

ŠOLSKI CENTER PTUJ
BIOTEHNIŠKA ŠOLA

Monika Fuks, Nik Štebih

PROIZVODNJA IN UPORABA BIOOGLJA

Raziskovalna naloga
Področje: Druga področja - Kmetijstvo

Ptuj, marec 2019



Raziskovalna naloga

PROIZVODNJA IN UPORABA BIOOGLJA

Dijaka: Monika Fuks, Nik Štebih

Smer: Šolski center Ptuj, Biotehniška šola

Program SSI: Okoljevarstveni tehnik

Mentorici: mag. Gabrijela Plateis, univ. dipl. inž. kmetijstva
Darja Hanželič, dipl. inž. kmetijstva

Lektor/ica: Majda Klemenčič, prof.

Ptuj, marec 2019

ZAHVALA

Zahvaljujeva se najini mentorici mag. Gabrijeli Plateis za strokovno pomoč, potrpežljivost in svetovanje pri izdelavi raziskovalne naloge.

Zahvaljujeva se tudi somentorici ge. Darji Hanželič za strokovno svetovanje, pomoč pri načrtovanju in izvedbi poskusa ter zbiranju informacij za pisanje raziskovalne naloge.

Najlepša hvala tudi razredničarki in lektorici ge. Majdi Klemenčič.

PROIZVODNJA IN UPORABA BIOOGLJA

Ključne besede: oglje, bioogljje, biomasa, piroliza, rast rastlin, rodovitnost tal, rastni poskus.

POVZETEK

V nalogi raziskujeva področje proizvodnje in uporabe biooglja. V zadnjem času postaja ponudba biooglja za različne namene vedno bolj aktualna. V uvodnem delu naloge sva s pomočjo objav v literaturi pregledala postopke proizvodnje biooglja in ponudbo tega proizvoda na tržišču v Sloveniji.

Ugotavljava, da v Sloveniji lahko najdemo kar nekaj ponudnikov substratov z dodanim bioogljem ali proizvodov čistega biooglja za različne namene.

Oba prihajava s kmetij v okolici Ptuja in bi na domačih kmetijah želela obdelovati kmetijska zemljišča na naravi prijazen ekološki način. »Bioogljje« je ekološki dodatek tlom, ki trajno regenerira strukturo zemlje ter omogoča trajno povečanje njene rodovitnosti.

V nalogi sva ocenila proizvodnjo odpadne rastlinske (in živalske) biomase na domačih kmetijah Fuks in Štebih, saj razmišljava o možnosti tovrstne predelave odpadkov z domačih kmetij in posledično trženje takšnega proizvoda.

Del opravljene raziskave predstavlja anketiranje vzorca populacije ljudi o poznavanju biooglja. Iz analiz 114 odgovorov na anketna vprašanja ugotavljamo, da razmeroma malo ljudi (le 26 %) bioogljje prepozna kot koristen dodatek za rast rastlin, le 8 % anketiranih pa je bioogljje že uporabljalo.

V nadaljevanju naloge sva izvedla rastni poskus (mikroposkus) s katerim sva ugotavljala vpliv dodanega biooglja na rast solate. Ugotovila sva, da sadike v tleh z dodanim bioogljem rastejo bolje. Solata na gredi, tretirani z bioogljem, je pokazala nekoliko višji pridelek; posamezne rastline so imele povprečno za 3,6 cm večje rozete kot solate v kontrolni skupini in za povprečno okrog 10 g večji skupni in tržni pridelek. S tem potrjujeva zastavljeno raziskovalno vprašanje, da dodajanja biooglja v tla, izboljša rast rastlin.

Predvidevava, da je pridelava biooglja tržno zanimiva in predstavlja eno izmed možnosti uporabe in predelave odvečne biomase na kmetijah v Sloveniji. Ob medsebojnem sodelovanju večjega števila kmetij bi lahko zbirali zadostne količine biomase za opravljanje tovrstne dopolnilne dejavnosti na kmetiji.

THE PRODUCTION AND USE OF BIOCHAR

Key words: charcoal, biochar, biomass, pyrolysis, plant growth, soil fertility, growing experiment.

ABSTRACT

In our paper we research the field of production and use of biochar. In recent times, the supply of biochar for various purposes has become increasingly topical. In the introductory part of the paper, we reviewed the procedures for the production of biochar and the supply of this product on the market in Slovenia through literature publication. We find that in Slovenia we can find quite a few providers of substrates with added biochar or pure biochar products for various purposes.

We both come from farms near Ptuj and want to farm agricultural land in a naturally friendly ecological way on domestic farms. "Biochar" is an ecological soil supplement which permanently regenerates the structure of the soil and allows permanent increase in its fertility. In the task, we assessed the production of plant and animal waste biomass on the domestic farms Fuks and Štebih, considering the possibility of such processing of waste from domestic farms and consequently the marketing of such a product.

A part of the research carried out was a survey of a sample of the population of people on their knowledge of biochar. From the analyses of 114 responses on our survey questions, we find that relatively few people (only 26 %) recognize biochar as a useful plant growth supplement and only 8 % of respondents already used biofuel.

In the continuation of our paper, we carried out a growing experiment with which we determined the influence of biochar on salad growth. We have found that seedlings in soil with added biochar are growing better. We found that the salad on the shaft treated with biochar showed a slightly higher yield; individual plants had an average 3.6 cm larger rosette than salads in the control group and an average of 10 g higher total and market yield. This confirms the hypothesis that adding biochar to the soil improves the growth of plants.

It is assumed that the production of biochar is commercially interesting and represents one of the possibilities of using and processing excess biomass on farms in Slovenia. With the cooperation of several farms, it would be possible to collect sufficient quantities of biomass to carry out this kind of supplementary activity on the farm.

KAZALO

1	UVOD.....	10
2	PREGLED OBJAV – PROIZVODNJA IN UPORABA BIOOGLJA V KMETIJSTVU	11
	2.1 PRIDOBIVANJE BIOOGLJA IN NJEGOVE LASTNOSTI	14
3	PONUDBA BIOOGLJA ZA IZBOLJŠEVANJE TAL V SLOVENIJI.....	19
4	RAZISKOVALNI DEL NALOGE	22
	4.1 OCENA KOLIČINE ODPADNE BIOMASE NA KMETIJAH FUKS IN ŠTEBIH Z RAZPRAVO	22
	4.2 ANKETA O POZNAVANJU BIOOGLJA Z RAZPRAVO	26
	4.3 MIKROPOSKUS ZA UGOTAVLJANJE UČINKOVITOSTI IZBOLJŠEVANJA TAL Z BIOOGLJEM	30
5	REZULTATI POSKUSA Z RAZPRAVO.....	33
6	ZAKLJUČNE UGOTOVITVE.....	39
7	LITERATURA	41

SEZNAM SLIK

Slika 1:	Različni viri pridobivanja biomase.....	11
Slika 2:	Talni profil v prečnem prerezu črne zemlje (Terra preta) levo in osiromašenih amazonskih tal (https://biochar-international.org/soil-health/).....	12
Slika 3:	Koristi biooglja za tla in ozračje.....	13
Slika 4:	Prikaz piroliznega postopka v podjetju za pridobivanje biooglja Sonnenerde	16
Slika 5:	Struktura biooglja pod mikroskopom.....	17
Slika 6:	Prikaz vezanja delcev na aktivno oglje	17
Slika 7:	Izdelek GroChar	19
Slika 8:	Vetisa Biooglje, 20-l pakiranje.....	20
Slika 9:	Proizvod Slovenko Biooglje.....	20
Slika 10:	Izdelek Biooglje Ograček.....	21
Slika 11:	Struktura spola anketiranih.....	26
Slika 12:	Starostna struktura anketiranih	26

Slika 13: Izobrazbena struktura anketiranih	27
Slika 14: Poznavanje biooglja med anketiranimi	27
Slika 15: Uporaba biooglja med anketiranimi	28
Slika 16: Odgovori na vprašanje: "Ste na trgu v Sloveniji že zasledili biooglje?"	28
Slika 17: Odgovori na vprašanje "Za kakšen namen bi uporabljali biooglje?"	29
Slika 18: Vzorec biooglja, ki smo ga uporabili v poskusu	30
Slika 19: Površina, tretirana z bioogljem pred sajenjem	30
Slika 20: Sadika solate Funly s koreninsko grudo pred sajenjem.....	31
Slika 21: Sajenje sadik solate Funly na poskusno polje	32
Slika 22: Povprečen premer rozete (v cm) ob spravilu solate na gredi z dodanim bioogljem in na kontrolni gredi ob koncu poskusa, 6. 3. 2019	34
Slika 23: Povprečen skupni pridelek solate (v gramih) na gredi z dodanim bioogljem in kontrolni gredi ob koncu poskusa, 6. 3. 2019	35
Slika 24: Povprečen tržni pridelek solate (v gramih) na gredi z dodanim bioogljem in kontrolni gredi ob koncu poskusa, 6. 3. 2019	36
Slika 25: Kontrolna greda tik pred spravilom.....	37
Slika 26: Greda z bioogljem tik pred spravilom.....	37
Slika 27: Zaključna faza poskusa – spravilo solate in tehtanje količine pridelka	38

SEZNAM PREGLEDNIC:

Preglednica 1: Primerjava kmetijske proizvodnje na kmetijah Fuks in Štebih ter okvirna ocena nastale odpadne biomase na obeh kmetijah.....	24
Preglednica 2: Premer rozet (v cm) posameznih sadik solate na gredi z dodanim bioogljem in kontrolni gredi, datum meritev: 6. 3. 2019.....	33
Preglednica 3: Skupni pridelek solate (v gramih) na gredi z dodanim bioogljem in kontrolni gredi ob koncu poskusa, datum meritev: 6. 3. 2019	34
Preglednica 4: Tržni pridelek solate (v gramih) na gredi z dodanim bioogljem in kontrolni gredi ob koncu poskusa, datum meritev: 6. 3. 2019.....	36

UPORABLJENI SIMBOLI

t - tona

kg - kilogram

g – gram

l - liter

% - odstotek

° C – stopinje Celzija

ha - hektar

m² – kvadratni meter

cm – centimeter

nm - nanometer

UPORABLJENE KRATICE

PAH – policiklični ogljikovodiki

PCB – poliklorirani bifenili

PBC – plant based biochar (rastlinsko biooglje)

ABC – animal bone char (živalsko biooglje)

GVŽ – glava velike živine

1 UVOD

V nalogi sva raziskala področje proizvodnje in uporabe biooglja. V zadnjem času sva na spletnih straneh pogosto zasledila ponudbo biooglja za različne namene, zato naju je to področje pritegnilo k raziskovalnemu delu.

Oba prihajava s kmetij v okolici Ptuja in obiskujeva četrti letnik srednješolskega strokovnega programa okoljevarstveni tehnik. Teme s področja okoljevarstva in naravi prijaznih tehnologij so nama zelo blizu in tudi na domačih kmetijah bi želela obdelovati kmetijska zemljišča na naravi čim bolj prijazen način.

V Sloveniji je že tradicionalno prisotna oglarska tradicija, s katero so naši predniki ob vsakoletnem vzdrževanju in čiščenju gozdov odpadno biomaso izkoristili za pridobivanje oglja, ki so ga uporabljali predvsem v fužinarski in kovinski industriji. Ta tradicija, ki danes predstavlja tudi pomembno naravno in kulturno dediščino v Sloveniji, kaže na to, da bi tudi v sodobnem času lahko v veliko večji meri izkoriščali odpadno rastlinsko biomaso. Slovenija je ena izmed najbolj gozdnatih držav v Evropi.

V zadnjem obdobju pa je tudi v Sloveniji vse več informacij o tako imenovani drugi obliki oglja, to je bioogljje.

Ponekod po svetu raziskovalci ugotavljajo, da so tla lahko izredno rodovitna, če je v njih prisotno oglje antropološkega izvora iz preteklih civilizacij, kot je to na primer tako imenovana Terra preta v Amazoniji.

Ker sva pri pregledu strokovne literature za izdelavo te naloge zasledila veliko poskusov praktične uporabe biooglja kot izboljševalca rodovitnosti tal, sva v najini raziskovalni nalogi želela ugotoviti vpliv dodajanja biooglja na rast rastlin.

Najino raziskovalno vprašanje se zato glasi:

Ali dodatek biooglja v tla poveča oziroma izboljša rast rastlin?

Zanimala naju je tudi prisotnost biooglja kot tržnega proizvoda na slovenskem tržišču in poznavanje tega proizvoda med ljudmi.

Zato sva opravila tudi manjšo raziskavo tržišča na način, da sva pregledala ponudbo spletnih in klasičnih trgovin, ki so specializirane za prodajo gnojil in izboljševalcev tal.

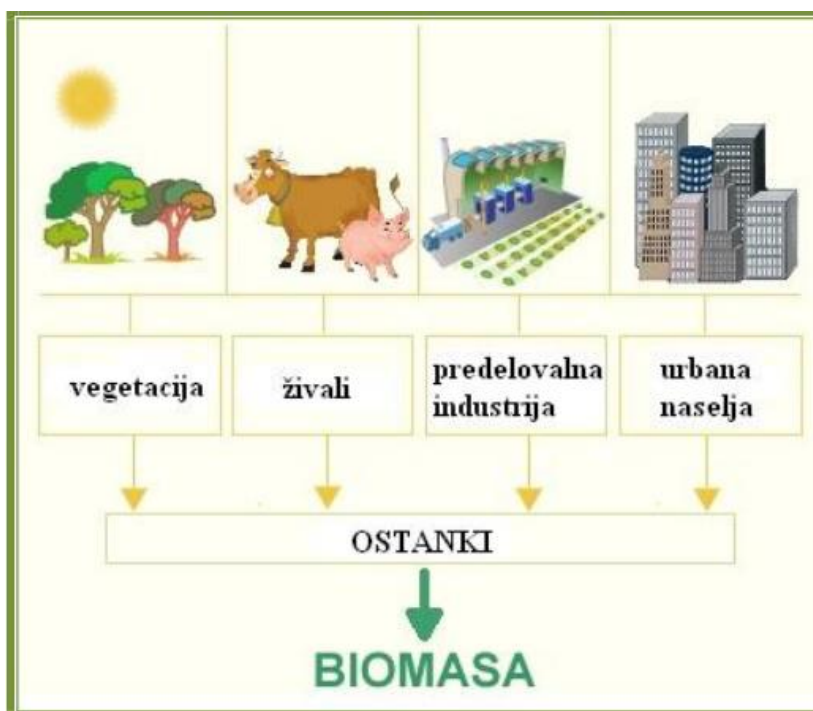
Opravila sva tudi anketiranje o poznavanju biooglja v širši javnosti in tako pridobila zanimive rezultate. Anketo sva izvedla preko spleta in pridobila odgovore 114 anketirancev.

S to raziskovalno nalogo sva pridobila nova spoznanja in ugotovitve o možnostih za razvojno usmeritev najinih domačih kmetij, ki sta razmeroma majhni. Na takšnih kmetijah je potrebno iskati nove alternativne in tržno zanimive oblike kmetovanja, s katerimi bi lahko povečali njihovo produktivnost. Proizvodnja in uporaba biooglja je ena izmed možnosti za usmeritev manjše kmetije z ustreznimi pogoji pridelave zadostne količine rastlinske biomase v tovrstno dopolnilno dejavnost.

2 PREGLED OBJAV – PROIZVODNJA IN UPORABA BIOOGLJA V KMETIJSTVU

Pod izrazom »bioogljje« večin avtorjev navaja produkt, ki je pridobljen iz različnih vrst rastlinskih in/ali živalskih ostankov - biomase.

Biomasa oz. biogorivo označuje vse bioenergijske vire (Slika 1). Predstavljajo jo les, trave, energetske rastline, rastlinska olja ipd. Najpogosteje se srečujemo z gozdnimi in kmetijskimi odpadki (trdi in tekoči), z energetskimi rastlinami, ki jih gojimo izključno v energetske namene, pa tudi s komunalnimi odpadki (Podgoršek in sod., 2011).

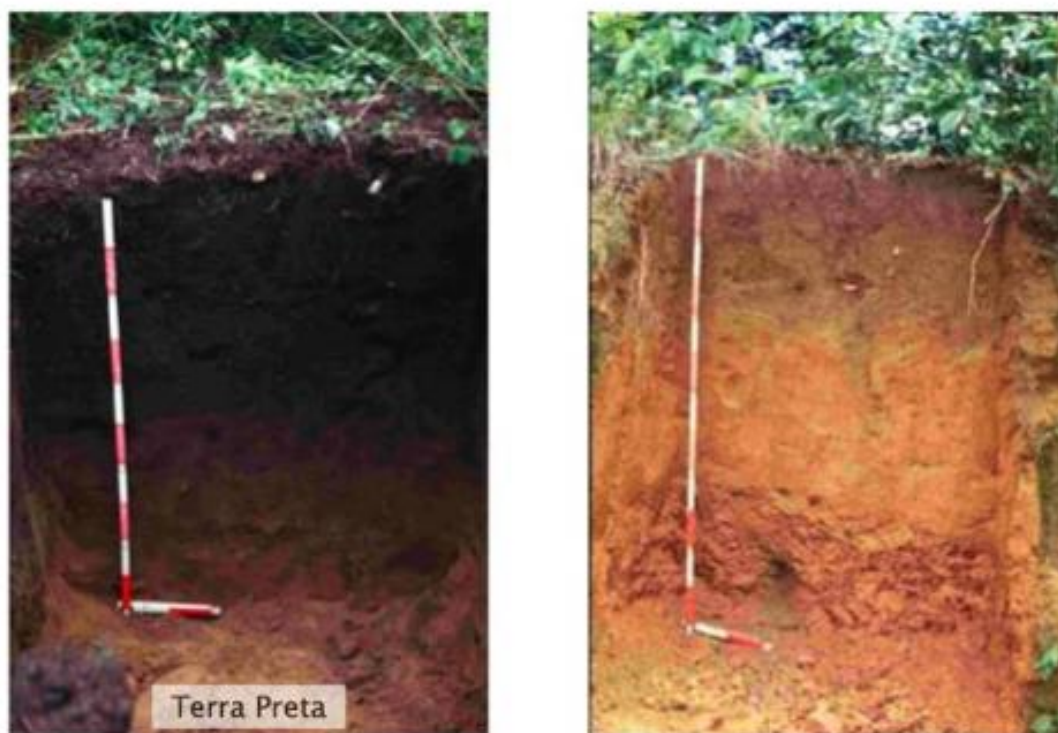


Slika 1: Različni viri pridobivanja biomase
(Podgoršek in sod., 2011)

Oglje je organski ostanek živalskega in rastlinskega izvora, ki nastane ob dehidraciji teh snovi ob visokih temperaturah in odsotnosti kisika. Sestavljeno je iz ogljika (od 85 do 98 %) in drugih primesi. Po izgledu je podobno premogu, le da je lažje in bolj porozno.

Poznani so izrazi: **Biochar**, **ABC Animal bone char**, **PBC Plant based biochar**, **Charcoal**. Ko se oglje uporablja za kmetijske namene, ga imenujemo bioogljje (Vrščaj, 2014).

Začetek uporabe biooglja sega najmanj dve tisočletji nazaj na območja Amazonije. Zaradi obilice deževja so tla podvržena spiranju hranil in zaradi tega posledično slabše rodovitna. Da bi vzpodbudili njihovo rodovitnost, so tamkajšnji prebivalci pričeli izdelovati oglje in ga vnašati v zaplate tal v velikosti od 1 do 80 ha. Te zaplate temno obarvane zemlje se imenujejo »Terra Preta« (črna zemlja) in še danes spadajo med najbolj rodovitna območja na svetu (Slika 2) (<https://biochar-international.org/biochar/>).

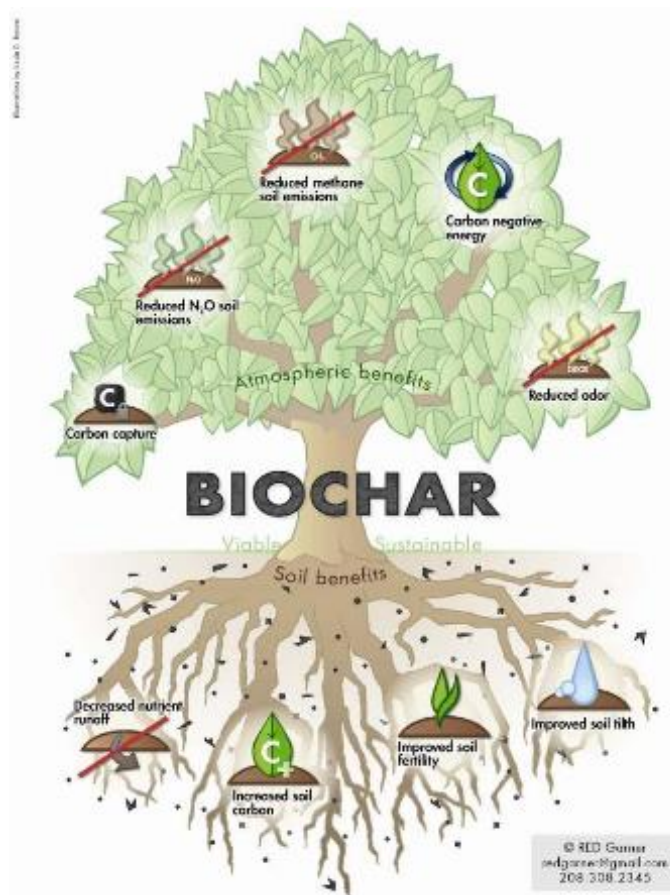


Slika 2: Talni profil v prečnem prerezu črne zemlje (Terra preta) levo in osiromašenih amazonskih tal (<https://biochar-international.org/soil-health/>)

Oglju, ki je pripravljeno na okolju prijazen način in se uporablja kot izboljševalec tal, pravimo biooglje ali angleško *biochar*. Oglje po sestavinah ni nekaj zelo posebnega, je le zelo trdno vezan ogljik. Vendar ko ga pogledamo pod mikroskopom, vidimo, da je sestavljeno iz izredno majhnih por in ravno te mu dajejo edinstvene lastnosti. Po strukturi je biooglje dejansko podobno koralam in tudi njihova funkcija je podobna. Podobno kot so koralni grebeni najbujnejši del oceana, so koščki oglja v tleh stičišče različnih vrst organizmov. Te mikropore namreč nudijo prostor, nišo ali habitat, kamor se lahko koristni mikroorganizmi naselijo.

Biooglje je oglje, ki se uporablja kot sredstvo za izboljšavo tal. Je stabilna oblika ogljika, ki lahko v tleh zdrži več stoletij. Mnogi znanstveniki preučujejo uporabo biooglja kot možno strategijo za zmanjševanje učinkov globalnega segrevanja (Bagar, 2017).

Na sliki 3 so prikazane številne koristi pridobivanja in uporabe bioogljja za tla in ozračje.



Slika 3: Koristi bioogljja za tla in ozračje

(<https://biochar-international.org/biochar/>)

Pomembno je tudi, koliko bioogljja dodamo zemlji. Dodati ga moramo dovolj, da lahko opravi svojo funkcijo, vendar spet ne preveč. Rastline imajo namreč evolucijski mehanizem zaznavanja količine oglja, ker je bila v času dolge rastlinske zgodovine prisotnost oglja znak za požar v naravi. Zato pretiravanje z dodajanjem oglja lahko vodi v zaostanek v rasti rastlin. Naši poskusi kažejo, da je to med 5 in 20 volumskih odstotkov (v lončkih ali sadilnih jamicah). Oziroma če preračunamo na površino, lahko varno uporabimo med 0,5 in 1 litrom oglja na kvadratni meter površine gredic (Bažar, 2017).

Avtor Vrščaj (2014) iz pedološkega vidika navaja naslednje pozitivne vplive bioogljja na tla:

- empirično potrjeni pozitivni vplivi na izboljšavo tal,
- pridelki se z dodajanjem bioogljja tlem povečajo (študije to potrjujejo v tropskih razmerah in v posebnih okoljskih razmerah, obstajajo pa posamezna poročila o negativni učinkih),
- dvig pH (bioogljje dobro učinkuje v nevtralnih do blago alkalnih tleh),
- izboljšana je kapaciteta sorpcije (bioogljje veže oziroma zadrži spojine PAH, pesticide in težke kovine),
- vpliva na manjše prenose onesnažil v druge dele ekosistemov in prehransko verigo,
- povečuje življenjski prostor mikroorganizmom, poveča mikrobnomo biomaso in njeno učinkovitost (učinek je odvisen od količine hranil v tleh),
- pospešuje mikorizo in poveča pridelke, kar je posledica spremenjenih fizikalno

kemijskih pogojev v tleh, pojavi se interakcija mikorize z mikroorganizmi (dodaten prostor za glive),

- poveča aktivnost deževnikov (deževniki imajo raje tla z manjšo količino biooglja glede na tla brez biooglja, povečane količine biooglja pa jih odvrčajo).

Po drugi strani pa avtor Vrščaj (2014) opozarja tudi na mogoče negativne vplive dodajanja biooglja v tla, kot so:

- sestava biooglja s področja Amazonije (Terra Preta) ima specifično sestavo in je težko primerljivo z bioogljem pridobljenih v procesu pirolize v sodobnem času iz različnih vhodnih materialov,
- pri površinskem dodajanju biooglja je mogoča vodna in vetrna erozija,
- pri proizvodnji biooglja je nujna kontrola vhodnih surovin, sicer je mogoča tudi kontaminacij tal (npr. s težkimi kovinami, dioksini),
- zmanjševanje organske snovi v tleh zaradi odstranjevanja žetvenih ostankov iz njiv in proizvodnje biooglja iz njih,
- zbijanje tal ob nanosu biooglja.

Avtor opozarja, da so okoljski vplivi dodajanja biooglja v tla še slabo raziskani, saj obstaja možnost trajnih fizikalno kemijskih lastnosti tal ob aplikaciji različnih vrst in oblik biooglja. Ta način aplikacije povzroča antropogenizacijo tal, ob kateri imajo lahko potrošniki pomisleke in vprašanja tipa »Ali je pridelava na substratih združljiva z naravno pridelano oziroma »Biohrano«?« Biooglje ima tudi izredno obstojnost v tleh, saj se obstojnost tega dodatka v tleh ocenjuje med 100 in celo 1000 leti, kar pravzaprav pomeni nepovratnost. Avtor postavlja tudi vprašanje, ali je prepona »bio« v besedi biooglje upravičena (Vrščaj, 2014).

Avtor (Novič, 2014) navaja, da se biooglje kot dodatek v tleh uporablja za izboljšanje strukture zemlje, rastline pa v takšnih, bolj rodovitnih, razmerah prej in bolj bogato obrodijo, so močnejše in bolj zdrave. Ob povišani sposobnosti zadrževanja vode, ta je večja celo za šestkrat kot v običajnih tleh, potrebujejo tudi manj zalivanja oziroma imamo manj problemov ob preobilnem deževju. Ob upočasnjenem izpiranju gnojil potrebujemo tako manj gnojenja ter ob povečani zračnosti manj mehanske obdelave tal. Ob dodatku biooglja kompostu ali zemlji se tu znatno poveča dejavnost gliv, mikroorganizmov in črvov ter glist in ostalih talnih organizmov.

2.1 Pridobivanje biooglja in njegove lastnosti

Proizvodnje biooglja ne moremo pravilno obravnavati, če ne poznamo razlike med bioogljem in ogljem. Oboje je proizvedeno iz materiala, ki vsebuje ogljik. V postopku pirolize se material ob pomanjkanju kisika pretvori v oglje ali biooglje. Glavna razlika med njima je ta, da je oglje ostanek snovi od naravnih požarov, biooglje pa je narejeno z namenom, da se ga dodaja v tla kot snov, ki izboljša kmetijske in okoljske razmere (Brown in sod., 2015).

V pregledu literature sva zasledila naslednje postopke pridobivanja biooglja v svetu:

- piroliza,
- plinifikacija/uplinjanje,
- hidrotermalna karbonizacija,
- rotacijske peči,

- kuhalniki na lesni plin (Šanca, 2015).

Piroliza je visokotehnološki postopek, kjer gorenje organske mase poteka brez prisotnosti kisika. Pri tem nastajajo sintezni plini, ki se uporabijo za sproizvodnjo elektrike in toplote, oglje pa je tako rekoč stranski produkt. Najkakovostnejše oglje je pridobljeno iz lesa najboljše kakovosti, pomembno pa je tudi, kako se postopek pirolize vodi. Namreč, če temperatura med postopkom pirolize niha, to vodi v nastajanje policikličnih ogljikovodikov (PAH) in polikloriranih bifenilov (PCB), ki pa so nevarni in v oglju zelo nezaželeni. Med preizkušanjem surovega oglja, dostopnega na slovenskem trgu, smo večkrat naleteli ravno na ta onesnaževala (Bagar, 2017).

Piroliza in uplinjanje sta procesa, pri katerih se s pomočjo visoke temperature spremenijo fizikalne in kemične lastnosti odpadkov. Omogočata pretvorbo odpadkov v različne produkte (plinasto, tekoče, pastozne in trdne) z različno uporabno vrednostjo in z različno energetsko uporabnostjo. Piroliza in uplinjanje sta podobna postopka. Oba potekata pri visokih temperaturah v posebnih reakcijskih komorah (reaktorjih, retortah) (Zore, 2015).

Organski del odpadkov sestavljajo v veliki meri materiali iz polimerov (celuloza, beljakovine, umetni polimeri). Kadar je tak material izpostavljen visokim temperaturam in je hkrati preprečeno gorenje (z odprtim plamenom), razpade, pri čemer se šibkejšje vezi najprej pretrgajo. Produkti so večinoma plini, velik del nereaktivnega oglja in srednje težki do težki ogljikovodiki.

Piroliza poteka brez prisotnosti zraka in drugih namensko dodanih reaktivnih plinov in materialov. Pod vplivom visokih temperatur dolge razvejane organske molekule razpadejo na preprostejše in manjše molekule (Zore, 2015).

Tipični produkti pri pirolizi lesa pri počasni reakciji (nekajurno segrevanje pri zmernih temperaturah) v utežnih deležih so:

- plini (večinoma negorljivi): 14 – 17 %,
- metanol: 1,5 – 2,5 %,
- očetna kislina: 3,5 – 8 %,
- katran: 12 – 16 %,
- oglje: 31 – 37 %.

Pri hitrem segrevanju celuloze nastane malo katrana, oglja in tekočin, večina produkta je v obliki plina. Produkti in deleži produktov pri pirolizi in uplinjanju odpadkov so značilno odvisni od sestave odpadkov. Koliko katerega produkta nastane pri takih procesih, je odvisno tudi od hitrosti reakcij.

Reakcije uplinjanja potekajo pri višjih temperaturah (800 – 1200 °C), pirolizne reakcije pa pri nekoliko nižjih temperaturah (300 – 600 °C, maksimalno 800 °C) (Zore, 2015).

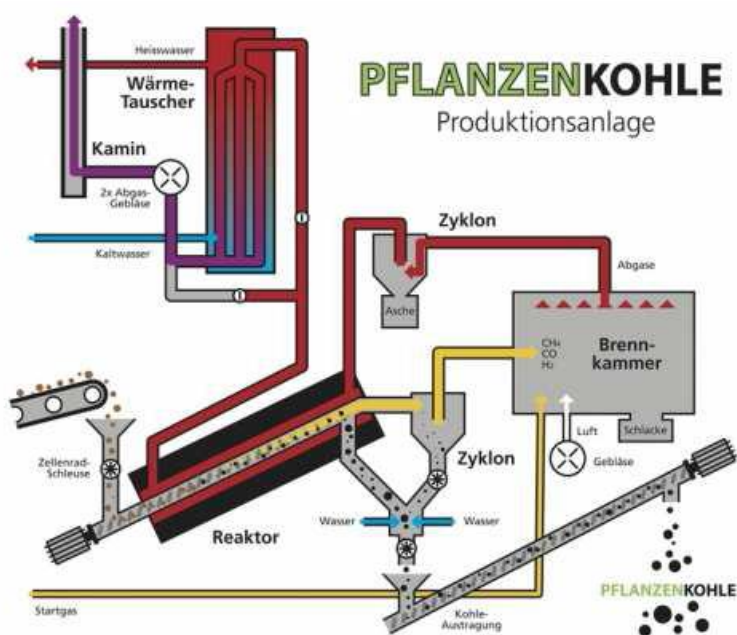
Hidrotermalna karbonizacija biomase je postopek, ki poteka brez prisotnosti kisika. To je proces, pri katerem se mokra biomasa (najpogosteje blato iz čistilnih naprav) pretvori večinoma v tekoče ogljikovodike in plinske produkte, pri tem pa nastane tako imenovano hidroogljje kot stranski produkt (Šanca, 2015).

Vhodne surovine za pridobivanje biooglja bi morale biti po mnenju IBI (International Biochar Initiative, 2015) vedno pridobljene iz odpadnih virov, saj ne bi smele zmanjševati površin, ki lahko služile drugim namenom, predvsem pridelavi hrane.

Najpogosteje uporabljene surovine izvirajo iz ostankov poljščin, kot so slama, lupine semen, sladkorni trs, sadne koščice itd., odpadkov iz gozdarske dejavnosti (lesni ostružki, lubje), prehranskih odpadkov in živalskega gnoja.

Še vedno se velik del biomase iz kmetijske in gozdarske dejavnosti sežiga ali pusti, da zgrije na prostem, s tem pa se v atmosfero izpusti velike količine toplogrednih plinov, predvsem metana in ogljikovega dioksida. S spiranjem živalskih odpadkov lahko pride tudi do kontaminacije površinskih in podzemnih vod. Vse to se lahko prepreči v primeru, da takšno biomaso uporabimo v procesu pirolize in jo predelamo v biogoriva za industrijske, energetske in transportne namene, obenem pa dobimo bioogljje kot stranski produkt. Tu je treba ponovno poudariti, da bioogljje za bogatenje tal ne sme vsebovati onesnažil, ki so navadno prisotna v industrijskih odpadkih in blatu iz čistilnih naprav (<https://biochar-international.org/biochar/>).

Z množico definicij na področju proizvodnje in uporabe biooglja in aktivnega oglja se je ukvarjal avtor Hagemann s sodelavci (2018). V članku poudarjajo, da razlikovanje biooglja in aktivnega oglja v glavnem temelji na končni uporabi teh materialov.

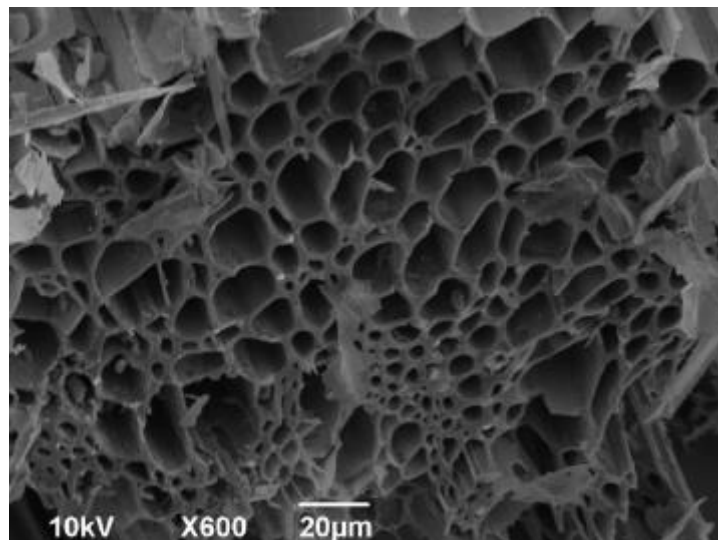


Slika 4: Prikaz piroliznega postopka v podjetju za pridobivanje biooglja Sonnenerde

(povzeto po <https://www.sonnenerde.at/>)

Lastnosti rastlinskega oglja (PBC) opisuje avtorica (Lavrič, 2015):

- več kot 90 % vsebnost ogljika,
- je mikro in mezo porozen izdelek (1 nm – 50 nm),
- visoka sposobnost zadrževanja vlage in hranil,
- nima efekta gnojila, lahko se smatra za izboljševalca zemlje - “soil improver”.

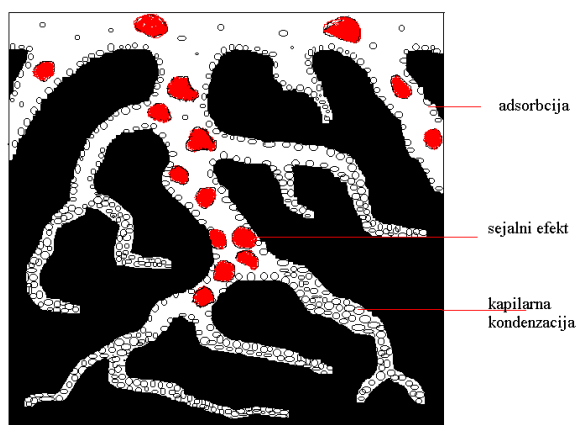


Slika 5: Struktura bioogljja pod mikroskopom

(povzeto po Bagar, Mihelič, 2016)

Adsorpcijska sposobnost pri tako poroznih materialih nastane zaradi molekularnih privlačnih sil. Pri specialnih substratih so te sile mnogo večje. Najbolj poznani površinsko aktivni materiali – adsorbenti so: aktivno oglje, diatomejska zemlja in še nekateri drugi.

Privlačnim silam, ki omogočajo fizikalno vezavo delcev na takšne materiale, pravimo molekulske vezi ozirom Van der Waalsove sile. Za učinkovito adsorpcijo ne zadostujejo le dovolj velike molekularne privlačne sile, temveč potrebujemo tudi veliko aktivne površine. Vsa adsorpcijska sredstva imajo zato zelo veliko aktivne površine (od 500 do 2000 m²/g) (Drev, 2013).



Slika 6: Prikaz vezanja delcev na aktivno oglje

(Drev, 2013)

Sposobnost površinsko aktivnega materiala je odvisna od vrste površinsko aktivnega materiala in aktivne površine materiala (Drev, 2013)

Ena izmed možnosti uporabe bioogljja je tudi dodajanje bioogljja h kompostu, kjer omogoča razvoja bakterij in mikoriznih gliv. Deluje lahko kot aktivator pri postopku kompostiranja.

Ob poskusih in tovrstnih primerih dobre prakse bi bila mogoča tudi optimizacija procesa kompostiranja in izboljšava proizvoda za zadrževanje hranil ter minimizacijo emisij, navaja avtorica Lavričeva (2013).

Tudi avtorja Bagar in Mihelič (2016) v svojih poskusih ugotavljata, da dodajanje biooglja h kompostu poveča delovanje komposta.

3 PONUDBA BIOOGLJA ZA IZBOLJŠEVANJE TAL V SLOVENIJI

Avtorica Matko (2014) je v svoji obsežni raziskavi zbrala podatke o uporabi biooglja v svetu na različnih področjih. V zbranih podatkih tako navaja, da se je bioogljje sprva uporabljalo le v kmetijstvu, kasneje pa se je uporaba razširila na področje energetske izrabe in ostala področja, kot so: filtriranje vode, preprečevanje vonjav, področje medicine.

V zadnjih nekaj letih se je spekter uporabe biooglja še razširil na področje gradbeništva, razstrupljanja tal, področje wellnessa in kozmetike

V Sloveniji lahko najdemo kar nekaj ponudnikov substratov z dodanim bioogljem ali proizvodov čistega biooglja za različne namene.

Ker sva se v nadaljevanju najine naloge omejila na uporabo biooglja kot dodatka za izboljševanje tal sva na spletnih straneh pregledala tovrstno ponudbo.

Spletna trgovina Gajin vrt (<http://gajinvrt.moonfruit.com/bioogljje/>) tako ponuja obogateno bioogljje, ki ga opisuje z naslednjimi karakteristikami.

Obogateno bioogljje Bioogljje kompleks je skoncentrirano naravno sredstvo za obogatitev prsti, ki ga ne potrebujemo veliko, ko pa ga enkrat dodamo, se v zemlji ohranja še leta in leta. V zemlji na ta način zadržimo ogljik ter hkrati preprečimo izpiranje hranilnih snovi, kar pomeni bolj stabilno in hranljivo okolje za rastline. V prsti se ohrani tudi več dušika in ostalih elementov. V prsti z bioogljem je izguba vlage manjša, zato je tudi potreba po zalivanju manjša, kar je še posebej pomembno v obdobju nepredvidljivih klimatskih sprememb (suša, močni vetrovi).



Slika 7: Izdelek GroChar

(<http://gajinvrt.moonfruit.com/bioogljje/>)

Spletna trgovin Njiva d. o. o. (<https://www.njiva.si/vetisa-bioogljje-20l-48-ep>) ponuja izdelek družbe Sonnenerde, ki se že od leta 2008 intenzivno ukvarja s proizvodnjo tako imenovane črne zemlje "Terra Preta" - ene najbolj plodnih prsti na svetu, ki je bila prvič najdena na področju Amazonije. Pomemben sestavni del te prsti je lesno oglje, ki ga je z novo metodo iz celuloznih vlaken in žitnih plev razvilo prav podjetje Sonnenerde.

S procesom segrevanja na 500 °C ob izključitvi zraka dobimo zelo porozen ogljik, ki je zaradi svoje velike površine optimalen habitat za mikroorganizme. Preden dodamo bioogljje v tla, moramo poskrbeti tudi za ustrezno količino hranilnih snovi - predvsem dušika v prsti.



Slika 8: Vetisa Bioogljje, 20-l pakiranje
(<https://www.njiva.si/vetisa-bioogljje-20l-48-ep>)

Spletna trgovina Slovenko (<http://www.kompost.si/izdelek/bioogljje-2/>) svoj proizvod Bioogljje Slovenko opisuje na naslednji način.

Bioogljje je ekološki dodatek tlom, ki trajno regenerira strukturo zemlje ter omogoča trajno povečanje njene rodovitnosti. Bioogljje je proizvedeno iz biomase rastlinskega izvora z izgorevanjem pri visokih temperaturah (500 do 700 °C) brez prisotnosti kisika. Od navadnega oglja se razlikuje po tem, da je bolj krhko, polno mineralov ter izredno porozno, saj je v enem gramu bioogljja za 400 m² površine.



Slika 9: Proizvod Slovenko Bioogljje
(<http://www.kompost.si/izdelek/bioogljje-2/>)

Spletna trgovina Moj ograček ponuja bioogljje, proizvedeno izključno iz lesenih sekancev in ga od leta 2015 prodaja podjetje Ograček. Podjetje Center za ravnanje z odpadki Puconci s hčerinskim podjetjem Ograček s prodajo cilja zlasti na ekološke, permakulturne in biodinamične vrtičkarje. Pripravljajo pa se tudi na izvoz, saj se v Avstriji že dogovarjajo s prvim kupcem.

Aktivirano bioogljje Moj ograček je inovativno v tem, da je obogateno z mikroorganizmi, hranili in minerali. Oglje v posebnem mešalniku mešajo s humusom, kompostom iz Ceropove kompostarne, kameno moko kot virom naravnih mineralov in raztopino z namnoženimi živimi mikroorganizmi, ki so koristni za tla. Pustijo mesec dni, da se te snovi naselijo v mikropore v oglju, potem pa je oglje pripravljeno za uporabo. Te snovi izboljšajo rodovitnost zemlje, na njej pa zraste bolj zdrav pridelek (<http://ogracek.si/trgovina/>).

Proizvod, ki ga ponujajo, je izdelan izključno iz lesnih sekancev, ki pri visokih temperaturah dobijo milijon majhnih luknjic – por in ravno te dajejo oglju njegove edinstvene lastnosti. Ko ga aktiviramo s kompostom, učinkovitimi mikroorganizmi in kameno moko, se te pore napolnijo s hranili, mikroorganizmi in minerali z vsem, kar zdrava zemlja potrebuje. Ko takšno bioogljje damo v zemljo, se izboljša humusna bilanca v tleh, zviša se pH kisljih tal, poveča se število koristnih mikroorganizmov, tla shranijo več ogljika, zmanjša se potreba po dognojevanju in zalivanju, učinkuje pa vrsto let. Na taki zemlji zrastejo zdrave in odporne rastline, hrana v pravem pomenu besede: zdrava zemlja, zdrave rastline, zdravi ljudje. Naše bioogljje je pakirano v kartonastem tulcu z vsebino 2 litrov, ki zadostuje za površino do 5 m² oz. za 130 sadik solate ali 70 sadik paradižnika.



Slika 10: Izdelek Bioogljje Ograček

(<http://ogracek.si/trgovina/>)

4 RAZISKOVALNI DEL NALOGE

Po opravljeni analizi ponudbe biooglja na slovenskem tržišču sva v raziskovalnem delu naloge izvedla še naslednje faze raziskave:

- ocena proizvodnje odpadne rastlinske (in živalske) biomase na domačih kmetijah Fuks in Štebih,
- izvedba anketiranja vzorca populacije ljudi o poznavanju biooglja,
- izvedba ravnega poskusa (mikroposkusa) za ugotavljanje učinkovitosti rasti rastlin ob dodajanju biooglja v tla.

4.1 Ocena količine odpadne biomase na kmetijah Fuks in Štebih z razpravo

Ker oba živiva na kmetijah v okolici Ptuja, razmeroma dobro poznavata področje kmetovanja. Na kmetijah nastaja precejšnja količina odpadne rastlinske pa tudi živalske biomase. Ob zbiranju informacij o proizvodnji in uporabi biooglja se nama je porodila ideja o možnosti tovrstne predelave odpadkov z domačih kmetij in posledično trženje takšnega proizvoda. V tem poglavju sva zbrala nekaj podatkov o količini odpadne biomase, ki nastane pri pridelavi različnih kmetijskih rastlin in odpadne lesne biomase iz gozdov.

Proizvodnja in uporaba biooglja bi lahko bila ena izmed možnosti za usmeritev manjših kmetij z ustreznimi pogoji v dopolnilno dejavnost - predelavo odpadne biomase.

V slovenski zakonodaji je to področje urejeno z Uredbo o dopolnilnih dejavnostih (Uredba o dopolnilnih dejavnostih na kmetiji, Uradni list RS, št. 57/15 in 36/18).

Po tej uredbi so dopolnilne dejavnosti razvrščene v deset skupin, med njimi pa je opredeljena tudi dopolnilna dejavnost »Predelava rastlinskih odpadkov ter proizvodnja in prodaja energije iz obnovljivih virov«, ki jo lahko kmetje registrirajo na kmetiji.

Pri pregledu objav sva zasledila veliko virov, ki opisujejo uporabo odpadkov oziroma biomase s kmetijske in gozdarske proizvodnje v energetske namene (pridobivanje goriva biodizel, pridobivanje bioplina), veliko manj pa je napisanega o snovni uporabi teh odpadkov.

Avtor Ječič (2010) je skupaj s sodelavci opravil obsežno raziskavo o potencialu kmetijske biomase v slovenskem prostoru. Opisuje predvsem potencial biomase za pridobivanje energije, ki ni v nasprotju s pridelavo rastlin za človeško in živalsko hrano. Potencial različne tovrstne kmetijske

biomase tako predstavljajo npr.: žetveni ostanki po žetvi žit, koruze, oljne ogrščice, sončnic, graha itn.

Omenjeni žetveni ostanki se uvrščajo v rastlinske ostanke, ki se po lastnostih približno primerjajo z olesenelimi rastlinskimi ostanki. Uporabljajo se lahko tudi ostanki zimskega obrezovanja v sadovnjakih in vinogradih (po kakovosti se biomasa trajnih nasadov približujejo gozdni biomasi). Vse koruznice, pšenične slame ali drugih žetvenih ostankov ne moremo uporabiti v energetske namene, ker moramo vsako leto velike količine koruznice in slame tudi zaorati.

S tem na kmetiji vzdržujemo biološko ravnatežja ekosistema (del mase je potreben za ustvarjanje humusa v tleh) in skrbimo za ohranjanja permanentne rodovitnosti tal ter preprečevanja erozije tal. Ne smemo pozabiti, da se koruznica lahko uporablja tudi za prehrano živali.

Kot odpadna biomasa se lahko uporabijo tudi ostanki jesenskega in spomladanskega obrezovanja v sadovnjakih in vinogradih ter lesna biomasa, ki jo dobimo pri obnovi trajnih nasadov, ki se po kakovosti približuje gozdni biomasi.

Količina lesne biomase, ki nastane po rezi sadovnjakov in vinogradov, je odvisna od vzgojne oblike trajnega nasada, števila dreves na hektar oziroma sorte. Tako na primer znaša po podatkih iz literature povprečna vrednost sveže biomase v nasadu breskev 3,78 t/ha, v nasadu jablan sorte Jonagold pa 1.072 kg suhe snovi (biomase) na hektar.

Drugo skupino predstavlja biomasa namensko gojenih drevesnih in grmovnih vrst, energetskih trav ter pokvarjena krma s travnikov in posušena trava iz manj kakovostnih travnikov (Jejčič, 2010).

Po podatkih Kmetijskega inštituta Slovenije, ki jih objavljajo v Analitičnih kalkulacijah rastlinskih pridelkov, lahko zasledimo naslednje pridelke slame različnih vrst žit:

- pridelek pšenične slame – 2650 kg/ha (ob 14 % vlagi ob žetvi),
- pridelek ječmenove slame – 2450 kg/ha (ob 14 % vlagi ob žetvi),
- koruza za zrnje – razlika med neto in bruto pridelkom znaša okrog 2400 kg (ob 30 % vlagi ob žetvi),
- silažna koruza - razlika med neto in bruto pridelkom znaša okrog 8200 kg (ob 30 % vlagi ob žetvi) (www.kis.si/f/docs/Arhiv_OEK/RASTLINSKA_2012.xls).

V letu 2010 je po podatkih Zavoda za gozdove Slovenije količina stoječih in ležečih dreves brez panjev in vej znašala 10,11 m³/ha, kar predstavlja približno 4 % celotne lesne zaloge gozdnih sestojev. Odmrla lesna biomasa je sicer pomemben habitat za favno in floro ter na ta način pripomore k biotski raznovrstnosti gozdnih ekosistemov

(<http://kazalci.arso.gov.si/sl/content/odmrla-lesna-biomasa>).

Kratek opis domačih kmetij

Kmetija Fuks se nahaja v Krčevini pri Vurbergu v občini Ptuj. Obdelujemo 6,2 ha lastnih kmetijskih površin. Od tega je 43 a njive, 1,5 ha gozdov, ostalo pa so pašne površine in travniki. V zakupu imamo tudi 3 ha travnatih površin, ki se nahajajo v naši vasi.

Na kmetiji se ukvarjamo predvsem z ovčerejo, redimo pa tudi nekaj kuncev in kokoši. Na kmetiji redimo 54 plemenskih ovc z jagnjeti, kar skupaj z osmimi kunci in 30 kokošmi znaša 8,3 GVŽ.

Reja drobnice je naša primarna kmetijska dejavnost. Redimo jih predvsem zato, ker živimo na hribovitem območju, kjer je košnja trave zelo otežena. Ovce popasejo hribovite terene, travnike na ravnini pa kosimo in tako pridelamo mrvo ter bale travne silaže za zimsko obdobje.

Enkrat na leto ovce tudi strižemo. Volno, ki jo pridobimo pri striženju, večinoma podarimo okoliškim vinogradnikom, saj vonj volne odganja srne iz vinogradov. Volno podarimo tudi sosedom, ki imajo visoke grede, nekaj pa je pustimo na kompostu, da razpade.

Na njivi, ki se nahaja v vasi Čreta pod gradom Vurberg, sejemo koruzo, vsako drugo leto pa ječmen. Ko žita pospravimo, posejemo travo za pridelavo travne silaže. V času jesenske setve to travo podorjemo in tako predstavlja zeleno gnojilo. Na leto pridelamo okrog 60 okroglih bal travne silaže.

Kmetija Štebih se nahaja v kraju Sakušak, v občini Juršinci. Na kmetiji obdelujemo okrog 18 ha kmetijskih površin. Od tega je 4 ha travnikov, 8 ha njiv in 6 ha gozda.

Osnovni panogi na kmetiji sta živinoreja in poljedelstvo. Na njivskih površinah pridelujemo koruzo in ječmen, vse za potrebe krmljenja živine. Vsako leto koruzo siliramo in naredimo koruzno silažo, nekaj koruze pa pustimo in jo kasneje žanjemo za zrnje.

Travniške površine kosimo večkrat letno, delno posušimo travo v mrvo, delno pa pridelamo travno silažo.

Redimo skupaj 28 glav goveda, od tega je 18 krav molznic, katerih mleko prodamo, kar predstavlja tudi naš glavni vir dohodka na kmetiji. Ostalih deset glav govedi so predvsem telice za obnovo črede. Redimo tudi tri prašiče za samooskrbo na kmetiji. Skupno število GVŽ na kmetiji znaša 24,7.

Mesečno namolzemmo povprečno 90.000 kg mleka. Letno se nabere v jami za gnojevko okrog 250 m³ gnojevke.

Preglednica 1: Primerjava kmetijske proizvodnje na kmetijah Fuks in Štebih ter okvirna ocena nastale odpadne biomase na obeh kmetijah

	Kmetija Fuks, Vurberg	Kmetija Štebih, Juršinci	Okvirna ocena nastale odpadne biomase na kmetiji Fuks	Okvirna ocena nastale odpadne biomase na kmetiji Štebih
Skupne obdelovalne površine (ha)	9 ha	18 ha	-	-
Površina gozda (ha)	1,5 ha	6 ha	15 m ³	60 m ³
Njivske površine (žita: koruza, pšenica, ječmen)	0,5 ha	8 ha	1,25 t slame	20 t slame
Travinje (travniki, pašniki)	7 ha	4 ha	-	-
Število domačih živali (preračunano v GVŽ)	8,3 GVŽ	24,7 GVŽ	-	-

V preglednici 1 lahko vidimo okvirno oceno potencialno pridelane količine biomase, ki bi jo lahko uporabili za proizvodnjo biooglja.

Pri trajnem travinju nismo ocenili nastale odpadne biomase, saj ves pridelek s travinja na obeh kmetijah uporabimo kot krmo za živali v obliki sena ali travne silaže.

Tudi vsega pridelka žitne slame ne bi mogli uporabiti za predelavo v biooglje, saj se kar precejšnja količina slame na obeh kmetijah uporabi kot nastilj za živali. Trajnih nasadov na nobeni od opisanih kmetij nimamo.

Gnoj in gnojevko na obeh obravnavanih kmetijah uporabimo za gnojenje njivskih in travniških površin, zato bi ta vir biomase težko uporabljali za druge namene.

Natančnejšo oceno pridelane biomase, ki bi jo lahko uporabili za predelavo v biooglje, zato zelo težko zapiševa.

Najbolj zanesljiv in stalen vir odpadne lesne biomase vsekakor predstavlja gozd.

Vidiva pa priložnost zbiranja tovrstne biomase iz večjega števila kmetij v okolici. Še posebej zanimive bi bile sadjarske in vinogradniške kmetije, s katerih se lahko zbere večja količina lesne biomase ob zimskem obrezovanju ali ob obnovi trajnih nasadov. Obe najini domači kmetiji se nahajata na območju Slovenskih goric, kjer je veliko vinogradniških in sadjarskih kmetij.

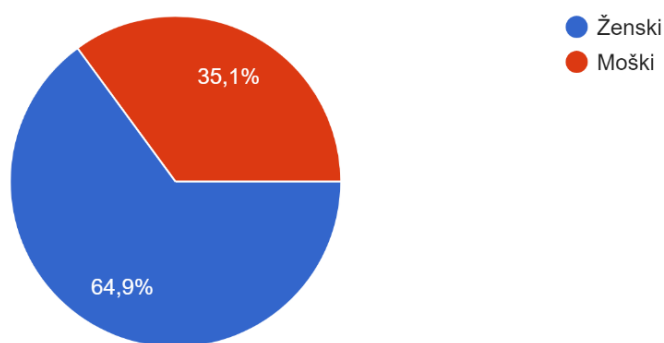
Ob sodelovanju večjega števila okoliških kmetij, ki bi bile verjetno zainteresirane za oddajo odvečne lesne biomase, predvidevava, da bi lahko zbirala zadostne količine ustrezne biomase za zagon tovrstne dopolnilne dejavnosti na kmetiji.

4.2 Anketa o poznavanju bioogljja z razpravo

Ker naju je v raziskovalni nalogi zanimalo, koliko je bioogljje kot koristen proizvod za različne namene sploh poznan med ljudmi, sva se odločila za izvedbo ankete.

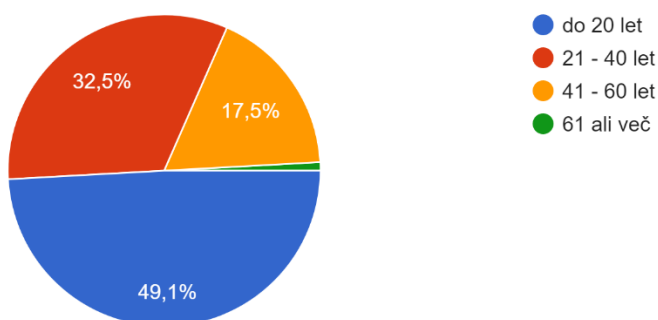
Opravila sva spletno anketo o poznavanju bioogljja. Zanimalo naju je, ali je med ljudmi ta proizvod sploh poznan, oziroma ali so ga tudi že uporabljali.

Spletno anketo sva objavila na socialnem omrežju in prejela 114 odgovorov.



Slika 11: Struktura spola anketiranih

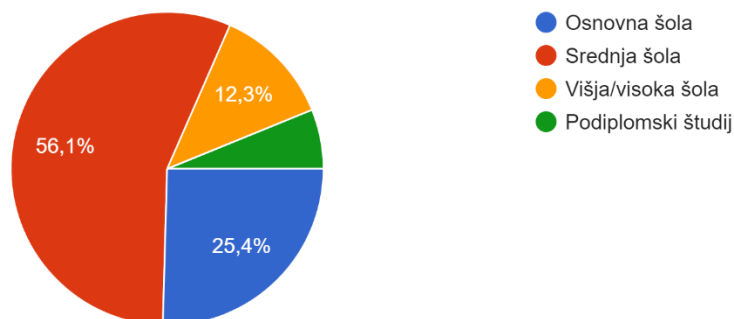
Opravila sva 114 anket. Na najino anketo je odgovorilo 64,9 % moških in 35,1% žensk, kar predstavlja skoraj dvakrat več žensk kot moških.



Slika 12: Starostna struktura anketiranih

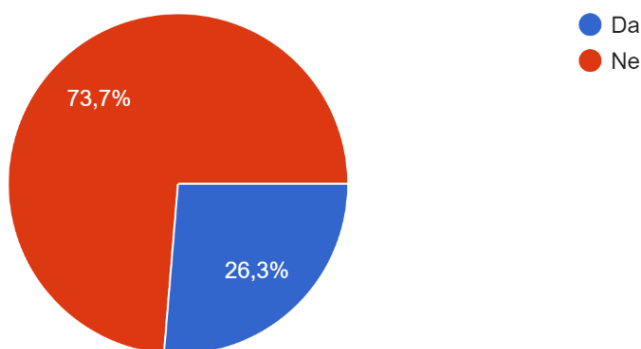
Od vseh 114 anketiranih oseb je bilo največ, skoraj polovica anketirancev, mlajših od 20 let. Sledi 35,5 % anketiranih, ki so v starostni skupini od 21 do 40 let. Starejših od 41 let pa je bilo 17,5 % anketirancev.

Glede na to, da je bila anketa izvedena preko socialnega omrežja, delež mladih med anketiranimi, ki so izpolnili anketo, ne preseneča.



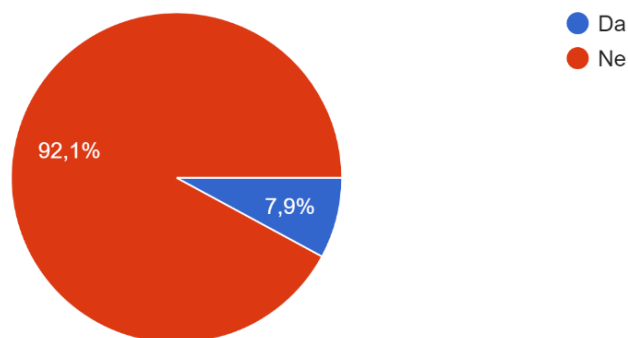
Slika 13: Izobrazbena struktura anketiranih

Večina anketiranih je imela zaključeno srednjo šolo (56 % anketiranih), druga večja skupina anketirancev ima zaključeno osnovno šolo (25 % anketiranih). Delež anketiranih z višjo ali visoko izobrazbo je razmeroma nizek.



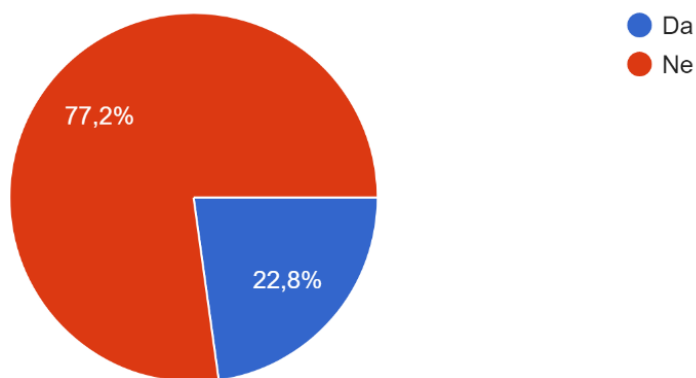
Slika 14: Poznavanje biooglja med anketiranimi

Skoraj tri četrtine anketiranih oseb biooglja ne pozna oziroma zanj še ni slišalo. Le 26,3 % anketirancev je za bioogljje že slišalo.



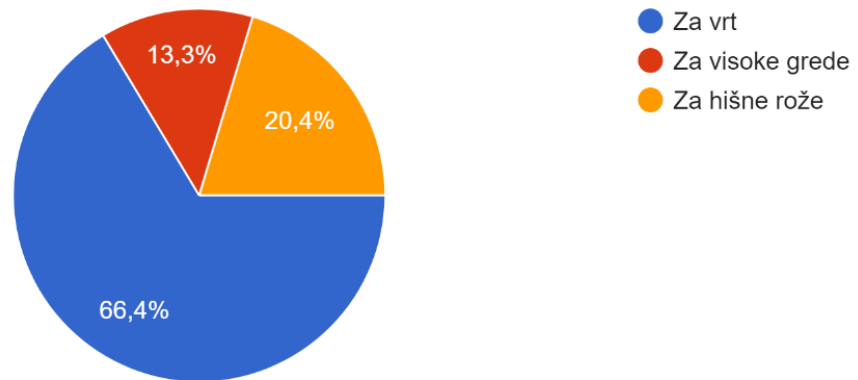
Slika 15: Uporaba biooglja med anketiranimi

Na vprašanje »Ali ste biooglje že kdaj uporabljali?« je le devet oseb (8 %) odgovorilo, da so biooglje že uporabljali. Ugotavljamo, da je v anketirani populaciji ljudi le zelo nizek delež oseb, ki biooglje poznajo oziroma so ga tudi že kdaj uporabljali.



Slika 16: Odgovori na vprašanje: "Ste na trgu v Sloveniji že zasledili biooglje?"

Na vprašanje »Ste na trgu v Sloveniji že zasledili biooglje?« je velika večina anketiranih odgovorila, da biooglja na tržišču v Sloveniji še ni zasledila. Tudi odgovori na to vprašanje so podobni kot odgovori na prejšnji dve vprašanji.



Slika 17: Odgovori na vprašanje "Za kakšen namen bi uporabljali biooglje?"

Na vprašanje »Za kakšen namen bi uporabljali biooglje?«, smo prejeli zanimive in med seboj precej podobne odgovore. Največ oseb je odgovorilo, da se biooglje uporablja v vrtnarstvu za vzgojo zelenjave v gredah in za rože v lončnicah.

Splošni vtis po opravljenem spletnem anketiranju je, da je biooglje razmeroma zelo slabo poznano med ljudmi. Tisti, ki biooglje poznajo in so ga že uporabljali, večinoma vedo, da se biooglje večinoma uporablja v vrtnarstvu kot dodatek za izboljšanje rodovitnosti tal.

Predvidevava, da bi v primeru drugačne starostne in izobrazbene strukture anketiranih ljudi, bili odgovori na zastavljena anketna vprašanja precej drugačni. Anketiranje bi verjetno morala izvesti še med starejšo populacijo. Za večje število odgovorov starejših ljudi bi morala izbrati klasičen način anketiranja.

4.3 Mikroposkus za ugotavljanje učinkovitosti izboljševanja tal z bioogljem

Izvedla sva tudi vegetacijski mikroposkus na Šolskem posestvu Turnišče, v katerem sva ugotavljala vpliv dodanega biooglja na rast sadik solate.

Postavitev poskusnega polja

V tamkajšnjem plastenjaku sva si zakoličila dve poskusni površini, vsako v velikosti 1m². Na enem kvadratnem metru sva po površini zemlje enakomerno porazdelila 1 liter aktivnega biooglja, v drugi ponovitvi pa sva pripravila kontrolno sadilno površino brez dodanega biooglja.



Slika 18: Vzorec biooglja, ki smo ga uporabili v poskusu



Slika 19: Površina, tretirana z bioogljem pred sajenjem

Na obe poskusni gredici sva posadila sadike solate sorte Funly, ki so jih vzgojili s koreninsko grudo, dijaki pri praktičnem pouku na Biotehniški šoli Ptuj.

Biooglje, ki smo ga uporabili v poskusu je biooglje pridobljeno s postopkom pirolize in ni bilo podvrženo posebnim postopkom aktivacije. Vzorec biooglja smo pridobili iz ZRS Bistra Ptuj.

Vzgoja sadik

Seme solate je bilo 26. 9. 2018 posejano v setvene platoje (multiplošče) iz stiropora s 84 celicami. Za setev v multiplošče se na Šolskem posestvu Turnišče uporablja setveni Tray substrat, priznanega proizvajalca substratov Klassman. V vsako celico se poseje eno samo seme. Sadike se v šolskem steklenjaku Biotehniške šole Ptuj gojijo na pomičnih mizah.

Sadike solate Funly so imele pred presajanjem dobro razvitih 4-5 pravih listov in kompaktno, dobro prekoreninjeno koreninsko grudo.



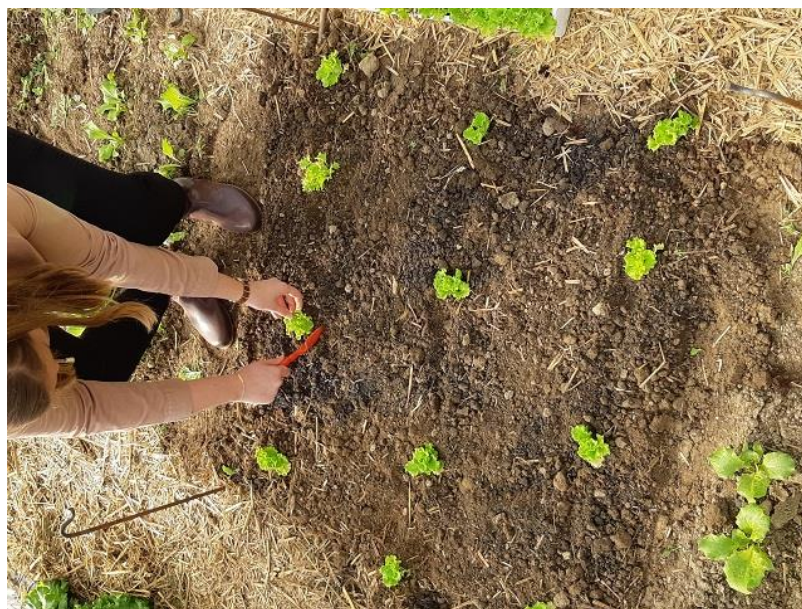
Slika 20: Sadika solate Funly s koreninsko grudo pred sajenjem

Solata »Funly«, ki sva jo uporabila v poskusu, je sorta krhkolistne solate v tipu gentile, z odprto rozeto svetlo zelene, skoraj rumene barve. Primerna je za vzgojo v zavarovanih objektih v jesenskem in spomladanskem obdobju, kakor tudi za poletno pridelavo na prostem. V široki rozeti ima veliko število zbitih listov, kar ji daje atraktiven tržni videz. Listi so sladkastega okusa, sočni in hrustljavi (<https://www.semına.si/posebna-ponudba/trgovina/zelenjava/solata/solata-funly-5ks/>).

Sorta solate Funly je tržno izjemno zanimiva, odlikujejo jo velika toleranca na uhajanje v cvet, dobro pa prenaša tudi transport in pakiranje.

Spremljanje vegetacijskega poskusa

Sadike solate Funly sva na poskusni gredici posadili 16. novembra 2018 na razdaljo 30 cm x 30 cm.



Slika 21: Sajenje sadik solate Funly na poskusno polje

Rast solate sva spremljala med 26. 9. 2018 in 6. 3. 2019. Treba je poudariti, da gre za obdobje, ki v našem klimatskem območju na prostem ne omogoča tržne pridelave solate. Kljub temu da zavarovani objekti Biotehniške šole Ptuj v zimsko jesenskem in zgodnjеспomladanskem obdobju niso ogrevani, jih s pridom izkoristimo za tržno pridelavo in mikroposkuse s sezonsko zelenjavo.

Rast rastlin je zaradi nizkih temperatur nekoliko bolj počasna, ob daljšem obdobju oblačnih dni pa se ob prisotnosti visoke zračne vlage pogosto pojavljajo tudi rastlinske bolezni.

Kljub vsemu sva imela med rastno sezono, v kateri sva izvajala vegetacijski mikroposkus, relativno ugodne rastne razmere, saj nismo beležili izrazito nizkih temperatur zraka, relativno malo pa je bilo tudi oblačnih dni. Da sva nekoliko izboljšala toplotni režim v plastenjaku, sva obe poskusni gredici prekrila z agrokopreno.

Temperaturnim razmeram sva prilagodila tudi zalivanje. Rastline sva zalivala po potrebi in le v dnevih, ki so bili sončni. Potrudila sva se, da vode nisva škropila po listih, saj bi s tem še dodatno povečala tveganje za razvoj listnih bolezni.

Rastline sva med vegetacijo tudi večkrat okopala. S tem sva prerahljala tla in odstranila morebitne plevele, ki bi lahko negativno vplivali na pridelek solate. Predvsem v zimskem obdobju smo s pomočjo učiteljev praktičnega pouka na Biotehniški šoli Ptuj skrbeli, da je bil rastlinjak dnevno prezračen. S tem se je zmanjšala zračna vlaga v zavarovanem objektu.

Ob nižji zračni vlagi se močno zmanjša tudi verjetnost za pojav rastlinskih bolezni. V poskusu nismo uporabili nobenih fitofarmaceutskih sredstev.

5 REZULTATI POSKUSA Z RAZPRAVO

Zaradi roka, ki sva ga morala upoštevati za oddajo naloge, ob vrednotenju poskusa, solata v poskusu še ni dosegla končnega tržnega pridelka. Kljub temu sva poskus ovrednotila.

Na posamezni poskusni parcelici je bilo posajenih 12 sadik solat. Že dober mesec po sajenju je bilo opazno, da solata na gredici, ki ni bila tretirana z bioogljjem (kontrola), zaostaja v rasti za solato, ki je rasla na gredici, kjer sva pred sajenjem dodali biooglje.

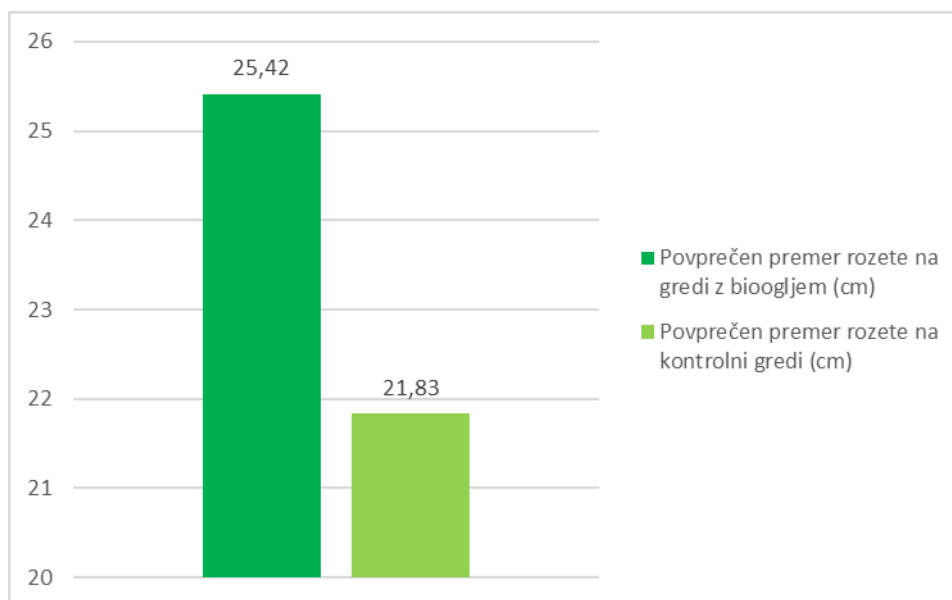
Ob spravilu solate, 6. 3. 2019, sva izvedla meritev premera rozete na vseh solatah, ki smo jih v poskusu spremljali.

Rezultate meritev sva prikazala v preglednici 2.

Preglednica 2: Premer rozet (v cm) posameznih sadik solate na gredi z dodanim bioogljjem in kontrolni gredi, datum meritev: 6. 3. 2019

Štev. sadike solate	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Povprečje
Greda z bioogljjem premer rozete solate Funly (cm)	26	23	27	28	26	26	27	27	23	25	23	24	25,4
Kontrolna greda premer rozete solate Funly (cm)	22	20	19	23	26	17	18	24	23	23	23	24	21,8

Iz preglednice 2 je razvidno, da so imele solate na gredi kjer nismo uporabili bioogljja, manjši premer rozete v primerjavi s solatami, ki so rasle na gredi tretirani z bioogljjem. Za bolj nazoren prikaz sva povprečen premer rozet solate Funly na obeh gredicah ob spravilu pridelka, prikazala tudi z grafičnim prikazom (Slika 23).



Slika 22: Povprečen premer rozete (v cm) ob spravilu solate na gredi z dodanim bioogljem in na kontrolni gredi ob koncu poskusa, 6. 3. 2019

V povprečju so imele solate na gredi, tretirani z bioogljem, za 3,6 cm večjo rozeto kot solate v kontroli.

Solate, ki so rasle na gredici na kateri smo uporabili bioogljje so po najini oceni imele večinoma tudi globlji in bolj razvejan koreninski sistem.

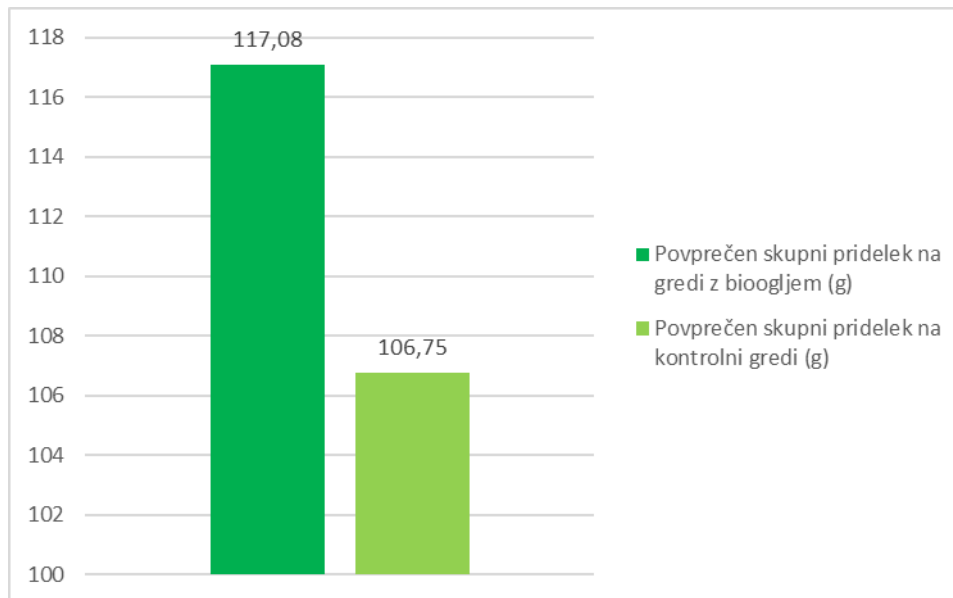
Ob spravilu sva vse solate stehala in jim določila skupni pridelek (skupaj s koreninskim sistemom) in tržni pridelek (očiščena solata).

Rezultate meritev skupnega pridelka prikazujeva v preglednici 4. Skupni pridelek sva pri posamezni solati določila tako, da sva stehala celoten nadzemni del solate skupaj s koreninskim sistemom.

Preglednica 3: Skupni pridelek solate (v gramih) na gredi z dodanim bioogljem in kontrolni gredi ob koncu poskusa, datum meritev: 6. 3. 2019

Štev. sadike. solate	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Povprečje
Skupni pridelek solate Funly (g) na gredi z bioogljem	116	98	148	154	98	126	150	122	64	99	119	111	117,1
Skupni pridelek solate Funly (g) na kontrolni gredi	91	69	89	135	174	57	70	120	89	128	105	154	106,8

Tudi iz preglednice 3 je razvidno, da je skupni pridelek večine solat večji na gredi, kjer smo uporabili bioogljje. Na sliki 24 prikazujeva primerjavo skupnega povprečnega pridelka solate Funly še v grafičnem prikazu.



Slika 23: Povprečen skupni pridelek solate (v gramih) na gredi z dodanim bioogljjem in kontrolni gredi ob koncu poskusa, 6. 3. 2019

Povprečni skupni pridelek solate Funly je bil na gredi, tretirani z bioogljjem, povprečno za 10,3 g višji kot na gredi, kjer sva pridelovala solato v kontroli.

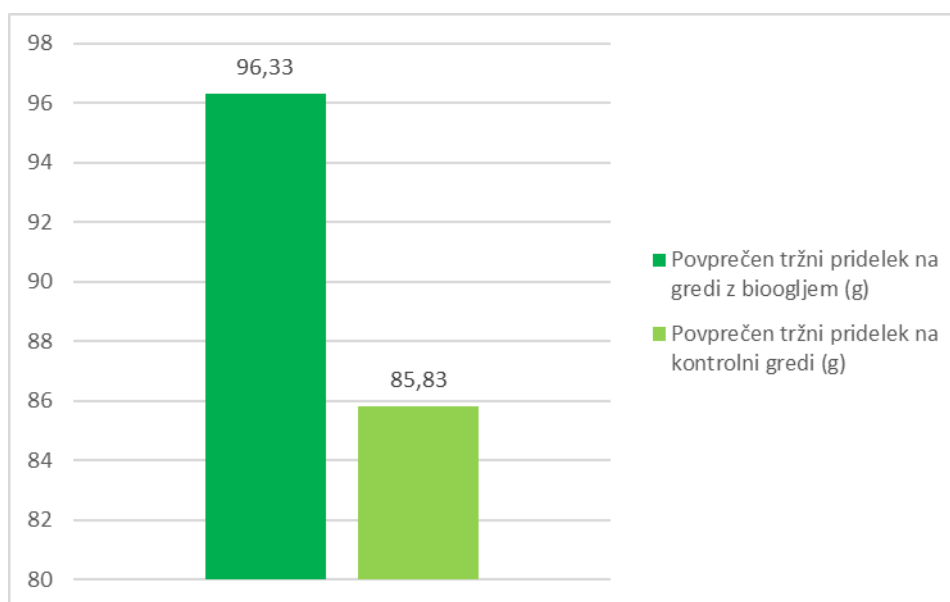
Povprečna masa skupnega pridelka na gredi, tretirani z bioogljjem, je znašala 117,1 g, na kontrolni gredi pa 106,7 g.

Solati smo ob spravi določili tudi tržni pridelek. Tržni pridelek predstavlja očiščene rozete solate, ki jih lahko prodamo na trgu. Rezultate meritev prikazujemo v preglednici 5.

Preglednica 4: Tržni pridelek solate (v gramih) na gredi z dodanim bioogljem in kontrolni gredi ob koncu poskusa, datum meritev: 6. 3. 2019

Štev. sadike solate	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Povprečje
Tržni pridelek solate Funly (g) na gredi z bioogljem:	84	72	135	135	75	95	133	96	45	78	103	105	96,3
Tržni pridelek solate Funly (g) na kontrolni gredi	70	55	53	111	151	40	55	101	69	109	89	127	85,8

Iz preglednice 4 je razvidno, da je tržni pridelek solate Funly na gredici, ki sva ji dodala biooglje večji od tržnega pridelka na kontrolni površini.



Slika 24: Povprečen tržni pridelek solate (v gramih) na gredi z dodanim bioogljem in kontrolni gredi ob koncu poskusa, 6. 3. 2019

Povprečni tržni pridelek posamezne solate Funly na kontrolni površini je znašal 85,9 g, povprečen tržni pridelek na gredi, tretirani z bioogljem pa 96,3 g, kar je za 10,5 g višji pridelek kot na kontrolni gredi (Slika 24).



Slika 25: Kontrolna greda tik pred spravilom (fotografirano 6. 3. 2019)



Slika 26: Greda z bioogljem tik pred spravilom (fotografirano 6. 3. 2019)

Na slikah 25 in 26 je prikazan pridelek na obeh gredah vključenih v opisan poskus na dan spravila pridelka, 6. 3. 2019.

Glede na navedene rezultate lahko z veliko verjetnostjo sklepamo, da bi se ob doseganju optimalne tehnološke zrelosti solate oz. ob poznejšem spravilu, razlike med kontrolo in površino, ki smo jo tretirali z bioogljem, še povečevale v korist biooglja.

Glede na to, da so imele rastline na gredi z bioogljem večje rozete in bolj razvit koreninski sistem, ter, da so v povprečju dosegle tudi večji skupni in tržni pridelek, lahko z veliko gotovostjo trdimo, da je bioogljje ugodno vplivalo na pridelavo solate Funly v šolskem plastenjaku.



Slika 27: Zaključna faza poskusa – spravilo solate in tehtanje količine pridelka

(fotografirano 6. 3. 2019)

Na sliki 27 je prikazano tehtanje posameznih rastlin z namenom ugotavljanja skupnega in tržnega pridelka solate na obeh gredah vključenih v poskus.

6 ZAKLJUČNE UGOTOVITVE

Oglju, ki je pripravljeno na okolju prijazen način in se uporablja kot izboljševalec tal, pravimo biooglje.

Oglje po sestavinah ni nekaj zelo posebnega, je le zelo trdno vezan ogljik. Vendar ko ga pogledamo pod mikroskopom, vidimo, da je sestavljeno iz izredno majhnih por in ravno te mu dajejo edinstvene lastnosti.

Biooglje je izredno porozen material z veliko aktivne površine, ki lahko znaša tudi od 500 do 2000 m²/g. Adsorpcijska sposobnost pri tako poroznih materialih nastane zaradi molekularnih privlačnih sil, imenovanih tudi Van der Waalsove sile.

Takšna struktura biooglja povečuje življenjski prostor mikroorganizmom v tleh in s tem poveča mikrobnobio maso. Povečuje njeno učinkovitost, ki je odvisna tudi od količine hranil v tleh. Pospešuje mikorizo (povezovanje specializiranih gliv s koreninami rastline) in tako povečuje pridelke, kar je posledica spremenjenih fizikalno - kemijskih pogojev v tleh.

Biooglje se zaradi teh lastnosti uporablja kot sredstvo za izboljšavo tal. Je stabilna oblika ogljika, ki lahko v tleh zdrži tudi več stoletij.

Ker biooglje pridobivamo v posebnem postopku pirolize iz biomase, mnogi znanstveniki preučujejo uporabo biooglja kot eno izmed možnih strategij za zmanjševanje učinkov globalnega segrevanja.

Piroliza je visokotehnološki postopek, kjer gorenje organske mase poteka brez prisotnosti kisika in drugih namensko dodanih reaktivnih plinov in materialov.

Pri tem nastajajo plini, ki se lahko uporabijo za sproizvodnjo elektrike in toplote, oglje pa je tako rekoč stranski produkt. Pri pirolizi nastane od 31 – 37 % biooglja. Najkakovostnejše oglje je pridobljeno iz lesa najboljše kakovosti.

V kmetijstvu in gozdarstvu nastajajo velike količine biomase. Biomasa iz kmetijske dejavnosti predstavljajo na primer žetveni ostanki po žetvi žit, ostanki zimskega obrezovanja v sadovnjakih in vinogradih, pokvarjena krma s travnikov, posušena trava iz manj kakovostnih travnikov ipd. Prav tako veliko odpadne biomase nastaja v gozdarstvu.

Oba prihajava s kmetij v okolici Ptuja in bi na domačih kmetijah želela obdelovati kmetijska zemljišča na naravi čim bolj prijazen način.

V nalogi sva ocenila količino odpadne rastlinske in živalske biomase na domačih kmetijah Fuks in Štebih. Ugotavljava, da bi ob sodelovanju večjega števila kmetij, s katerih bi pridobivala zadostne količine kmetijske in gozdne biomase, lahko s procesom pirolize proizvajala biooglje v obliki registrirane dopolnilne dejavnosti na kmetiji.

Zanimala naju je tudi prisotnost biooglja kot tržnega proizvoda na slovenskem tržišču in poznavanje tega proizvoda med ljudmi.

Zato sva opravila tudi manjšo raziskavo tržišča na način, da sva pregledala ponudbo spletnih in običajnih trgovin, ki so specializirane za prodajo gnojil in izboljševalcev tal.

V Sloveniji lahko najdemo kar nekaj ponudnikov substratov z dodanim bioogljem ali proizvodov čistega biooglja za različne namene. Ker sva se v nadaljevanju najine naloge omejila na uporabo biooglja kot dodatka za izboljševanje tal, sva na spletnih straneh pregledala tovrstno ponudbo.

V nalogi opisujeva štiri tovrstne proizvode. Predvidevava pa, da je večina biooglja pridobljena iz uvoza.

Del opravljene raziskave predstavlja anketiranje vzorca populacije ljudi o poznavanju biooglja. Iz analiz 114 odgovorov na anketna vprašanja ugotavljava, da razmeroma malo ljudi (le 26 %) biooglje prepozna kot koristen dodatek za rast rastlin, le 8 % anketiranih pa je biooglje že uporabljalo.

Splošni vtis po opravljenem spletnem anketiranju je, da je biooglje razmeroma slabo poznano med ljudmi. Tisti, ki biooglje poznajo in so ga že uporabljali, večinoma vedo, da se biooglje najpogosteje uporablja v vrtnarstvu kot dodatek za izboljšanje rodovitnosti tal.

V raziskavi sva izvedla rastni poskus (mikroposkus), s katerim sva ugotavljala vpliv biooglja na rast solate.

Ugotovila sva, da sadike v tleh z dodanim bioogljem rastejo bolje. Solata na gredi, tretirani z bioogljem, je pokazala nekoliko višji pridelek.

V povprečju so imele solate na gredi, tretirani z bioogljem, za 3,6 cm večjo rozeto kot solate v kontroli.

Solate, ki so rasle na gredici na kateri smo uporabili biooglje, so po najini oceni imele večinoma tudi globlji in bolj razvejan koreninski sistem.

Povprečni skupni pridelek solate Funly je bil na gredi, tretirani z bioogljem, povprečno za 10,3 g višji kot na gredi, kjer sva pridelovala solato v kontroli.

Tudi pri ugotavljanju tržnega pridelka so se pokazale razlike. Povprečni tržni pridelek posamezne solate Funly na kontrolni površini je znašal 85,9 g, povprečen tržni pridelek na gredi, tretirani z bioogljem, pa 96,3 g, kar je za 10,5 g več od pridelka na kontrolni površini.

Glede na to, da so imel rastline na gredi z bioogljem večje rozete in bolj razvit koreninski sistem, ter, da so v povprečju dosegle tudi večji skupni in tržni pridelek lahko z veliko gotovostjo trdimo, da je biooglje ugodno vplivalo na pridelavo solate Funly v šolskem plastenjaku.

S tem potrjujeva zastavljeno raziskovalno vprašanje, da dodajanja biooglja v tla, izboljša rast rastlin. Podobne ugotovitve sva zasledila tudi pri pregledu objav različnih avtorjev.

Predvidevava, da je pridelava biooglja tržno zanimiva in predstavlja eno izmed možnosti uporabe in predelave odvečne biomase na kmetijah v Sloveniji. Ob medsebojnem sodelovanju večjega števila kmetij bi lahko zbirali zadostne količine biomase za opravljanje tovrstne dopolnilne dejavnosti na kmetiji.

7 LITERATURA

1. Bagar, T. (2017). Aktivirano bioogljje - zlato skrito globoko v tleh. Pridobljeno 23. januarja 2019 s <https://permakultura.si/article/bioogljje>
2. Bagar, T., Mihelič, R. (2016). S kompostom aktivirano bioogljje za kakovostna tla v ekološkem kmetijstvu, doc.dr. Tanja Bagar Zeleni rudnik Pomurja, Cerop d.o.o. prof.dr. Rok Mihelič, Biotehniška fakulteta Ljubljana, s Posveta ekoloških pridelovalcev sadja
Pridobljeno 18. Februarja 2019 s
<https://lj.kgzs.si/.../S kompostom aktivirano bioogljje za kakovostna tla v ekološkem kmetijstvu/>
3. Brown R., in sod. (2015). Fundamentals of biochar production, Biochar for environmental management. 2nd ed. Lehmann J., Joseph H. (ur.). London, New York. Pridobljeno 12. februarja 2019 s
<https://www.taylorfrancis.com/books/e/9781134489534/chapters/10.4324%2F9780203762264-10>
4. Drev, D., Čuvan, J. (2013). Okoljevarstvene tehnologije, Učbenik za modul Okoljevarstvene tehnologije v programu Okoljevarstveni tehnik, Zbirka Zelena Slovenija, Založba Fit Media.
5. Hageman, N. in sod., Activated Carbon, Biochar and Charcoal: Linkages and Synergies across Pyrogenic Carbon's ABCs, Agroscope, Environmental Analytics, Reckenholzstrasse 191, CH, *Water Water* **2018**, 10(2), 182; doi:10.3390/w10020182
Pridobljeno 28. 2. 2019 s
<https://www.mdpi.com/2073-4441/10/2/182/htm>
6. Humar, V., Intervju z Novič M. (2014). Bioogljje: Znanstveniki znova odkrivajo stare modrosti, Pridobljeno 20. januarja 2019 s
<http://www.primorske.si/plus/7--val/bio-ogljje--znanstveniki-znova-odkrivajo-stare-modrosti>
7. Jejčič, V. (2010). Zaključno poročilo o rezultatih opravljenega raziskovalnega dela na projektu v okviru ciljnega raziskovalnega programa (CRP), Konkurenčnost Slovenije 2006-2013, Institut Jožef Stefan, INŠTITUT ZA OKOLJE IN PROSTOR, Kmetijski inštitut Slovenije, Pridobljeno 12. Februarja 2019 s
<https://www.dlib.si/details/URN:NBN:SI:DOC-UK6WD3GG/>
8. Lavrič, L. (2013). Zmanjševanje rabe mineralnih gnojil in kemikalij v kmetijstvu, z recikliranjem predelanih organskih odpadkov v kompost in BIOOGLJE, Pridobljeno 15. januarja 2019 s
http://www.refertil.info/sites/default/files/Seminar_Bioogljje_MB_nov_2013_KOTO.pdf

9. Matko, E. (2014). Uporaba biooglja v kmetijstvu. (Diplomska naloga). Visoka šola za varstvo okolja Velenje.

Pridobljeno 15. januarja 2019 s

http://www.vsvo.si/images/pdf/2014090330_Kon%C4%8Dana_diplomska_naloga_bioogljje_v_kmetijstvu.pdf,

10. Podgoršek, J., Vrtačnik, Š. (2011). Tehnologije obnovljivih virov energije. Impletum, Zavod IRC.

Pridobljeno 12. februarja 2019 s

http://www.mizs.gov.si/fileadmin/mizs.gov.si/pageuploads/podrocje/vs/Gradiva_ESS/Impletum/IMPLETUM_256NARAVOVARSTVO_Tehnologije_Podgorsek.pdf

11. Uredba o dopolnilnih dejavnostih na kmetiji (Uradni list RS, št. 57/15 in 36/18),

Pridobljeno 15. januarja 2019 s

<http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=URED6925>

12. Šanca, B. (2015) Potencial uporabe biooglja v remediaciji kontaminiranih tal, (Diplomsko delo), Visoka šola za varstvo okolja, Velenje.

Pridobljeno 2. februarja 2019 s

[http://www.vsvo.si/images/pdf/2016010652_diploma__B%C5%A0_kon%C4%8Dna_\(2\)](http://www.vsvo.si/images/pdf/2016010652_diploma__B%C5%A0_kon%C4%8Dna_(2))

13. Šubic, P. (26. 10. 2015). Najpodjetniška ideja: Aktivirano bioogljje Moj ogravec izboljša rodovitnost zemlje, Finance (Intervju z dr. Tanjo Bagar)..

Pridobljeno 20. februarja 2019 s

<https://posel2030.finance.si/8837497>

14. Vrščaj, B. (2014). Kmetijska tla – možen a slabo izkoriščen ponor ogljika. Kmetijski inštitut Slovenije, Oddelek z kmetijsko tehnologijo in npravne vire, Center za tla in okolje.

Pridobljeno 15. januarja 2019 s

http://www.kis.si/f/docs/Objave_in_predstavitve_mediji_in_zanimivosti/BioogljjePuconci.BVrscaj.pdf

15. Zore, J. (2015). Gospodarjenje z odpadki. Učbenik za modul Gospodarjenje z odpadki v programu Okoljevarstveni tehnik, Zbirka Zelena Slovenija, Založba Fit Media

16. <https://biochar-international.org/biochar/>

17. <https://biochar-international.org/soil-health/>

18. http://www.refertil.info/sites/default/files/Seminar_Bioogljje_MB_nov_2013_KOTO

19. <https://www.sonnenerde.at/>

20. <http://gajinvrt.moonfruit.com/bioogljje/4586887735>

21. <https://www.njiva.si/vetisa-bioogljje-201-48-ep>

22. <http://ogracek.si/trgovina/>

23. <https://www.semına.si/posebna-ponudba/trgovina/zelenjava/solata/solata-funly-5ks>

24. www.kis.si/f/docs/Arhiv_OEK/RASTLINSKA_2012.xls

25. <http://kazalci.arso.gov.si/sl/content/odmrla-lesna-biomasa>