviti, kakšne lastnosti ima bioplastika, izdelana doma, ter proučiti njeno primerjavo z industrijsko proizvedenimi bioplastičnimi materiali. Raziskava je vključevala tako fizikalne in kemijske poskuse kot tudi analizo mnenj in znanja ljudi o bioplastiki. Pisanje naloge in raziskovanje je bilo občasno naporno vendar se nam je obrestovalo, saj smo prišli do spoznanj, da lahko veliko naredimo tako v šolski skupnosti kot tudi v domačem okolju in naše ideje razvijamo še naprej.

6 ZAKLJUČEK

Pri nastajanju raziskovalne naloge smo se veliko naučili. Nikoli si nismo predstavljali, kako uporabna in zanimiva je bioplastika, o njenem vplivu na okolje in celo kako narediti svojo bioplastiko doma iz vsakdanjih materialov, za katere bi mislili, da so nekoristni in neuporabni, kot so npr. bananini olupki, jajčne lupine, krompirjev škrob in mleko. S svojo raziskavo lahko ozaveščamo ljudi o koristnih lastnostih bioplastike in o škodljivih lastnosti navadne plastike. Rezultati naše raziskave so pokazali, da je doma narejena bioplastika iz krompirjevega škroba precej obetavna kot alternativa tradicionalni plastiki, vendar pa je potrebna nadaljnja optimizacija. Bioplastika, ki smo jo izdelali, je razmeroma trdna, vendar omejena v svoji raztegljivosti in odpornosti na nekatere topne snovi. V prihodnosti bi bilo smiselno raziskati možnost izboljšanja njene elastičnosti ter odpornosti na topila z dodajanjem drugih naravnih materialov ali z uporabo različnih postopkov obdelave. Poleg tega bi bilo treba razširiti ozaveščanje o prednostih doma narejene bioplastike ter pojasniti, kako jo pravilno uporabljati in reciklirati. Kljub temu pa se zdi, da ima bioplastika iz krompirjevega škroba velik potencial kot trajnostna alternativa plastičnim materialom, še posebej v domačih in manjših industrijskih nastavitvah.

Hipoteza 1: Uporaba naravnih sestavin, kot so škrob, jajčne lupine, bananini olupki, mleko, za proizvodnjo bioplastike omogoča razvoj trajnostnih, biorazgradljivih materialov in manjši negativen vpliv na okolje. Hipoteza je potrjena.

Hipoteza 2: V šolskem laboratoriju lahko sami naredimo bioplastiko iz škroba, mleka in organskih ostankov (jajčne lupine, bananini olupki). Hipoteza je potrjena. Iz vseh snovi smo v šolskem laboratoriju naredili bioplastiko.

Hipoteza 3: Na mehanske lastnosti bioplastike iz krompirjevega škroba, izdelanega v šolskem laboratoriju, vpliva dodana količina glicerola. Hipoteza je potrjena. Pri krompirjevem škrobu smo v prvi vzorec dali eno žlico glicerola, v drugega pa dve žlici glicerola. Pri vzorcu z dvema žlicama je bila razteznost večja, kar je dokaz za večjo elastičnost in prožnost.

Hipoteza 4: Masa »šolske« bioplastike se bo ob prisotnosti vode, etanola, heksana in acetona zmanjšala pri več kot polovici vzorcev. Hipoteza je delno potrjena. Masa posameznih vzorcev se je zmanjšala le pri nekaj vzorcih. Na podlagi teh ugotovitev zaključujemo, da hipoteza ne drži v celoti, saj je bila masa bioplastike pri kar nekaj vzorcih enaka ali večja ob izpostavljenosti vsem proučevanim topilom. To nakazuje na morebitne vplive drugih dejavnikov, kot so absorpcija topil, različna sestava bioplastike ali eksperimentalne napake.

Šolska bioplastika ni dosledno topna ali razgradljiva v proučevanih topilih, kar bi lahko zahtevalo nadaljnje raziskave o njenih lastnostih in odpornostih.

Hipoteza 5: Na proces izdelave bioplastike vplivajo različni fizikalni procesi, kot so količina dovedene toplotne energije (temperatura) in intenziteta mešanja. Hipoteza je potrjena. Pri samem procesu eksperimentalnega dela smo pazili na dovedeno toploto in intenziteto mešanja, da smo dobili ustrezen rezultat. Bioplastika iz mleka je bila po sušenju v pečici trda, zato smo jo s težavo odstranili iz petrijevke. Lahko bi jo pustili sušiti na zraku in bi bila bolj prožna, za to ugotovitev bi morali ponoviti poskus.

Hipoteza 6: Najbolj primerna in cenovno ugodna je bioplastika, izdelana v šolskem laboratoriju iz domačega krompirja. Hipoteza je potrjena. Naša raziskava je pokazala, da je proizvodnja bioplastike iz domačega krompirja cenovno ugodna, saj so osnovne sestavine, kot so krompirjev škrob in druge naravne sestavine, široko dostopne in poceni. Krompir, ki je osnovna sestavina, je enostavno pridobiti in je pogosto prisoten v vsakem gospodinjstvu, kar omogoča nizke stroške proizvodnje. Postopek izdelave je preprost in lahko izvedljiv tudi v šolskem laboratoriju, kar pomeni, da niso potrebna draga oprema ali posebna strokovna znanja.

7 LITERATURA IN VIRI

Aceton. Wikipedija, prosta enciklopedija 2025. Dostopno na: <https://sl.wikipedia.org/wiki/Aceton> (13. 2. 2025).

Benko J., 2021. Domača bioplastika iz krompirja. Raziskovalna naloga. Murska Sobota: Osnovna šola II. Murska Sobota.

Bračič M., Loboda K., 2022. Kakšen vpliv ima doma narejena bioplastika na okolje. Raziskovalna naloga. Laporje: OŠ Gustava Šiliha Laporje.

CheSSE. 2023. Sinteza bioplastike iz bananinih olupkov. (Word dokument). 7 strani. Dostopno na: https://chesse.org/wp-content/uploads/SI_Synthesis-of-bioplastic-from-banana-peel-STUDENT-step-by-step-version.docx (12. 2. 2025).

Devetak I., 2021. Navodilo za samostojno problemsko eksperimentalno delo. Dostopno na: <https://dissislovenia.splet.arnes.si/files/2021/09/Navodila-za-samostojno-problemsko-eksperimentalno-delo-za-na-splet.pdf> (13. 2. 2025).

Kešpert B., Klančar P., Preverjanje biorazgradljivosti bioplastike. Raziskovalna naloga. Celje: I. Gimnazija v Celju.

Ključ do globalnega življenja, Digitalna sprememba narave. Bioplastika iz mleka in kisa. Dostopno na: chrome-extension://efaidnbmnnnibpajpcgglefindmkaj/https://digitalchangeon.com/wp-content/uploads/2023/11/Slv_E2.pdf (18. 2. 2025).

Likeb, T., Bioplastika. 2019. Raziskovalna naloga. Celje: Šolski Center Celje, Srednja šola za kemije, elektrotehniko in računalništvo. Dostopno na: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpajpcgglefindmkaj/https://www.knjiznica-celje.si/raziskovalne/4201904041.pdf> (15. 2. 2025).

Peternelj, A., 2018. Vključevanje vsebin o bioplastiki v pouk kemije. Magistrsko delo. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta. Dostopno na: chrome-extension://efaidnbmnnnibpajpcgglefindmkaj/file:///D:/RN_2024-25/mag.naloga_pdf.pdf (15. 2. 2025).

Polimer. Wikipedija, prosta enciklopedija 2024. Dostopno na: <https://sl.wikipedia.org/wiki/Polimer> (13. 2. 2025).

Rajh, I., 2017. Vsaka medalja ima dve plasti – miti o plastiki, Ekologi brez meja. Dostopno na: <https://ebm.si/prispevki/vsaka-medalja-ima-dve-plati-miti-o-bioplastiki> (19. 2. 2025).

Slapničar M., Kolaković N., 2022. Kemija 9: Samostojni delovni zvezek s poskusi za kemijo v devetem razredu osnovne šole. Ljubljana: Mladinska knjiga d. d.

Smrdu, A., 2011. Učbenik za kemijo v 9. razredu devetletne osnovne šole. Od molekule do makromolekule. Ljubljana: Jutro.

8 PRILOGE

Smo Julijan Jelen, Brianna Pinter in Neja Dvanajščak in vas prosimo, da rešite našo anketo o bioplastiki. S klikom na "Naslednja stran" pričnite anketo.

Q1 - Ali si že kdaj slišal za bioplastiko?

- Da
- Ne

Q2 - Obkroži popolnoma pravilno definicijo bioplastike.

- Bioplastiko lahko definiramo kot plastiko, ki jo dobimo neposredno iz naravnih polimerov in se po določenem času v naravi razgradi.
- Bioplastiko lahko definiramo kot plastiko, ki jo dobimo neposredno iz umetnih polimerov in se po določenem času v naravi razgradi.
- Bioplastiko lahko definiramo kot plastiko, ki jo dobimo neposredno iz naravnih polimerov in se po določenem času v naravi ne razgradi.
- Bioplastiko lahko definiramo kot plastiko, ki jo dobimo neposredno iz naravnih polimerov.
- Bioplastiko lahko definiramo kot plastiko, ki jo dobimo neposredno iz umetnih polimerov in se po določenem času v naravi ne razgradi.

Q3 - Razpad bioplastike v vodi in okolju. Označi pravilno trditev.

- Bioplastika razpada dalj časa kot navadna plastika in ni topna v vodi kot topilu.
- Bioplastika razpada manj časa kot navadna plastika in ni topna v vodi kot topilu.
- Bioplastika razpada manj časa kot navadna plastika in v okolju popolnoma razpade. Bioplastika je v vodi kot topilu topna, vendar se začne topiti šele po določenem času.
- Bioplastika razpada manj časa kot navadna plastika in v okolju popolnoma razpade. Bioplastika v vodi ni topna.
- Bioplastika razpada dalj časa kot navadna plastika in v okolju popolnoma razpade. Bioplastika je v vodi kot topilu topna, vendar se začne topiti šele po določenem času.

Q4 - Iz katerih snovi je najpogosteje izdelana bioplastika?

- DNA
- Celuloza
- Kavčuk
- Škrob
- Teflon

Q5 - Napiši vsaj tri prednosti bioplastike v primerjavi z navadno (sintezno) plastiko.

Q6 - Izberi oznako, ki prikazuje oznako za bioplastični material.



Q7 - Zapiši dva izdelka iz trde bioplastike in mehke, upogljive bioplastike.

Q8 - Kako delimo bio plastiko glede na vir?

- Bioplastika iz obnovljivih virov in bioplastika iz fosilnih virov.
- Bioplastika iz obnovljivih virov, bioplastika iz fosilnih virov, bioplastika iz mešanice fosilnih in obnovljivih virov.
- Bioplastika iz mešanice neobnovljivih in fosilnih virov, bioplastika iz obnovljivih virov in bioplastika iz fosilnih virov.
- Bioplastika iz neobnovljivih virov, bioplastika iz fosilnih virov, bioplastika iz mešanice fosilnih in neobnovljivih virov.

Q9 - Ali meniš, da bi morali navadno plastiko nadomestiti z bioplastiko pri vseh izdelkih?

- Da
- Ne

IF (1) Q9 = [1]

Q10 - Zakaj bi morali to storiti? (navezuje se na vprašanje 9)

Q11 - Ali se doma poslužujete uporabe bio razgradljivih vrečk?

- Da
- Ne

IF (2) Q11 = [1]

Q12 - V kakšne namene jih uporabljate?
