

# Uzgoj micelija gljive *Pleurotus ostreatus* na različitim ostatcima iz poljoprivrede i prehrambene industrije

---

**Juranić, Zorica**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2020**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, FACULTY OF FOOD TECHNOLOGY / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:109:789738>

*Rights / Prava:* [Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International/Imenovanje-Nekomercijalno-Bez prerada 4.0 međunarodna](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-08-19**



image not found or type unknown

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the Faculty of Food Technology Osijek](#)



image not found or type unknown

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK

**Zorica Juranić**

**UZGOJ MICELIJA GLJIVE *Pleurotus ostreatus* NA RAZLIČITIM  
OSTATCIMA IZ POLJOPRIVREDE I PREHRAMBENE INDUSTRIJE**

DIPLOMSKI RAD

Osijek, rujan, 2020.

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

DIPLOMSKI RAD

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku  
Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek  
Zavod za ispitivanje hrane i prehrane  
Katedra za biologiju i mikrobiologiju  
Franje Kuhača 20, 31000 Osijek, Hrvatska

### Diplomski sveučilišni studij Prehrambeno inženjerstvo

**Znanstveno područje:** Biotehničke znanosti

**Znanstveno polje:** Prehrambena tehnologija

**Nastavni predmet:** Opća mikrobiologija

**Tema rada** je prihvaćena na (IX.) redovitoj sjednici Fakultetskog vijeća Prehrambeno-tehnološkog fakulteta Osijek u akademskoj godini 2019./2020. održanoj 20. srpnja 2020.

**Mentor:** doc. dr. sc. Lidija Dujmović

**Pomoć pri izradi:** mag. ing. proc. Maja Ižaković

**Uzgoj micelija gljive *Pleurotus ostreatus* na različitim ostatcima iz poljoprivredne i prehrambene industrije**  
Zorica Juranić, 0113141613

**Sažetak:** Uzgoj gljiva na lignoceluloznim ostatcima predstavlja jedan od ekonomski najisplativijih procesa recikliranja. To je stoga što se jeftini lignocelulozni supstrati mogu zamijeniti s proizvodom koji je savršen izvor proteina, vitamina i minerala, a ima i ljekovita svojstva. U ovom radu gljiva vrste *Pleurotus ostreatus* uzgajala se na četiri različita supstrata uz četiri različita nosača micelija pri tri temperaturna režima, 10 °C, 20 °C i 25 °C. Ispitivana je biološka učinkovitost, odnosno postotak pretvorbe mase suhog supstrata u masu svježe ubranih gljiva. Prema rezultatima može se zaključiti da *Pleurotus ostreatus* daju maksimalnu biološku učinkovitost na supstratu kakaove ljuske s micelijem uzgojenim na zrnu pšenice pri temperaturi od 20 °C.

**Ključne riječi:** gljive, *Pleurotus ostreatus*, biološka učinkovitost, lignocelulozni ostatci

**Rad sadrži:** 53 stranica  
18 slika  
3 tablice  
1 priloga  
16 literaturnih referenci

**Jezik izvornika:** Hrvatski

### Sastav Povjerenstva za ocjenu i obranu diplomskog rada i diplomskog ispita:

1. prof. dr. sc. Tihomir Moslavac	predsjednik
2. doc. dr. sc. Lidija Dujmović	član-mentor
3. prof. dr. sc. Jovica Hardi	član
4. prof. dr. sc. Vinko Krstanović	zamjena člana

**Datum obrane:** 18. rujna 2020.

**Rad je u tiskanom i elektroničkom (pdf format) obliku pohranjen u** Knjižnici Prehrambeno-tehnološkog fakulteta Osijek, Franje Kuhača 20, Osijek

## BASIC DOCUMENTATION CARD

GRADUATE THESIS

University Josip Juraj Strossmayer in Osijek  
Faculty of Food Technology Osijek  
Department of Food and Nutrition Research  
Subdepartment of biology and microbiology  
Franje Kuhača 20, HR-31000 Osijek, Croatia

### Graduate program Food engineering

**Scientific area:** Biotechnical sciences

**Scientific field:** Food technology

**Course title:** General microbiology

**Thesis subject** was approved by the Faculty of Food Technology Osijek Council at its session no. IX. Held on July 20, 2020.

**Mentor:** Lidija Dujmović, PhD assistant prof.

**Technical assistance:** Maja Ižaković, MSc

### Cultivation of *Pleurotus ostreatus* Mushroom Mycelia on Different Agricultural and Food Industry Wastes

Zorica Juranić, 0113141613

**Summary:** Growing mushrooms on lignocellulose wastes is one of the most economically cost-effective recycling processes. That is because cheap lignocellulotic substrates can be replaced with a product that is the perfect source of protein, vitamins and minerals and has medicinal properties. In this work, the *Pleurotus ostreatus* mushroom was grown on four different substrates with four different mycelium carriers at three temperatures, 10 °C, 20 °C and 25 °C. Biological efficiency, i.e. the percentage of conversion of dry substrate mass to the mass of freshly harvested mushrooms, was investigated. According to the results it can be concluded that *Pleurotus ostreatus* provide maximum biological efficiency on the substrate of cocoa shell with mycelium grown on wheat grains at temperature of 20 °C.

**Key words:** mushrooms, *Pleurotus ostreatus*, biological efficiency, lignocellulosis wastes

**Thesis contains:** 53 pages  
18 figures  
3 tables  
1 supplements  
16 references

**Original in:** Croatian

### Defense committee:

- |  |              |
|--|--------------|
| 1. Tihomir Moslavac, PhD, prof.          | chair person |
| 2. Lidija Dujmović, PhD, assistant prof. | supervisor   |
| 3. Jovica Hardi, PhD, prof.              | member       |
| 4. Vinko Krstanović, PhD, prof.          | stand-in     |

**Defense date:** September, 18. 2020.

**Printed and electronic (pdf format) version of thesis is deposited in** Library of the Faculty of Food Technology Osijek, Franje Kuhača 20, Osijek.

Zahvaljujem, u prvom redu, svojoj mentorici doc. dr. sc. Lidiji Dujmović koja mi je omogućila sve potrebne materijale, pružila veliku pomoć u izradi ovog diplomskog rada i imala strpljenja i vremena za sva moja pitanja.

Zahvaljujem svojim kolegama i prijateljima koji su zajedno sa mnom prolazili sve ove godine studiranja, učenja i uz koje je svaka muka bila manja, a svaki uspjeh veći.

Posebno se zahvaljujem svojoj obitelji koja me je uvijek podržavala i bila uz mene u dobrim i lošim trenucima i bez kojih sve što sam dosada postigla ne bi bilo moguće.

## Sadržaj

1. UVOD.....	1
2. TEORIJSKI DIO .....	3
2.1. GLJIVE KAO ORGANIZMI I NJIHOVA EKOLOŠKA ULOGA.....	4
2.2. BUKOVAČE .....	4
2.3. BUKOVAČE U LJUDSKOJ PREHRANI .....	5
2.4. BUKOVAČE U MEDICINI.....	5
2.5. UZGOJ BUKOVAČE.....	7
2.6. UZGOJ BUKOVAČE NA ČVRSTOM SUPSTRATU.....	9
2.7. BOLESTI BUKOVAČE .....	10
2.7.1 Zelena plijesan ( <i>Trichoderma</i> spp).....	10
2.7.2 Paučinasta plijesan ( <i>Dactylium dendroides</i> ) .....	11
2.7.3 Bakterijske bolesti.....	11
2.7.4 Štetočine.....	11
3. EKSPERIMENTALNI DIO .....	13
3.1. ZADATAK.....	14
3.2. MATERIJALI I METODE .....	14
3.2.1. Izolacija gljive .....	14
3.2.2. Priprema i inokulacija supstrata za uzgoj micelija .....	14
3.2.3. Priprema i inokulacija supstrata za uzgoj gljiva .....	15
3.2.4. Mjerenje.....	16
3.2.5. Obrada rezultata.....	17
4. REZULTATI .....	18
4.1. PLODONOŠENJE GLJIVA IZ MICELIJA PORASLOG NA ZRNU PŠENICE .....	19
4.2. PLODONOŠENJE GLJIVA IZ MICELIJA UZGOJENOG NA ZRNU JEČMA .....	21
4.3. PLODONOŠENJE GLJIVA IZ MICELIJA UZGOJENOG NA ZRNU INTEGRALNE RIŽE .....	24
4.4. PLODONOŠENJE GLJIVA IZ MICELIJA UZGOJENOG NA ZRNU SIRKA .....	26
4.5. PLODONOŠENJE GLJIVA NA STABLIMA I PANJEVIMA IZ MICELIJA UZGOJENOG NA TROPU OD GROŽĐA, TROPU OD RAJČICE I DRVENIM ČEPOVIMA .....	28
4.6. BILOŠKA UČINKOVITOST SVIH POKUSA .....	29
5. RASPRAVA .....	30
6. ZAKLJUČCI.....	34
7. LITERATURA.....	36
8. PRILOZI .....	39

## **Popis oznaka, kratica i simbola**

MNP – micelij uzgojen na pšeničnom zrnu

MNJ – micelij uzgojen na ječmenom zrnu

MNR – micelij uzgojen na zrnu integralne riže

MNS – micelij uzgojen na zrnu sirka

SL – supstrat načinjen od pšenične slame

DS – supstrat načinjen od strugotina bukova drveta

KI – supstrat načinjen od ljuske kikirikija

KA – supstrat načinjen od kakaove ljuske

MTR - micelij na tropu od rajčice

MTG - micelij na tropu od grožđa

MDČ - micelij na drvenim čepovima

DŠ – drvo šljive

DB – drvo bukve

PŠ - panj od šljivina drveta

PD – panj od bukova drveta

## **1. UVOD**



Trendovi u proizvodnji hrane karakterizirani su čestim promjenama prehrambenih navika i namirnica. Jedna od najvrjednijih namirnica današnjice su gljive. Gljivu bukovaču često nalazimo u prirodi te se može uspješno uzgojiti u kontroliranim uvjetima.

Kontroliranim uzgojem gljiva mali proizvođači koji se tom djelatnošću bave iz komercijalnih, zdravstvenih ili nekih drugih razloga mogu postići dobar financijski rezultat. Za uzgoj gljiva bukovača potrebno je osigurati određene uvjete kako bi uspjeh bio siguran. Neki od uvjeta za uzgoj su: prostor za pripremu i uzgoj, energija za izmjenjivanje topline (grijanje-hlađenje), redovito provjetravanje, priprema supstrata (usitnjavanje, dezinfekcija i pasterezacija), nabava micelija ili komposta, sredstva za zaštitu bilja (insekticidi, fungicidi), troškovi berbe i transporta. Priprema supstrata ovisi o odabiru sirovine, mogućnosti nabave i njenoj cijeni. Sirovinu je prije upotrebe potrebno usitniti na određenu dimenziju kako ne bi došlo do stvaranja preguste mase u kojoj će difuzija plinova biti otežana što šteti razvoju micelija. Uzgoj se provodi na supstratima bogatim celulozom. Rast na takvim supstratima je brži nego u prirodi.

Odabir supstrata ima važnu ulogu za rast i razvoj jer iz njega gljiva crpi hranu. Za komercijalni uzgoj gljiva potrebno se dobro educirati i pripremiti ako želimo pozitivan rezultat. Tržište gljiva, zahvaljujući njihovoj upotrebi u kulinarstvu, značajnoj nutritivnoj vrijednosti i ljekovitih svojstava, brzo se širi.

Predmet istraživanja ovog rada je mogućnost iskorištenja različitih proizvoda, nusproizvoda i ostataka iz poljoprivrede i prehrambene industrije. U ovom radu to su bila zrna žitarica: pšenice, ječma, integralne riže i sirka, koji su poslužili kao nosači micelija. Kao supstrati za plodonošenje gljiva korišteni su: pšenična slama, strugotine bukova drveta, kakaova ljuska, ljuske od kikirikija trop od grožđa i trop od rajčice. Navedeni materijali su poslužili za uzgoj micelijske biomase i plodova gljive bukovače koja zbog svojih enzimatskih celulolitičkih svojstava može koristiti lignocelulozne materijale kao izvor hrane. Cilj rada je ispitati optimalne uvjete uzgoja i rasta micelija i plodonošenja ove gljive na navedenim materijalima, odnosno uvjete uzgoja koji su dali najveću biološku učinkovitost.

## **2. TEORIJSKI DIO**

### 2.1. GLJIVE KAO ORGANIZMI I NJIHOVA EKOLOŠKA ULOGA

Posebno carstvo živog svijeta čine gljive. Gljive su eukariotski organizmi i hrane se heterotrofnom apsorpcijom organskih tvari. Stanična stjenka građena je od hitina i  $\beta$ -glukana. Većina vrsta ima nitasto, višestanično razgranato tijelo koje se naziva micelij. Žive kao saprofiti (razgrađivači), simbioti (mutualisti) i paraziti. U određenim uvjetima micelij prelazi u reproduktivnu fazu razvijajući spore, sitne reproduktivne strukture koje se rasprostranjuju uz pomoć životinja, vode ili vjetra. Plodišta, koja su makroskopske ili mikroskopske veličine, su mjesta na kojima većina gljiva razvija spore. Ona imaju važnu ulogu jer su dio organizma gljive kojeg uočavamo u prirodi te na temelju njihovih svojstava razlikujemo vrste gljiva. One provode razgradnju mrtve organske tvari do anorganskih spojeva koje biljke mogu ponovno koristiti u sintezi organskih spojeva. To je važna ekološka uloga jer omogućava kruženje ugljika i ostalih biogenih elemenata u biosferi odnosno održavanje života na Zemlji. Gljive se razmnožavaju vegetativno (nespolno) i generativno (spolno).

Dijelimo ih u četiri glavna filogenetski prirodna razreda:

- *Myxomycetes* ili gljive sluznjače, slične su bičašima,
- *Phycomycetes* ili gljive algašice, imaju dobro razvijen micelij,
- *Ascomycetes* ili gljive mješinarke, imaju većinom snažno razvijen micelij i
- *Basidiomycetes* ili gljive stapčare, najvišeg su razvojnog stupnja (Križevac, 1997).

### 2.2. BUKOVAČE

Bukovača pripada u *Basidiomycetes*, porodicu *Agaricaceae*, rod *Pleurotus*, vrsta *Pleurotus ostreatus*. Nalazimo je u listopadnim šumama. Javlja se u jesen kada su niže temperature, oko 17°C te kada je vlažnost zraka 75-90%. Raste na srušenim deblima bukve ili na živom drvetu kao parazit. Postoji više sojeva bukovače koji se razlikuju prema boji i veličini klobuka. Klobuk naraste na veličini između 3 i 30 cm, asimetričan je, ekscentričan, malo ulegnut, sjajan i promjenjive boje. Kod mlade biljke klobuk je crnkast posebno kod zimske vrste odnosno *Pleurotus ostreatus*, dok je nešto svjetlije nijanse, žućkaste boje, kod drugih sojeva koji rastu na orahu, dudu, šljivi i brezi. Ima

vijugav rub, dosta uvijen, debeo i mesnat. Rjeđe raste pojedinačno te većinom raste u grozdovima iz zajedničkog korjenastog trupa. Listići su bijeli ili sivkasti, s plavičastim ili ljubičastim odsjajem, ali i bez njega. Često silaze nisko niz stručak i produžuju se u formi crtica, račvasti su ili imaju poprečne mostiće. Stručak je ekscentrično postavljen u odnosu na klobuk, kratak je i deblji, nagore širok od 1 do 4 cm, ponekad se jedva i nazire, bijel je i baršunaste površine, a prema dnu kao da je pamukom obložen, pun i tvrd. Meso je bijelo, elastično i gumasto, a starenjem biva sve tvrđe. Miris je slab, vrlo fin, podsjeća na svježe rezano drvo. Okus je slatkast i ugodan (Križevac, 1997).

### 2.3. BUKOVAČE U LJUDSKOJ PREHRANI

Prema hranjivoj vrijednosti bukovača je bliža mesu nego povrću. Dobar je izvor hranjivih tvari, udio proteina je 20-30%, sadrži esencijalne aminokiseline, hitin (izvor vlakana). Udio vode je 70-95% ovisno o uvjetima prilikom uzgoja te o vremenu berbe. Izvor je mikro i makro elemenata (fosfor i željezo) te vitamina (tiamin, riboflavin, askorbinska kiselina i niacin). Udio ugljikohidrata i kalcija u bukovači je nizak. Zbog velikog broja proteina niske kalorične vrijednosti bukovača je vrlo kvalitetna hrana. Zbog lakoće obrađivanja, jednostavno se konzumira u svježem ili prerađenom obliku (Križevac, 1997).

### 2.4. BUKOVAČE U MEDICINI

Mnoga istraživanja u svijetu pokazala su da gljive sadrže ljekovite i zaštitne materije protiv određene bolesti. Ekstrakti gljiva posjeduju antibakterijsko, hematološko, antivirusno, antitumorsko i mnoga druga djelovanja. Tradicionalna medicina je bukovači pripisivala ljekovita svojstva i prije nego su ona bila znanstveno dokazana. Wasser i Weis (1999) su se bavili sa izolacijom i identifikacijom supstanci pronađenih u bukovači koje bi se mogle koristiti u medicinske svrhe. Tako su pronađene tvari koje su korisne u borbi protiv različitih vrsta tumora, kao što su polisaharidi, i to uglavnom  $\beta$ -D-glukani, proteoglikani i  $\beta$ -D-glukani vezano s peptidima, laktini, steroidi i mnogi drugi.

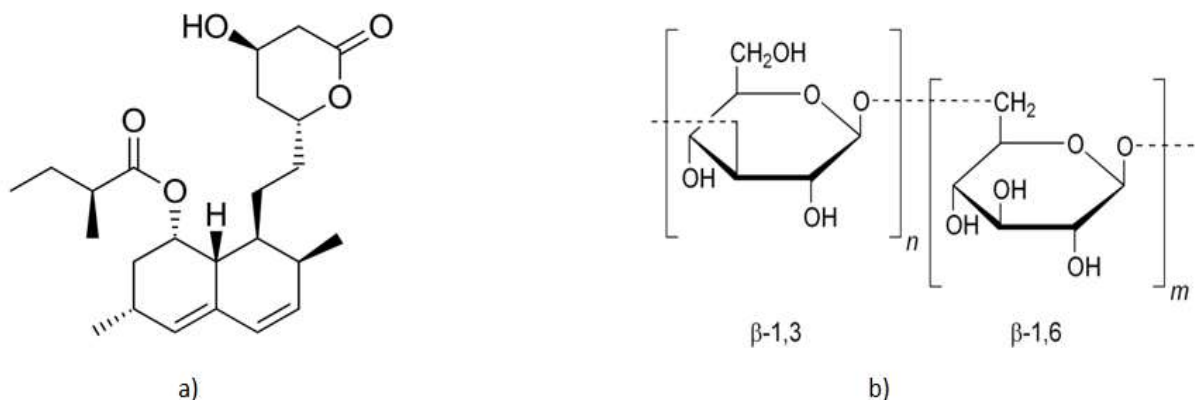
**Tablica 1** Ljekovito djelovanje bukovače (Cohen i sur., 2002)

Medicinsko djelovanje	Komponenta bukovače
Antibiotsko	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Micelij</li> <li>• Polisaharid</li> </ul>
Antibakterijsko	$\beta$ -D-glukan (pleuran)
Antivirusno	Protein sličan ubikvitinu
Imunostimulacijsko	Glukan
Antitumorsko	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Glikopeptidi</li> <li>• Lektin</li> <li>• <math>\beta</math>-D-glukan (pleuran)</li> <li>• Cijela gljiva</li> </ul>
Regulacija razine kolesterola	Lovastatin
Antioksidacijsko	$\beta$ -D-glukan (pleuran)

Karacsonyi i Kuniak (1994) izolirali su skeletni  $\beta$ -D-glukan iz plodišta bukovače koji je netopljiv u lužinama. Spoj se naziva pleuran, posjeduje antibakterijsko djelovanje, jer je povećao stopu preživljavanja miševa koji su bili podložni bakterijskim upalama. Pleuran je jedinstveni spoj po strukturi sličan ostalim  $\beta$ -D-glukanima iz gljiva iz porodica *Ascomycota* i *Basidiomycota*, netopljiv je u vodi i lužinama. Posjeduje visoku antitumorsku aktivnost, pojačava antioksidacijski mehanizam zaštite protiv različitih upala i ublažuje alergijske reakcije. Jedna od primjena je u obliku hidrogela u kozmetici, jer se pokazalo da u tom obliku ubrzava regeneraciju i pojačava aktivnost stanica kože (Majtan i sur., 2009).

Iz bukovače je također izoliran i lovastatin. Kao pripadnik statina on je inhibitor enzima hidroksimetilglutaril koenzim A (HMG-CoA) reduktaze koja katalizira redukciju HMG-CoA do mevalonske kiseline tijekom sinteze kolesterola te time sudjeluje u regulaciji razine kolesterola u

organizmu (Alarcon i sur., 2003). Primjenjuje se u liječenju dislipidemije i u prevenciji kardiovaskularnih bolesti. Korištenje se preporučuje tek nakon što druge metode kao što su vježbanje i dijeta ne pokazuju nikakve rezultate u smanjenju razine kolesterola. Lovastatin posjeduje i antikancerogeno djelovanje (Alarcon i sur., 2003).



**Slika 1** Kemijski sastav: a) lovastatin b) pleuran (Alcaron i sur., 2003)

## 2.5. UZGOJ BUKOVAČE

Da bi se gljive mogle kontrolirano uzgajati potrebno je detaljno poznavati njihove životne funkcije, odnosno uvjete koji su potrebni za rast određene vrste, načine ishrane, načine stimulacije za brži prelazak gljiva iz vegetativne u generativnu fazu rasta, odnosno formiranje plodnog tijela (Novak, 2009).

Gljiva bukovača ubraja se u one vrste gljiva koje se često nalaze u prirodi, ali je to ujedno i gljiva koja se vrlo uspješno može uzgajati i kontrolirano. U uzgoju se gljiva proizvodi na supstratima bogatim celulozom, pa uz optimalne uvjete vrlo brzo raste i mnogo brže daje plodna tijela nego u prirodi. Bukovače se mogu uzgajati na različitim supstratima. Da bi se bukovača uspješno uzgajala potrebno je dobro izabrati supstrat iz kojeg će gljiva crpiti hranu za svoj rast i razvoj. Najčešće sirovine za uzgoj gljive bukovače su: slama, livadno sijeno, sijeno lucerne, kukuruzni oklasci, slama soje ili graška, piljevina, pamučni otpad pa čak i papir. Koje od brojnih sirovina upotrijebiti treba odlučiti prema mogućnostima nabave tih materijala i prema načinu obrade supstrata. Kod pripreme svih materijala za izradu supstrata treba paziti da pH bude oko 7, a ako je reakcija kisela treba dodati vapno da se uspostavi pravilna kiselost (Novak, 1997).

Lignocelulozni otpadni materijali iz poljoprivredno-prehrambene proizvodnje potencijalni su supstrat za uzgoj jestivih gljiva. Gljive posjeduju sposobnost razgradnje ovih materijala pomoću svog sistema enzima. Nakon uzgoja gljiva zaostaje iscrpljeni supstrat koji se također može vratiti u proizvodni ciklus i korisno upotrijebiti kao izvor energije, kompost, krmivo i drugo. Uzgojem gljiva na čvrstim lignoceluloznim supstratima nastoji se iskoristiti lignocelulozni otpad na način da se osim proizvodnje gljiva u prehrambene i farmaceutske svrhe nastoji pridonijeti i zaštiti okoliša smanjenjem količine lignoceluloznog otpada (Philippoussis, 2009).

Proizvodnja bukovače svakim danom sve je intenzivnija. Prinosi pri uzgoju su veći ako se uzgaja u zatvorenim, klimatiziranim i adekvatno osvjetljenim prostorijama.

Ima više razloga koji uvjetuju brzi rast proizvodnje gljiva:

- gljive se uzgajaju na sirovinama inače slabo iskoristivim za druge svrhe,
- niti jedna se vrsta hrane ne može proizvoditi tijekom cijele godine i u tako kratkom ciklusu proizvodnje kao neke vrste gljiva,
- za potrebe povećanog broja stanovništva u svijetu nastoji se proizvesti što više hrane,
- gljive su veoma cijenjena proteinska hrana zbog svoje hranjive vrijednosti,
- neke se gljive cijene kao delicija, a neke zbog višestране ljekovitosti.

Razlozi uzgajanja bukovače su:

- jednostavno se uzgaja,
- uzgaja se na različitim podlogama,
- velika tolerancija prema temperaturi, od 5 – 30 °C,
- nema velikih rizika pri uzgajanju kao npr. kod šampinjona,
- daje velike prinose,
- prilično je otporna na bolesti i štetočine i
- odličnog je ukusa.

Ispitivanja pokazuju da je otprilike 10% ljudi alergično na spore bukovače. Danas su najveći proizvođači micelija ponudili sortu bukovača bez spora kako bi bila dostupna svima za konzumaciju (Lisjak, 2006).

**Tablica 2** Deformacija plodnih tijela – fiziološki faktori (Lisjak, 2006)

Izgled nekvalitetne bukovače	Uzrok	Savjet
Uzak, ljevkast klobuk i jako zadebljan stručak	Nedovoljno svježeg zraka, previše nakupljenog CO <sub>2</sub>	Često prozračivanje i ubacivanje svježeg zraka
Taman klobuk, stručak jako kratak i urastao u supstrat, jedva se može skinuti	Prejako svjetlo (>500lux)	Gljiva za rast treba svjetlo. Na višoj temperaturi (20°C) treba više svjetla (oko 400 lux) kod niže (10°C) manje (oko 100-200 lux), kod manjka svjetla dodati npr. neonsko svjetlo
Predugački stručak i mali klobuk	Preslabo svjetlo	
Ljepljive, mokre gljive	Previsoka vlažnost zraka	Kontrola vlažnosti zraka higrometrom i održavanje nakon početka rasta nižom, 80-90% RVZ. Zrak je za bukovaču suh kada je RVZ 50-70% i tada treba raspršiti vodu po zidovima i podu
Na rubu klobuka tanka, žuta crta, sušenje cijelog „grozda“	Preniska vlaga zraka	
Rub klobuka tamni, stručak napuhnuto gljive se suše	Razna kemijska sredstva u prostoriji (ulje, benzin, loša dezinfekcija)	Bukovača je jako osjetljiva na mirise. Prostorija ne smije biti skladište te se treba pridržavati higijenskih mjera.
Bukovača je nalik cvjetači	Dim, razni štetni plinovi u zraku	

## 2.6. UZGOJ BUKOVAČE NA ČVRSTOM SUPSTRATU

Tradicionalni način uzgoja gljiva na lignoceluloznim materijalima u polipropilenskim vrećama s prozorčićima za izmjenu zraka, može se promatrati kao šaržna fermentacija na čvrstim supstratima unutar vreće, koja ima ulogu bioreaktora (Smith i sur., 2002). Primjena uzgoja na čvrstim supstratima ima ekološku i ekonomsku opravdanost ukoliko se primjenjuju jeftine i lako dostupne sirovine poput poljoprivrednog i drvnog otpada (Wagner i sur., 2003; Zhou i sur., 2012).

Gljive iz roda *Pleurotus* lako se uzgajaju, a kao podloge za uzgoj mogu se koristiti razne lignocelulozne sirovine kao što su drvo, sijeno, kukuruz, pšenica, slama, pamučni otpad i stabljika pamuka (Cohen i sur., 2002; Lisjak, 2006). Pripadnici ovog roda pripadaju u skupinu gljiva bijele



truleži koje degradiraju lignin i celulozu te se mogu koristiti u širokom rasponu biotehnoloških procesa (Philippoussis, 2009).

Lignin je jedan od najzastupljenijih biljnih polimera u biosferi odmah nakon celuloze, a čini oko 35% suhe tvari u biljnim tkivima. To je aromatski polidispergiran polimer koji stanicama daje čvrstoću, štiti ih od mehaničkih oštećenja i čini ih vodonepropusnima. Struktura lignina predstavlja problem pri biološkoj degradaciji. Početne reakcije razgradnje moraju biti ekstracelularne, nespecifične i oksidativne (Kirk i Farrell, 1987). Gljive bijelog truljenja karakterizira sposobnost brze i učinkovite razgradnje kompleksne strukture lignina do jednostavnijih spojeva. Razgradnja lignina je oksidativan proces, koji uključuje enzime kao što su lignin peroksidaza, mangan peroksidaza, polivalentna peroksidaza i lakaza (Kerem i sur. 1992).

### 2.7. BOLESTI BUKOVAČE

U odnosu na druge gljive iskustvo uzgoja bukovača pokazuje da je ona otporna prema bolestima. Ako se vodi briga o higijeni prostora u kojem gljive uzgajamo te ako se pravilno pripremili supstrat i podlogu zasijali kvalitetnim micelijem možemo očekivati dobar i zdrav urod. Sredstva koja se koriste u pripremi supstrata su Fundazol (sprječava zelene i gipsaste plijesni) i Basudin (sprječava larve i mušice). Preparati se koriste na način da se u 100 litara vode za pripremu supstrata doda 10 grama istog. Praksa je pokazala da korištenjem ovih preparata smanjuju se bolesti gljiva. Materijal od kojeg pripremamo supstrat mora biti suh i zdrav. Kod nepravilne pripreme supstrata dolazi do raznih obolijevanja od kojih su najčešće zelena i paučinasta plijesan.

#### 2.7.1 Zelena plijesan (*Trichoderma spp*)

Ova bolest javlja se u loše pripremljenom supstratu ili ako smo za supstrat koristili nezdravu, trulu i pljesnivu sirovinu, te ukoliko stavljamo pravilno pripremljen supstrat u nedostatno čiste vreće (npr. od umjetnog gnojiva).

Zelena plijesan se više javlja na kiselom supstratu, pripremljenom od sirovina koje imaju više šećera, kao što je kukurozovina. Pri proraščivanju, na najlonskoj vreći se pojavljuje u obliku manjih zelenih mrlja ili točkica. Na tim mjestima je dostatno žiletom ili skalpelom oko mrlje odrezati

najlon i izvaditi zaraženi dio, a poslije to mjesto poprskati ili oprati 1% rastvorom Formalina, odnosno posuti ga sodom bikarbonom (Križevac, 1997).

### 2.7.2 Paučinasta plijesan (*Dactylium dendorides*)

Ova bolest veoma je rijetka, a uzročnik joj je gljivica. Može se javiti na supstratu prije termičke obrade. Ukoliko u pripremi supstrata koristimo Fundazol ili Benomil (u omjeru 10 g na 100 l), do bolesti neće doći. Ova bolest, koja se javlja na površni podloge, na kraju plodnog razdoblja, liči na bijelu paučinu i uglavnom je vidljiva. Ukoliko se pojavi, zaštita je otkloniti dio najlona i supstrata, te mjesto tretirati prskanjem 1% Formalinom. Pomoći će i sniženje relativne vlažnosti, te povećana cirkulacija zraka. Na zaraženo mjesto možemo sipati sodu bikarbonu, a žarišta se mogu nakon berbe zaprašiti i s Winklozolinom i to 0,7 -1g po m<sup>2</sup> (Križevac, 1997).

### 2.7.3 Bakterijske bolesti

Javljaju se u fazi inkubacije, ali još češće u plodonošenju. Najviše se javlja kada je temperatura u prostoriji viša od 22°C, a vlaga veća od 100%. Obično se bolest ne primijeti u prvom valu, već tek u drugom ili slijedećim. Stručni gljiva su odebljali, klobuk je sitan i lako se osuši, a površina supstrata je vidljivo sluzava. Zaštititi se može na način da se supstrat ne oštećuje, i da se temperatura ne poveća iznad 23°C. Ako se bolest pojavi, treba spustiti temperaturu i ne jako zalijevati (Križevac, 1997).

### 2.7.4 Štetočine

#### Muhe i mušice

Kod uzgoja bukovače, mušice mogu nanijeti velike štete. One su prvenstveno paraziti gljiva. Šampinjonska mušica daleko više štete pravi kod uzgoja šampinjona nego kod uzgoja bukovače. Ličinke se hrane micelijem, a također oštećuju i plodišta. Ukoliko smo u pripremi u vodu stavili Basudin, 10g na 100 l vode, i vodimo higijenu prostorije, neće doći do pojave ovih štetnika.

Prije unošenja supstrata prostoriju treba dezinficirati. Dezinfekcija se može izvršiti uz pomoć preparata Formalin 40%, Malation ili Neopitroid. Kao odlično sredstvo za dezinfekciju može poslužiti i Varikina 3,5 % (Križevac, 1997).

### **Puževi**

Ako u vlažnom podrumu uzgajamo bukovače na oblicama ili supstratu koji je postavljen na palete ili daske koje se nalaze na zemlji, u velikom broju se razmnožavaju puževi i čine velike štete nagrizanjem gljive. Znaju se čak uvući u rupice koje su punjene micelijem, a ukoliko se radi o uzgoju na supstratu u najlonskim vrećama ili balama slame, puževi se uvuku i kroz rupicu na najlonskoj vreći. Hrane se micelijem i u vreći se razmnožavaju. Zaštititi od puževa može se na način da se oko vreća i oblica posipa kuhinjska sol ili negašeno vapno. U noći treba ući u prostoriju, upaliti svjetlo i pokupiti puževe koji su ostali na posipanom materijalu (Križevac, 1997).

### **Miševi i štakori**

Miševi i štakori mogu nanijeti veliku štetu kod uzgoja bukovače, jer se hrane zrnjem žitarica. Micelij se proizvodi na zrnju žitarica, te je supstrat zasijan takvim micelijem odlična hrana za navedene štetočine. Zaštita od miševa i štakora je postavljanje rešetke ili guste mreže na otvore, kako štetočine ne bi ulazile u prostor za uzgoj gljiva. Nije poželjno postavljati otrov (Križevac, 1997).

### **3. EKSPERIMENTALNI DIO**

### 3.1. ZADATAK

Zadatak ovog rada bio je uzgojiti micelij gljive *Pleurotus ostreatus* na čvrstoj hranjivoj podlozi, zatim paučinasti micelij prenijeti na četiri vrste nosača. To su bili: zrno pšenice, zrno ječma, zrno integralne riže i zrno sirka. Prorašteni micelij trebalo je prenijeti na supstrate za uzgoj tijela gljive. To su bili sljedeći materijali: pšenična slama, strugotine bukova drveta, ljuske kikirikija i kakaove ljuske. Plodonošenje se odvijalo pri tri različite temperature. To su bile sljedeće temperature: 10 °C, 20 °C i 25 °C. Kombinacija po blok sistemu svatko sa svakim pri svakoj temperaturi. Trebalo je izmjeriti prinose i odrediti biološku efikasnost, odnosno učinkovitost. Prema visini biološke učinkovitosti trebalo je odrediti koji su to optimalni uvjeti za uzgoj gljive odnosno, koji je to sastav supstrata za uzgoj i pri kojoj temperaturi.

### 3.2. MATERIJALI I METODE

#### 3.2.1. Izolacija gljive

Izolacija čiste kulture gljive *Pleurotus ostreatus* provedena je na način da se sterilnim priborom izuzeo komadić tkiva gljive i prenio na površinu čvrste hranjive podloge po Czapeku (Biolife, Italija) u petrijevoj zdjelici. Nakon inkubacije 8 dana pri temperaturi od 25 °C spore iz tkivne kulture su se razmnožile i prerastle površinu Czapekova agara u vidu paučinastog micelija.

#### 3.2.2. Priprema i inokulacija supstrata za uzgoj micelija

Za uzgoj robustnog micelija gljive upotrijebljena su zrna pšenice, oljuštenog ječma, integralne riže i sirka. Zrna su se močila 24 sata u vodi, procijedila kroz sito, napunila u bočice sa navojnim poklopcem koji u sredini ima otvor popunjen celuloznom vatom. U 100 grama zrna dodano je 2 grama kalcijeva karbonata i 2 grama gipsa. Bočice sa navedenim sadržajem sterilizirane su u autoklavu.

Uzgojena matična kultura iz petrijevih zdjelica prenesena je u bočice na sterilno zrno navedenih žitarica. Uzgoj sa jedne čvrste hranjive podloge precijepljen je u jednu bočicu. Nakon 21 dan inkubacije pri 25 °C u mraku, micelij gljive kolonizirao je sadržaj bočica.

Da bi se priredile veće količine robustnog micelija sadržaj jedne bočice uzgoja prenesen je u vrećice od polietilena ispunjene jednakim punjenjem i to po 100 grama uzgoja u 900 grama sterilnog zrna žitarica. Vrećice su povezane tako da se u otvor stavi komad sterilne celulozne vate i sveže pomoću gumice ili vrpce.

Za uzgoj micelija posebno su nacijepljena pulpa od rajčice zaostala nakon kuhanja rajčice za zimnicu i trop od grožđa zaostao nakon cijedenja prilikom procesa fermentacije vina. Ove dvije vrste supstrata nakon što su kolonizirane micelijem nacijepljene su na trupce drveta u šumi pomiješane sa micelijem uzgojenim na zrnu pšenice, zajedno sa slamom kao inicijatorom plodonošenja. Trupci su zatim prekriveni sa crnom folijom od polietilena dok su u atmosferi vladali zimski uvjeti. Kada je došlo doba kiše i kada su plodonosna tijela počela nicati folija je uklonjena.

I posljednji način razvoja micelija bio je na drvenim čepovima, odnosno tiplama za namještaj. Sterilni drveni čepovi nacijepljeni su sa micelijem uzgojenim na zrnu pšenice i inkubirani 30 dana na temperaturi od 25 °C u mraku. Kada je površina čepova dobila bijelu boju utiplani su u rupe ubušene u panju u šumi i panj je potom prekriven sa crnom folijom od polietilena dok su u atmosferi vladali zimski uvjeti. Kada je došlo doba kiše i kada su plodonosna tijela počela nicati folija je uklonjena.

#### **3.2.3. Priprema i inokulacija supstrata za uzgoj gljiva**

Kao konačni supstrati za uzgoj plodova gljiva osim navedenih trupaca i panjeva drveta u ovom pokusu su bili upotrijebljeni slama, drvene strugotine, ljuske od kikirija i kakao ljuske. Navedeni supstrati koje su prethodno usitnjeni sjeckanjem su također močeni 24 sata, ocijeđeni kroz sito, sterilizirani u autoklavu u plastičnim posudama, punjeni u vrećice od polietilena i nacijepljeni sa 3 % micelija po sistemu svaki sa svakim.

Probe su bile pomiješane kako slijedi:

1. Micelij na pšenici + slama (MNP + SL)
2. Micelij na pšenici + drvene strugotine (MNP + DS)
3. Micelij na pšenici + ljuske od kikirikija (MNP + KI)
4. Micelij na pšenici + kakao ljuske (MNP + KA)

5. Micelij na ječmu + slama (MNJ + SL)
6. Micelij na ječmu + drvene strugotine (MNJ + DS)
7. Micelij na ječmu + ljuske od kikirikija (MNJ + KI)
8. Micelij na ječmu + kakao ljuske (MNJ + KA)
9. Micelij na integralnoj riži + slama (MNR + SL)
10. Micelij na integralnoj riži + drvene strugotine (MNR + DS)
11. Micelij na integralnoj riži + ljuske od kikirikija (MNR + KI)
12. Micelij na integralnoj riži + kakao ljuske (MNR + KA)
13. Micelij na sirku + slama (MNS + SL)
14. Micelij na sirku + drvene strugotine (MNS + DS)
15. Micelij na sirku + ljuske od kikirikija (MNS + KI)
16. Micelij na sirku + kakao ljuske (MNS + KA)
17. Micelij na tropu od rajčice + drvo šljive (MTR + DŠ)
18. Micelij na tropu od grožđa + drvo šljive (MTG + DŠ)
19. Micelij na drvenim čepovima + panj od bukve (MDČ + PB)
20. Micelij na drvenim čepovima + panj od šljive (MDČ + PŠ)

Količina suhog supstrata bila je 1000 grama za svaku probu. Cjepivo micelija u količini od 3 %.

Vrećice su inkubirane pri sobnoj temperaturi u prostoriji pri svjetlosnom režimu 12 sati dan, 12 sati noć uz prozračivanje i ventilaciju. Vlažnost zraka bila je 75 %. Temperature inkubacije 10 °C, 20 °C i 25 °C.

#### 3.2.4. Mjerenje

Mjerila se biološka učinkovitost u postotcima prema formuli:

$$\text{Biološka učinkovitost} = \frac{\text{masa uroda gljiva (g)}}{\text{masa suhog supstrata (g)}} \times 100 \text{ (\%)}$$

#### 3.2.5. Obrada rezultata

Rezultati rada su obrađeni uz pomoć računalnih programa Microsoft Office Excel 2010 za Windows, Microsoft Corporation, Redmond, SAD.



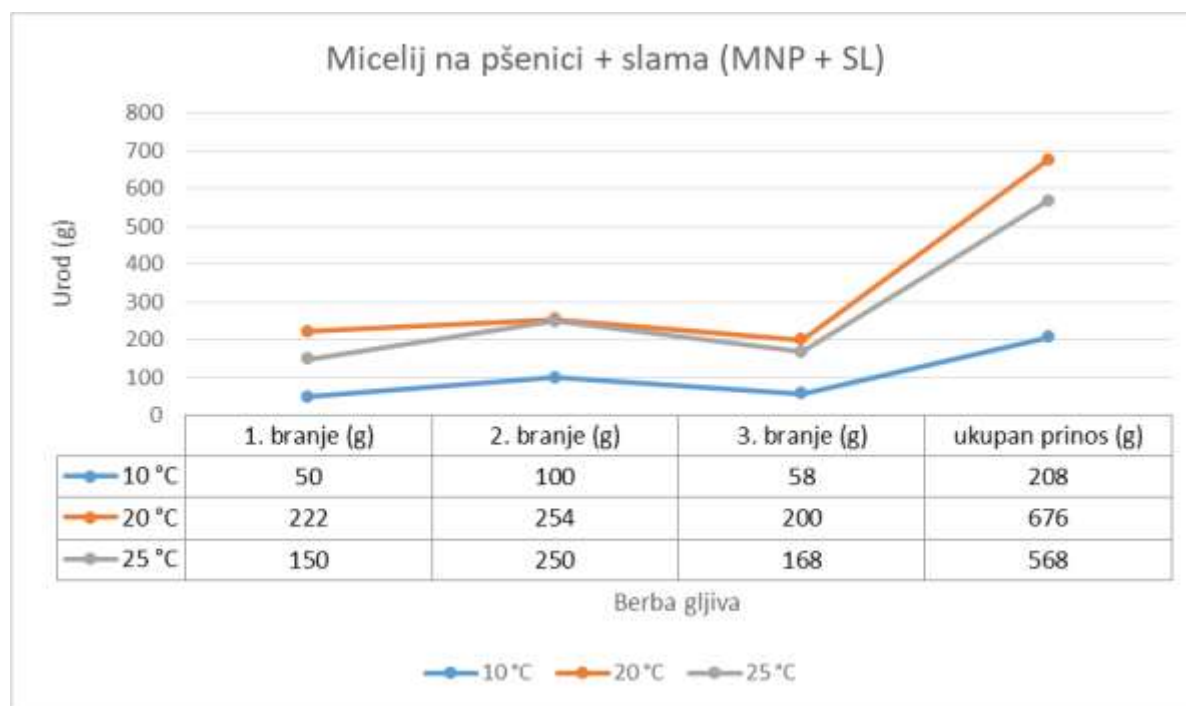
## **4. REZULTATI**

U ovom radu korištena su četiri izvora micelija na četiri vrste supstrata. Micelij je uzgojen na zrnu pšenice, na zrnu ječma, na zrnu integralne riže i na zrnu sirka, što se tiče uzgoja u vrećicama. Za potrebe nacjepljivanja na stablima ili panjevima još se koristio micelij uzgojen na tropu grožđa i na tropu od rajčice. U Hrvatskoj se najčešće koristi zrno pšenice za dobivanje robusne mase micelija.

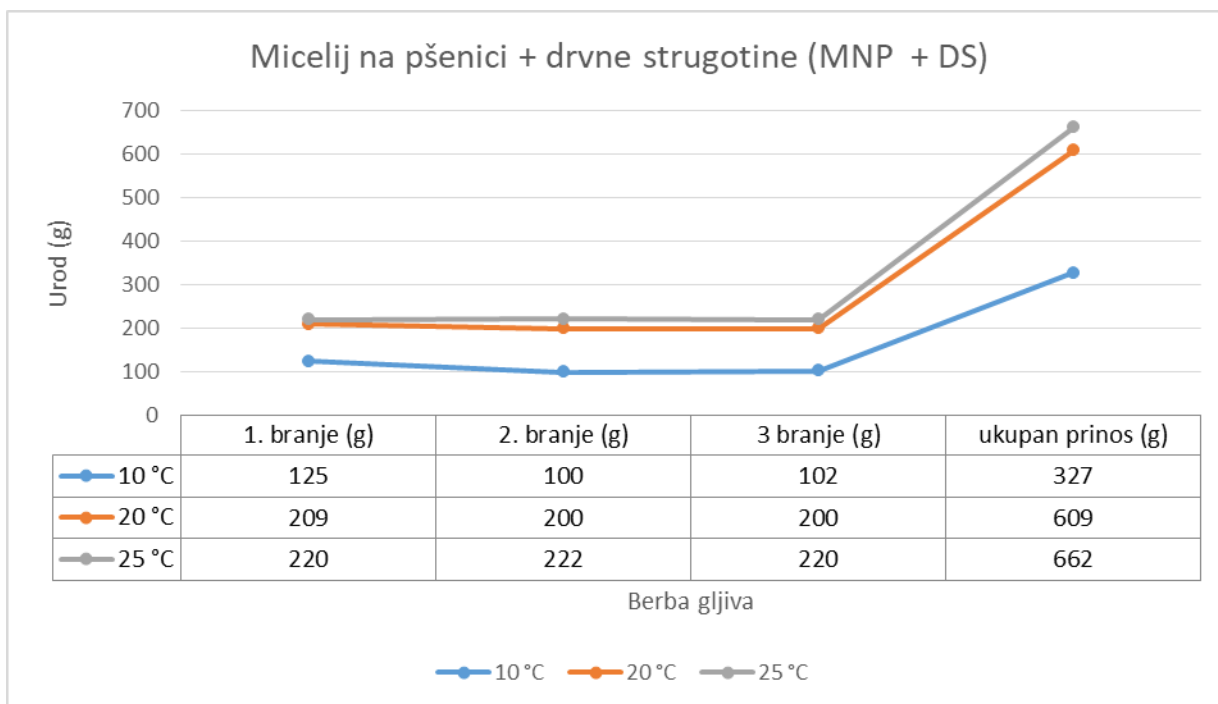
Kao supstrati, osim stabala i panjeva, za uzgoj u vrećicama koristile su četiri vrste materijala. To su: pšenična slama, strugotine bukova drveta, ljske od kikirikija i kakao ljske. Pa će tamo biti prikazani i grafički.

Četiri izvora micelija u kombinaciji sa četiri vrste supstrata po blok sistemu (svaki sa svakim).

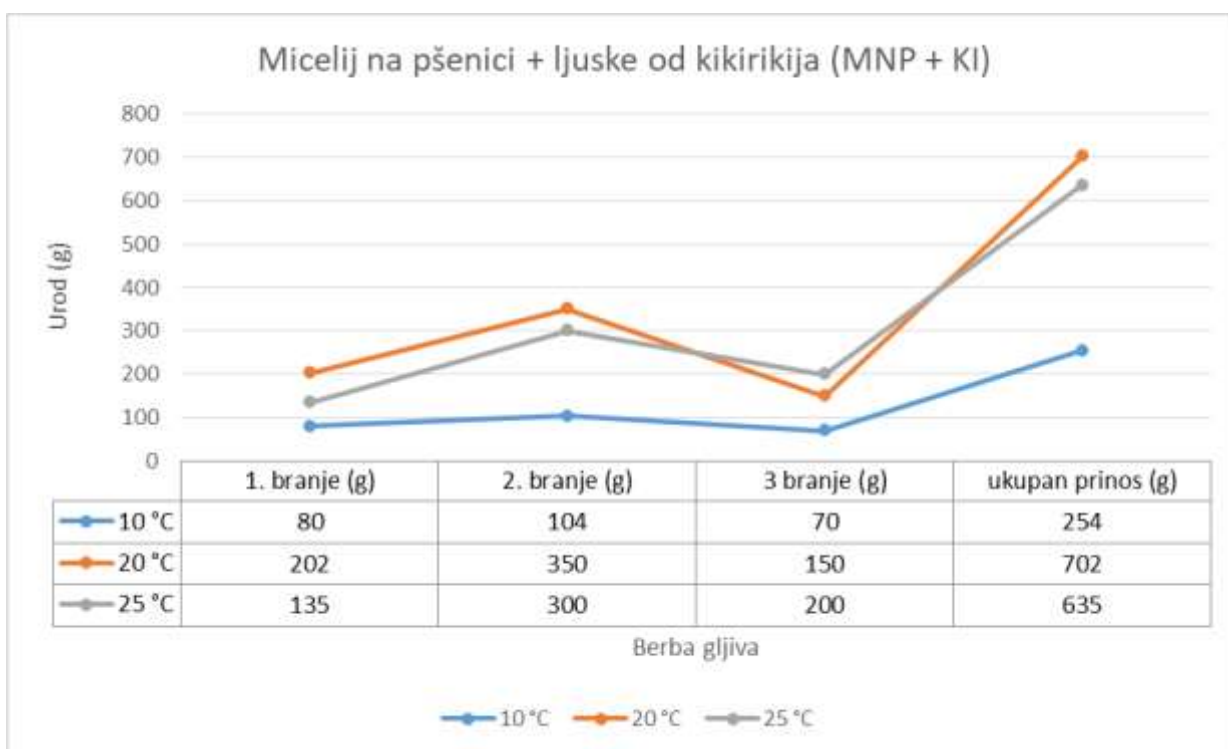
#### 4.1. PLODONOŠENJE GLJIVA IZ MICELIJA PORASLOG NA ZRNU PŠENICE



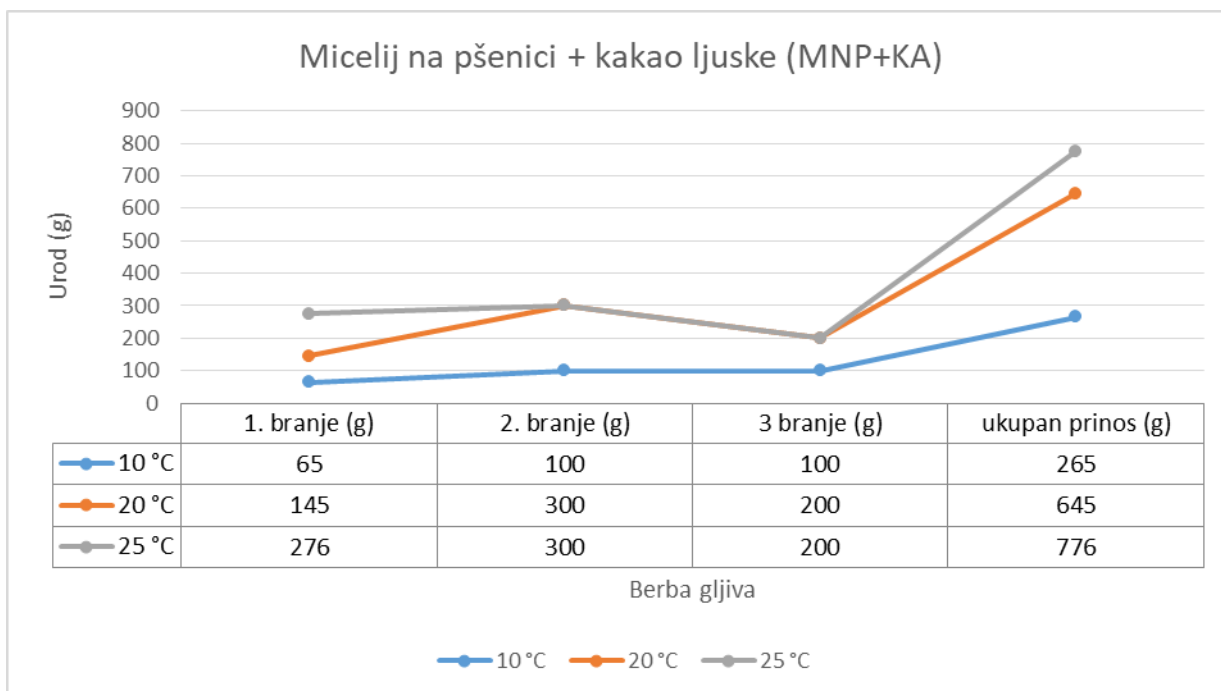
**Slika 2** Uzgoj gljive bukovače na pšeničnoj slami iz micelija uzgojnog na zrnu pšenice



Slika 3 Uzgoj gljive bukovače na drvnim strugotinama iz micelija uzgojenog na zrnu pšenice

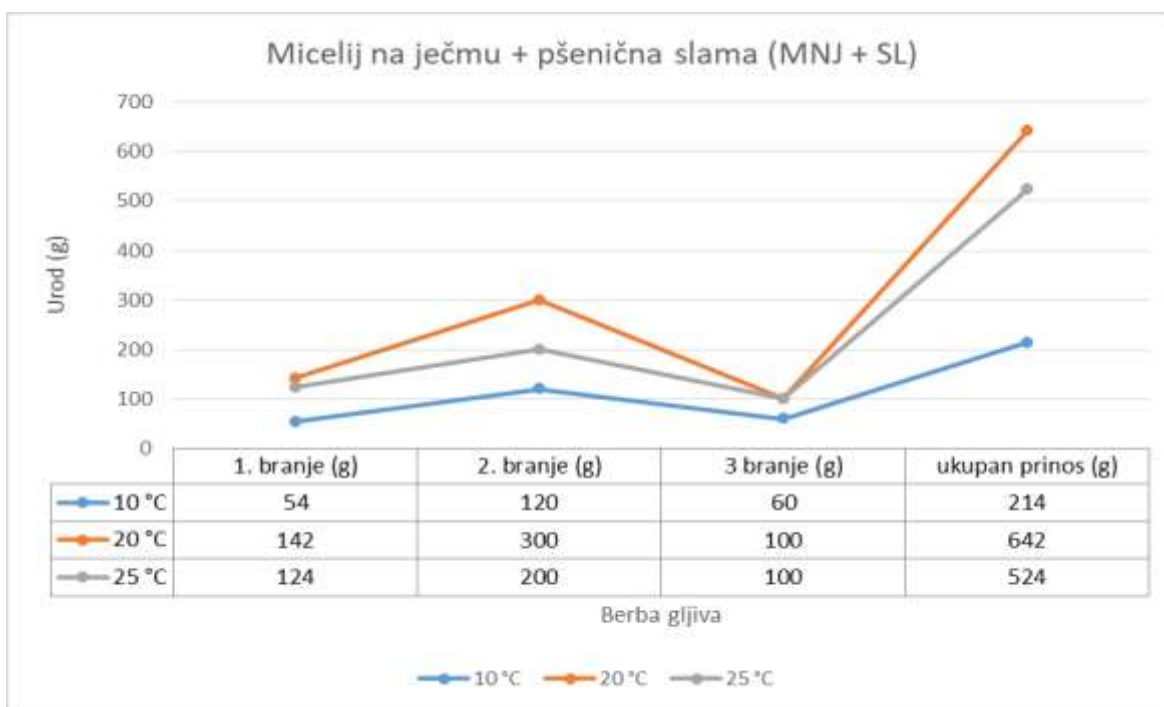


Slika 4 Uzgoj gljive bukovače na ljuskama od kikirikija iz micelija uzgojenog na zrnu pšenice

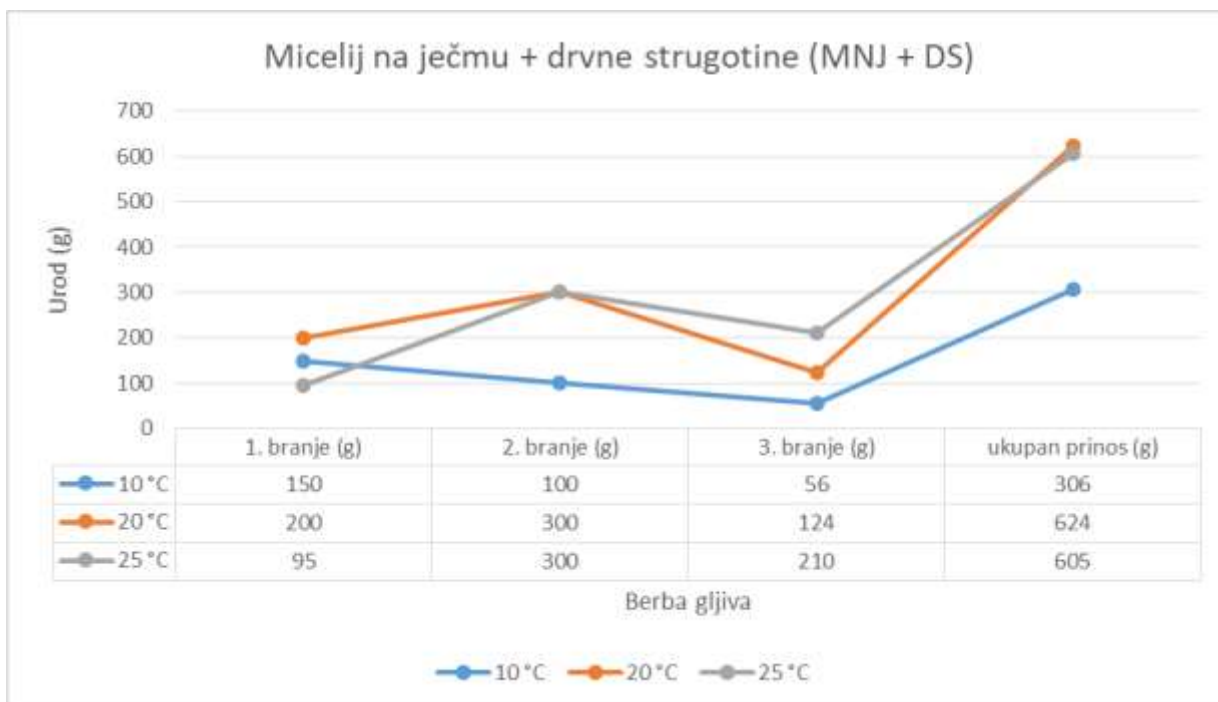


**Slika 5** Uzgoj gljive bukovače na kakao ljusti iz micelija uzgojenog na zrnu pšenice

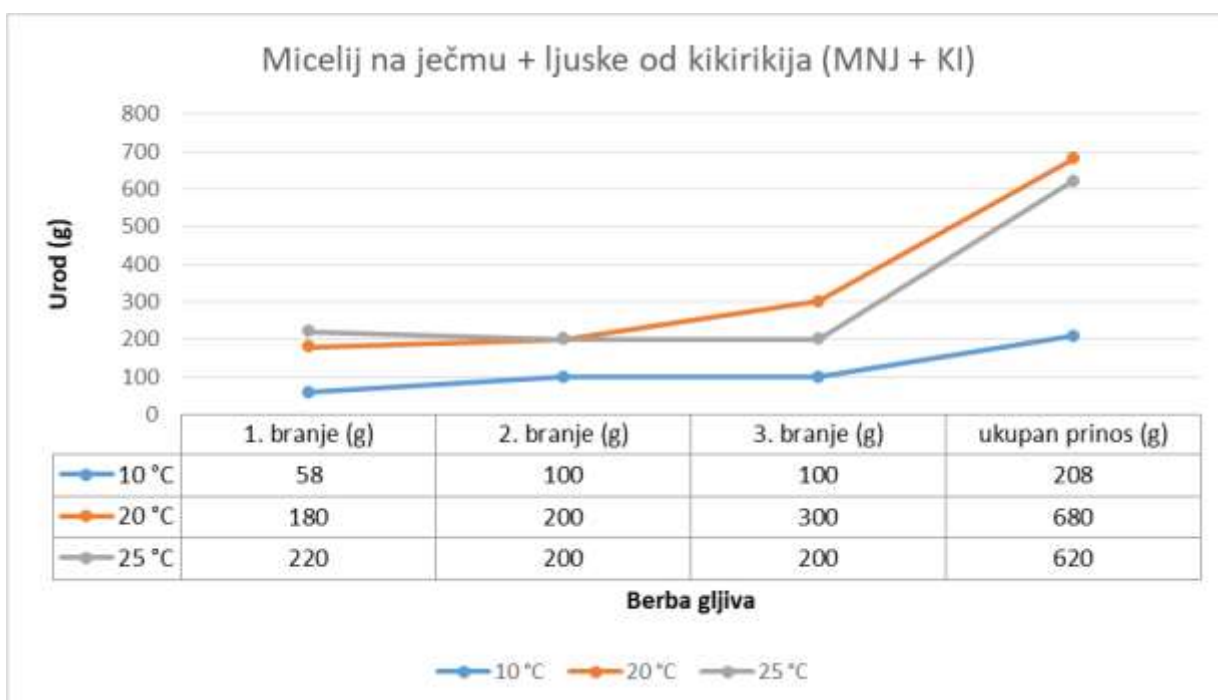
#### 4.2. PLODONOŠENJE GLJIVA IZ MICELIJA UZGOJENOG NA ZRNU JEČMA



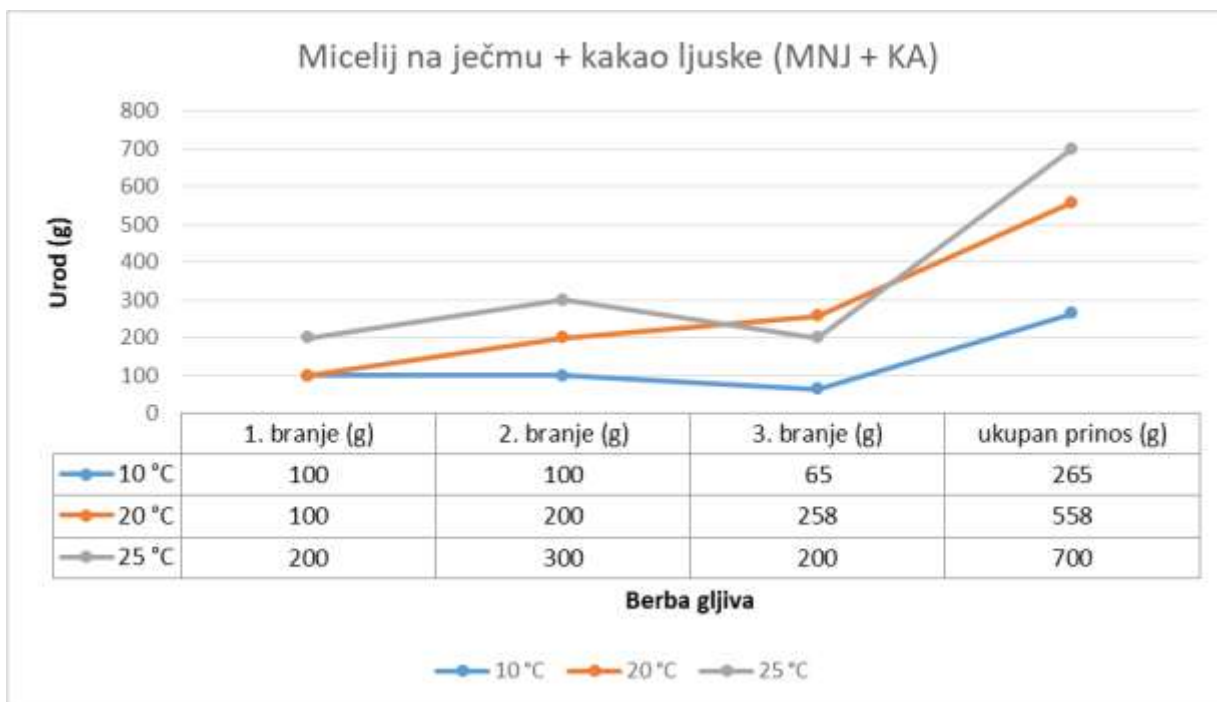
**Slika 6** Uzgoj gljive bukovače na pšeničnoj slami iz micelija uzgojenog na zrnu ječma



**Slika 7** Uzgoj gljive bukovače na drvnim strugotinama iz micelija uzgojenog na zrnu ječma

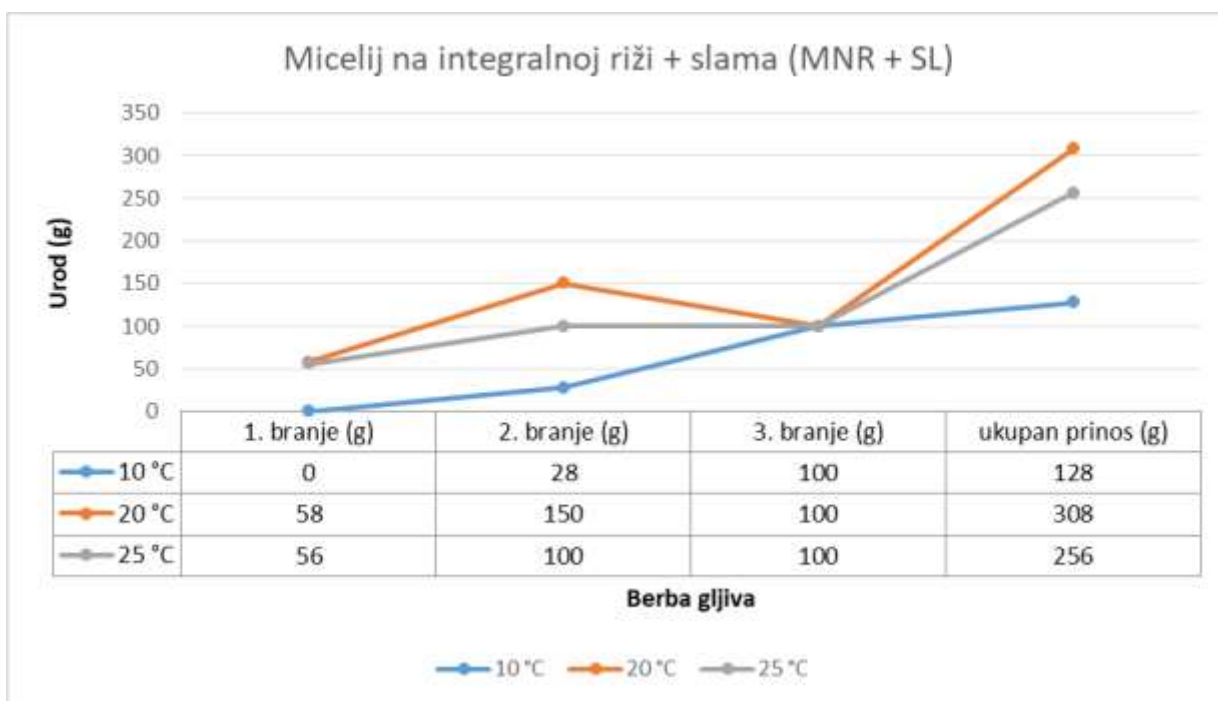


**Slika 8** Uzgoj gljive bukovače na ljusci od kikirikija iz micelija uzgojenog na zrnu ječma

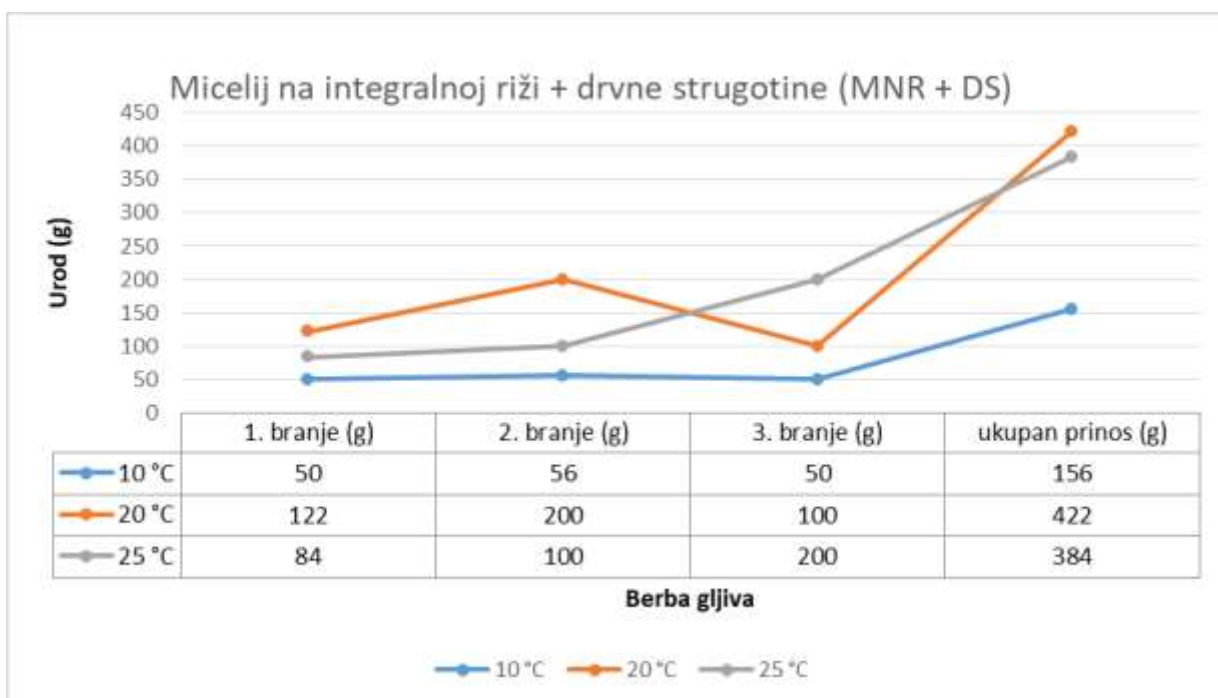


**Slika 9** Uzgoj gljive bukovače na kakao ljusci iz micelija uzgojenog na zrnu ječma

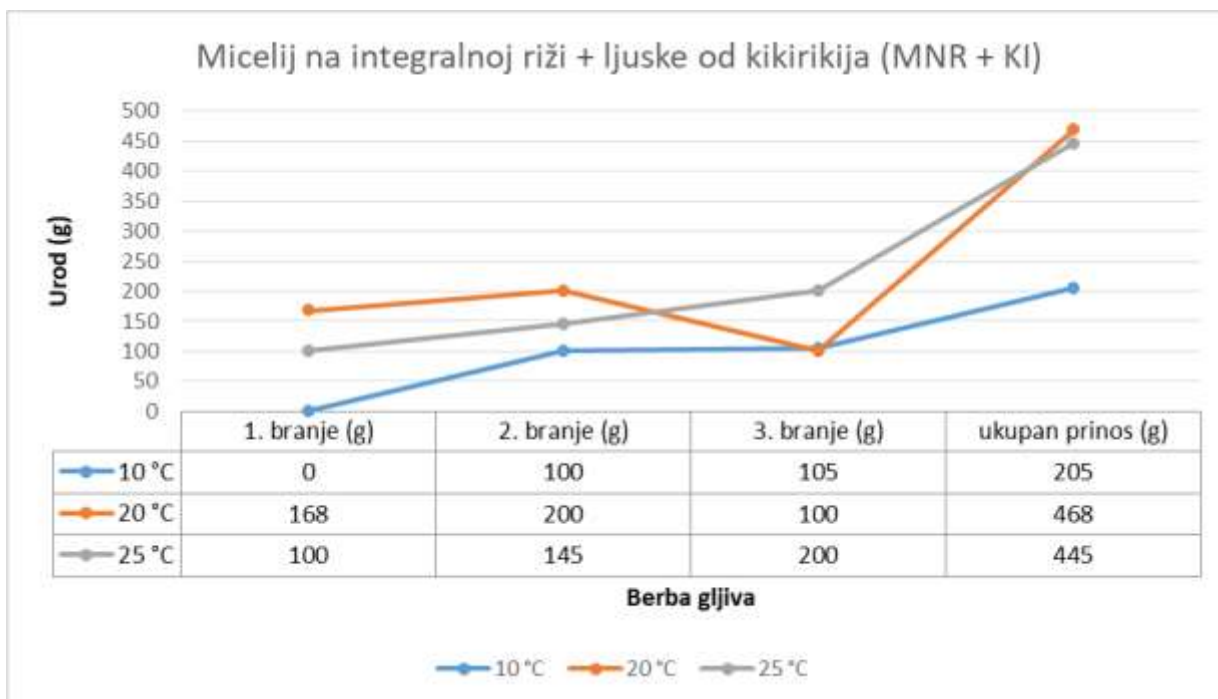
### 4.3. PLODONOŠENJE GLJIVA IZ MICELIJA UZGOJENOG NA ZRNU INTEGRALNE RIŽE



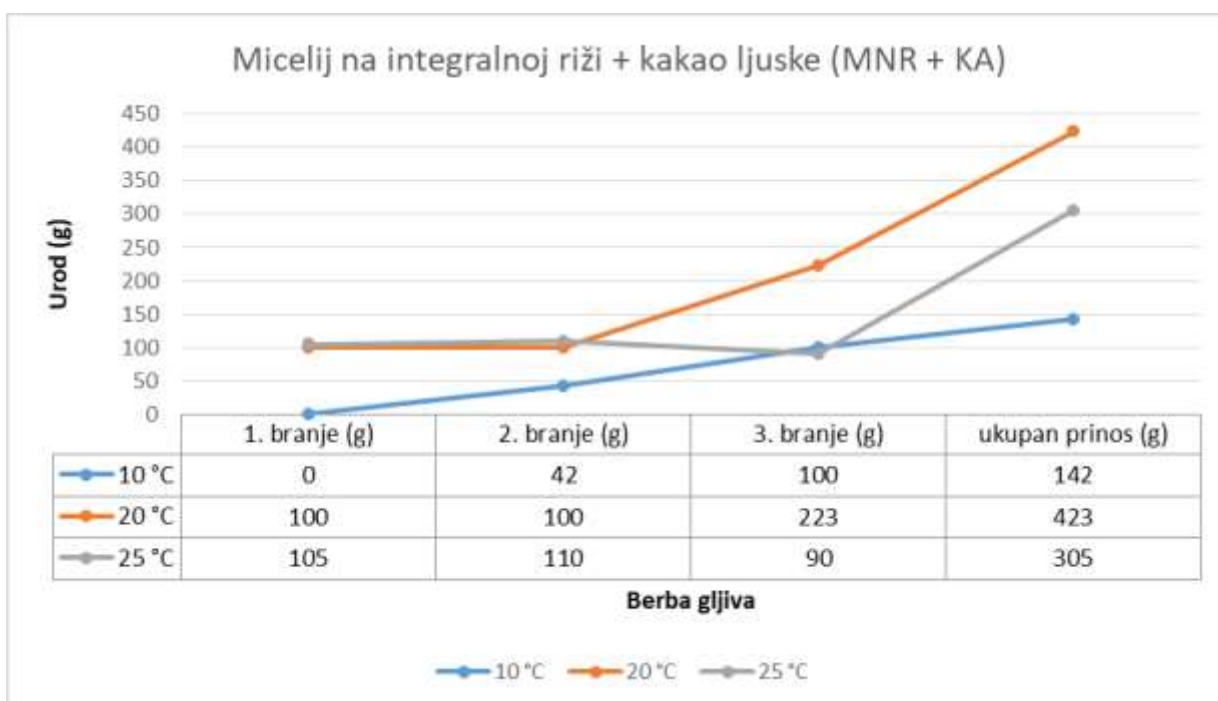
Slika 10 Uzgoj gljive bukovače na pšeničnoj slami iz micelija uzgojenog na zrnju integralne riže



Slika 11 Uzgoj gljive bukovače na drvnim strugotinama iz micelija uzgojenog na zrnju integralne riže



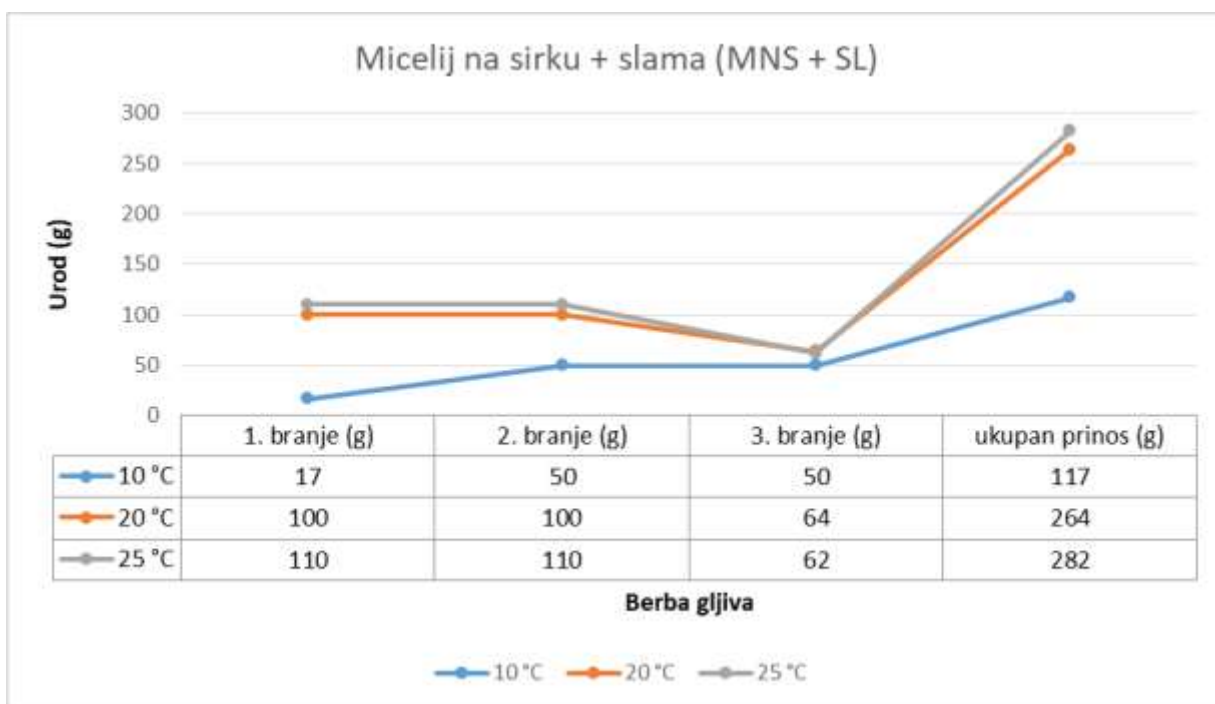
Slika 12 Uzgoj gljive bukovače na ljusci od kikirikija iz micelija uzgojenog na zrnju integralne riže



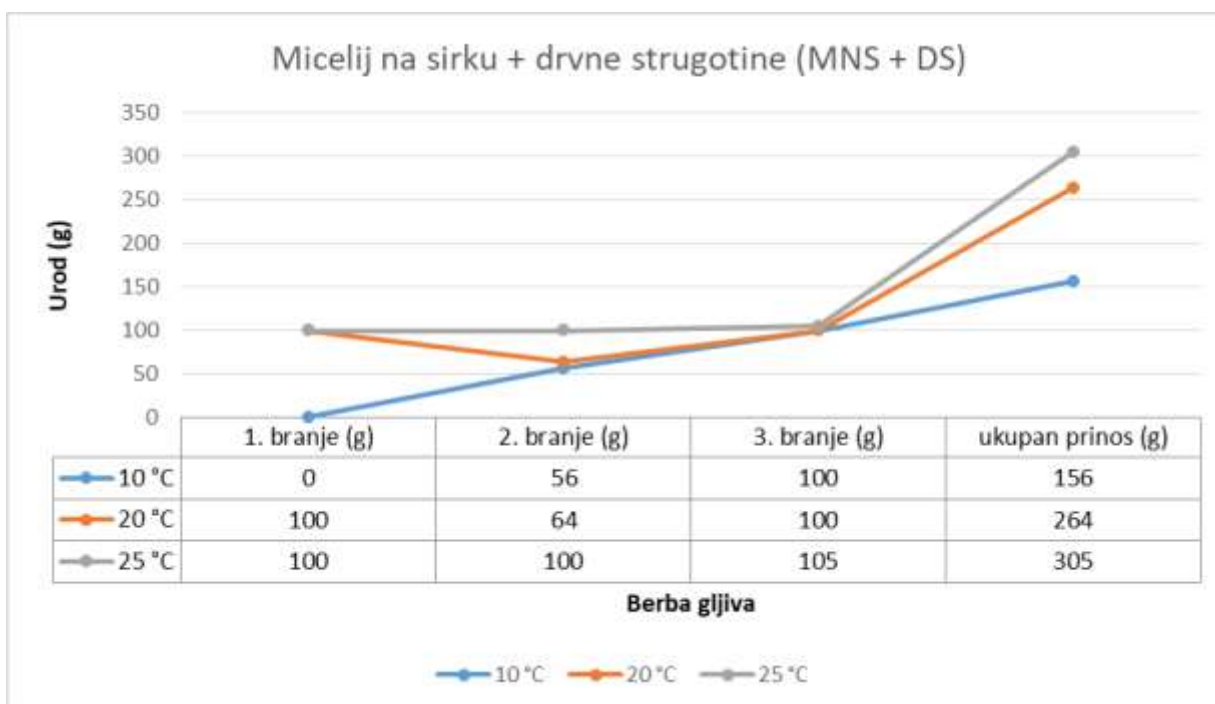
Slika 13 Uzgoj gljive bukovače na kakao ljusci iz micelija uzgojenog na zrnju integralne riže



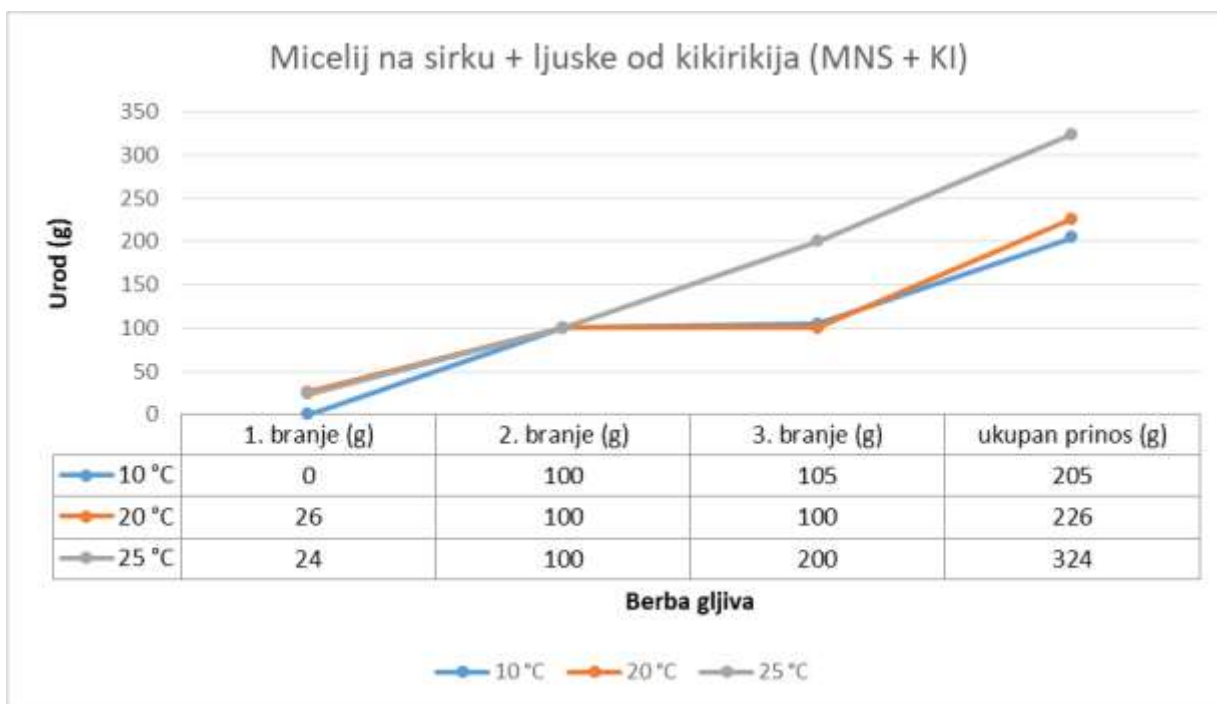
## 4.4. PLODONOŠENJE GLJIVA IZ MICELIJA UZGOJENOG NA ZRNU SIRKA



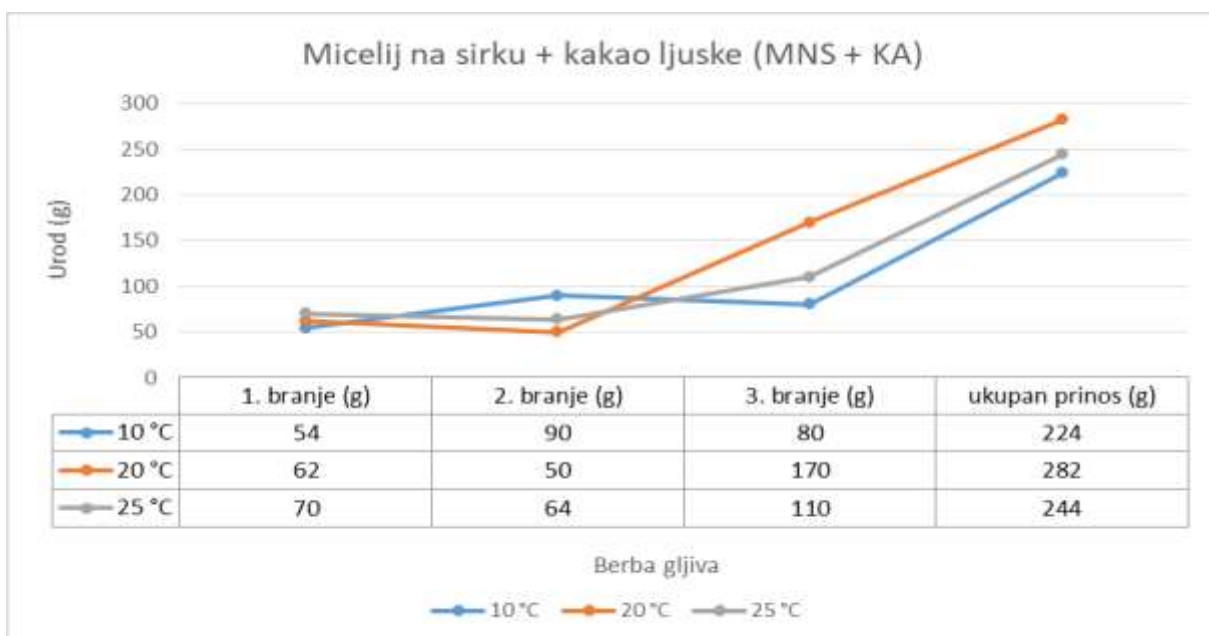
Slika 14 Uzgoj gljive bukovače na pšeničnoj slami iz micelija uzgojenog na zrnu sirka



Slika 15 Uzgoj gljive bukovače na drvnim strugotinama iz micelija uzgojenog na zrnu sirka

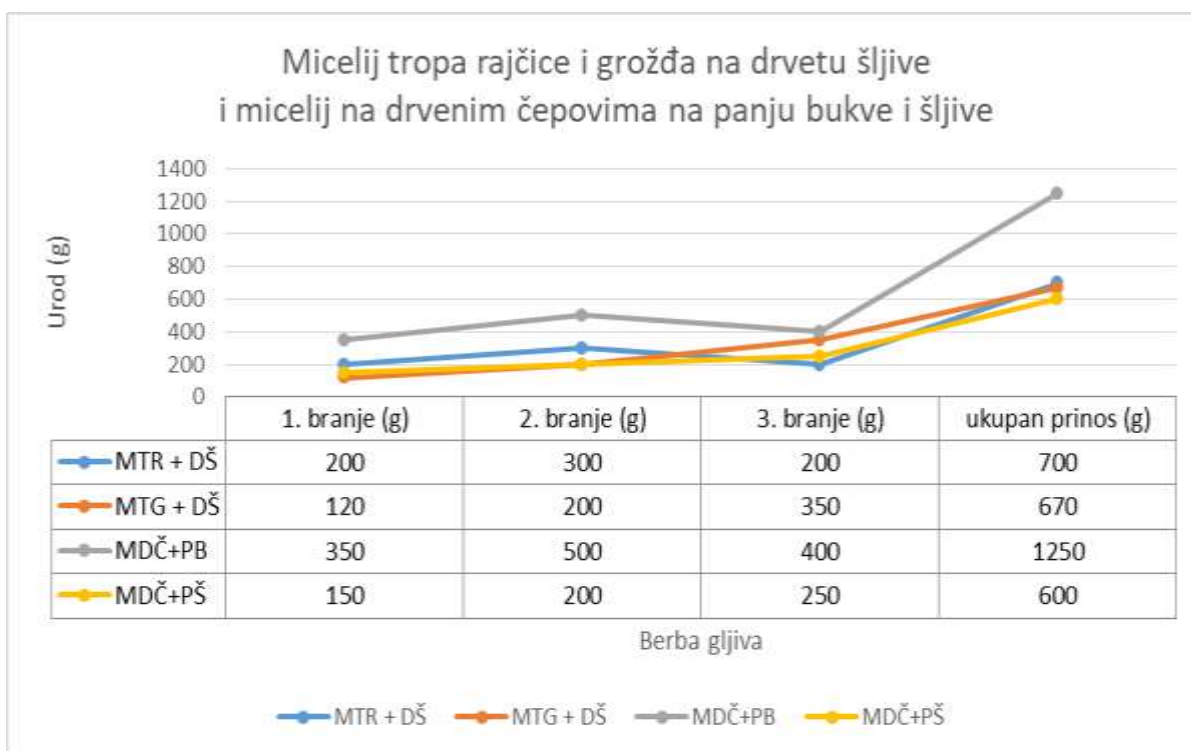


**Slika 16** Uzgoj gljive bukovače na ljusci od kikirikija iz micelija uzgojenog na zrnu sirka



**Slika 17** Uzgoj gljive bukovače na kakao ljusci iz micelija uzgojenog na zrnu sirka

#### 4.5. PLODONOŠENJE GLJIVA NA STABLIMA I PANJEVIMA IZ MICELIJA UZGOJENOG NA TROPU OD GROŽĐA, TROPU OD RAJČICE I DRVENIM ČEPOVIMA



**Slika 18** Uzgoj gljive bukovače na drvetu šljive i bukve iz micelija uzgojenog na tropu od rajčice i grožđa te uzgoj gljive bukovače na panju od bukve i šljive iz micelija uzgojenog na drvenim čepovima

#### 4.6. BIOLOŠKA UČINKOVITOST SVIH POKUSA

**Tablica 3** Biološka učinkovitost (%) uzgoja gljiva pri različitim tretmanima i temperaturnim režimima

TRETMANI	Biološka učinkovitost (%)			Prosjek (%) tretmana
	pri 10 °C	pri 20 °C	pri 25 °C	
Micelij + supstrat				
MNP + SL	20,8	67,6	56,8	<b>48,4</b>
MNP + DS	32,7	60,9	66,2	<b>53,3</b>
MNP + KI	25,4	70,2	63,5	<b>53,0</b>
MNP + KA	26,5	64,5	77,6	<b>56,2</b>
MNJ + SL	21,4	64,2	52,4	<b>46,0</b>
MNJ + DS	30,6	62,4	60,5	<b>51,2</b>
MNJ + KI	20,8	68,0	62,0	<b>50,3</b>
MNJ + KA	26,5	55,8	70,0	<b>50,8</b>
MNR + SL	12,8	30,8	25,6	<b>23,1</b>
MNR + DS	15,6	42,2	38,4	<b>32,1</b>
MNR + KI	20,5	46,8	44,5	<b>37,3</b>
MNR + KA	14,2	42,3	30,5	<b>29,0</b>
MNS + SL	11,7	26,4	28,2	22,1
MNS + DS	15,6	26,4	30,5	<b>24,2</b>
MNS + KI	20,5	22,6	32,4	<b>25,2</b>
MNS + KA	22,4	28,2	24,4	<b>25,0</b>
Prosjek po temperaturi	<b>21,1</b>	<b>48,7</b>	<b>47,7</b>	<b>39,2</b>
MTR + DŠ	100			
MTG + DŠ	100			
MDČ + PB	100			
MDČ + PŠ	100			

## **5. RASPRAVA**

Na **Slici 2** prikazani su rezultati pokusa uzgoja gljiva bukovača na pšeničnoj slami iz micelija uzgojenog na pšenici. Prikazan je ukupan prinos u tri branja pri različitim temperaturnim režimima, 10 °C, 20 °C, i 25 °C. Najmanji ukupan prinos izmjeren je pri temperaturi 10 °C, (208 g). Najveći ukupan prinos od sva tri branja bio je 676 g pri temperaturi od 20 °C.

**Slika 3** prikazuje rezultate berbe gljiva na strugotinama bukovog drveta iz micelija uzgojenog na zrnu pšenice. Najbolji prinos postignut je pri temperaturi 25 °C (662 g), a najlošiji pri 10 °C (327 g).

Kao najbolja temperatura 20 °C pokazala se u pokusu uzgoja gljiva na ljuskama od kikirikija iz micelija proraslog na zrnu pšenice gdje je ukupan prinos bio 702 g. Najlošiji prinos (254 g) opet je bi pri 10 °C, (254 g), (**Slika 4**).

I u posljednjem prikazu, što se tiče micelija uzgojenog na zrnu pšenice na **Slici 5** zorno se vidi najbolji rezultat (776 g) od svih pokusa uzgoja gljiva, ovaj puta na supstratu od kakao ljuske pri temperaturi od 25 °C.

**Slika 6** prikazuje uzgoj gljive bukovače na pšeničnoj slami iz micelija uzgojenog na zrnu ječma. Iz grafa je vidljivo da je najveća gramaža postignuta pri drugom branju u sva tri temperaturna režima. To je i za očekivati jer na taj način krivulja poprima oblik krivulje rasta mikroorganizama. Kao najbolja temperatura i u ovom slučaju pokazala se ona od 20 °C. jer je postignut ukupni prinos bio najveći i iznosio je 642 g.

Na **Slici 7** vide se prinosi gljive bukovače uzgojene na drvnim strugotinama bukova drveta iz micelija uzgojenog na zrnu ječma. Prinosi su bili podjednako dobri pri temperaturi 20 °C (624 g i pri temperaturi 25 °C (605 g) što i nije čudo jer s obzirom da je to gljiva bukovača na strugotinama bukova drveta.

Najpovoljnija temperatura od 20 °C bila je i za uzgoj gljiva na ljuskama od kikirikija iz micelija uzgojenog na zrnu ječma jer je izmjeren prinos od 680 g, (**Slika 8**).

Još jednom se kakao ljuska pokazala kao najbolji supstrat za uzgoj gljive bukovače, ovaj puta iz micelija uzgojenog na zrnu ječma, **Slika 9**.

**Slika 10** prva je u nizu što se tiče micelija uzgojenog na integralnoj riži. Primijećeni su znatno lošiji prinosi u usporedbi sa micelijem uzgojenim na zrnu pšenice i onoga na zrnu ječma. Pri 20 °C zabilježen je, za ovaj slučaj najbolji prinos, od 308 g na pšeničnoj slami.

**Slika 11** prikazuje nešto bolji prinos od onoga na slici broj 10. Dakle pri temperaturi od 20 °C najveći ukupan prinos bio je 422 g, ovaj puta na drvnim strugotinama iz micelija uzgojenog na integralnoj riži.

Nešto bolji prinos (468 g) također na zrnu integralne riže pri 20 °C zabilježen je na supstratu ljuske od kikirikija (**Slika 12**)

Na **Slici 13** prikazani su rezultati uzgoja gljive bukovače na kakao ljusci iz micelija uzgojenog na zrnu integralne riže. Najlošiji uopće ukupan prinos od 142 g pri 10 °C zbio se u ovom slučaju. Najveći prinos u ovom pokusu bio je 423 g pri temperaturi 20 °C.

I posljednja kombinacija pokusa je ona sa micelijem uzgojenim na zrnu sirka. Na pšeničnoj slami (**Slika 14**) dobiven je vrlo nizak ukupni prinos uzimajući u obzir sve tri temperature i to od 117 g pri 10 °C do 282 g pri 25 °C. To je ujedno i najniži prinos uopće.

Na drvenim strugotinama iz micelija uzgojenog na zrnu sirka na **Slici 15** vidi se kako je najveći prinos od 305 g zabilježen pri 25 °C.

**Slika 16** prikazuje uzgoj gljiva na ljusci od kikirikija iz micelija uzgojenog na sirku. Najbolji prinos (324 g) zabilježen je pri 25 °C.

Na **Slici 17** prikazan je prinos gljive bukovače uzgojene na kakao ljusci iz micelija sa zrna sirka. Ovog puta kakao ljuska se nije pokazala kao najbolji izbor supstrata. Najveći prinos od samo 282 g dobiven je pri temperaturi od 20 °C.

Posljednja slika koja prikazuje grafove je **Slika 18**. Na njoj su prikazani usporedni rezultati plodonošenja gljive bukovače na drvetu šljive i bukve iz micelija uzgojenog na tropu od rajčice i grožđa. Osim ta dva pokusa na slici 18 prikazani su i rezultati plodonošenja gljiva uzgojenih na panju bukve i na panju šljivinog drveta iz micelija uzgojenog na drvenim čepovima (tiplama). Pogledati fotografije u Prilogu ovog rada. Ovdje su prikazani rezultati prvog, drugog i trećeg branja i ukupni prinosi svakog pojedinačno. Najmanja količina plodova od 600 g ubrana je na panju šljive iz micelija unesenog pomoću drvenih čepova. Nešto više (670 g) ubrano je na drvetu šljive i micelija sa tropa grožđa. Sličan rezultat dobiven je na drvetu šljive iz micelija sa uzgojenog na tropu rajčice. Najveći ukupni prinos zabilježen je na panju bukova drveta (1250 g) iz micelija uzgojenog na drvenim čepovima, što je bilo i za očekivati jer ipak je to gljiva koja se zove bukovača.

Biološka učinkovitost za sve pokuse prikazana je u **Tablici 3**. Najbolja biološka učinkovitost (48,7 %) postignuta je pri temperaturi 20 °C, najbolji prosjek biološke učinkovitosti (56,2 %) postignut je pri tretmanu micelija uzgojenog na pšenici na supstratu ljuske kakaovca.

Najlošija biološka učinkovitost (21,1 %) dobivena je pri temperaturi 10 °C. Najlošiji tretman prema prosječnoj biološkoj učinkovitosti bio je onaj gdje je micelij uzgojen na zrnu sirka, a koji je bio pomiješan sa pšeničnom slamom za uzgoj ploda gljive bukovače (22,1 %). Prosječna biološka učinkovitost svih tretmana pri sve tri temperature iznosila je 39,2 %.



## **6. ZAKLJUČCI**

Na osnovi rezultata istraživanja provedenih u ovom radu, mogu se izvesti sljedeći zaključci:

1. Najbolja biološka učinkovitost od 56,2 % zabilježena je pri uzgoju gljive *Pleurotus ostreatus* na supstratu od kakao ljuske iz micelija uzgojenog na zrnu pšenice.
2. Optimalna temperatura za uzgoj u ovim pokusima bila je ona od 20 °C jer je pri toj temperaturi postignuta najbolja prosječna biološka učinkovitost (48,7 %) ako se uzmu u obzir svi pokusi.
3. Kao najlošija temperatura za uzgoj u ovim pokusima pokazala se temperatura od 10 °C jer je prosječna biološka učinkovitost pri toj temperaturi bila niska, samo 21,1 % ako se uzmu u obzir svi pokusi.
4. Kao najbolji supstrat pokazala se kakao ljuska, jer pri temperaturi od 25 °C dobiven je najbolji prinos od 776 grama i to iz micelija uzgojenog na zrnu pšenice.
5. Kao najlošiji nosač za uzgoj micelija pokazala se integralna riža, jer su prinosi bili najlošiji bez obzira na temperaturu ili supstrat.
6. Najveći ukupan prinos od 1250 grama izmjeren je na panju bukova drveta iz micelija uzgojenog na drvenim čepovima što je bilo i za očekivati jer ipak se tu uzgajala gljiva koja se zove bukovača.
7. Za uzgoj micelija gljive *Pleurotus ostreatus* mogu se koristiti zrna žitarica ali i trop od grožđa kao i trop od rajčice koji su dobiveni pasiranjem i ocjeđivanjem soka. To je bilo i za očekivati jer mikrobiološke hranjive podloge proizvode se dodatkom krumpira, rajčice i raznih šećera koji zaostaju u dovoljnoj količini pri proizvodnji sokova i vina.
8. Konačni zaključak je da se ostatci iz poljoprivrede i prehrambene industrije kao što su pšenična slama, strugotine bukova drveta, ljuske od kikirikija i kakao ljuske, koji su korišteni u ovom radu kao supstrati, mogu uspješno iskoristiti, a pri tome djelomično i riješiti zbrinjavanje organskog otpada.

## **7. LITERATURA**

- Alarcon J, Aguila S, Arancibia-Avila P, Fuentes O, Zamorano-Ponce E, Hernandez M: Production and purification of statins from *Pleurotus ostreatus* (*Basidiomycetes*) strains. *Z. Naturforsch.* 58, 62-64, 2003.
- Cohen R, Persky L, Hadar Y: Biotechnological applications and potential of Wood degrading mushrooms of the genus *Pleurotus*. *Applied Microbiology Biotechnology* 58(5), 582-594, 2002.
- Karacsonyi S, Kuniak L: Polysaccharides of *Pleurotus ostreatus*: isolation and structure of pleuran, an alkali-insoluble  $\beta$ -D-glucan. *Carbohydrate Polymers* 24(2), 107-111.
- Kerem Z, Friesem D, Hadar Y: Lignocellulose degradation during solid-state fermentation: *Pleurotus ostreatus* versus *Phanerochaete chrysosporium*. *Applied and Environmental Microbiology* 58(4), 1121-1127, 1994
- Kirk TK ; Farrell RL: Enzymatic „combustion“: The microbial degradation of lignin. *Annual Review of Microbiology*, 41:465-501, 1987.
- Križevac Ž: *Uzgoj gljive bukovače*. Vlastita naklada, Osijek, 1997.
- Lisjak Z: *Uzgojanje gljiva*. ITD Gaudeamus, Požega, 2006.
- Majtan J, Pawan K, Koller J, Dragunovac J, Gabriž J: Induction of metalloproteinase 9 secretion from human keratinocytes by pleuran ( $\beta$ -glucan from *Pleurotu ostreauts*). *Z.Naturforsch. C.* 64(7-8), 597-600, 2009.
- Mardetko N: *Uzgoj micelija gljive Pleurotus ostreatus na bukovoj piljevini. Završni rad*, Prehrambeno-biotehnoški fakultet, Zagreb, 2013.
- Novak B: *Uzgoj jestivih i ljekovitih gljiva*. Hrvatsko agronomsko društvo, Zagreb, 1997.
- Novak B: *Uzgoj jestivih i ljekovitih gljiva*. Hrvatsko agronomsko društvo, Zagreb, 2009.

Philippoussis AN: Production of mushrooms using agro-industrial residues as substrates. U: *Biotechnology for Agro-industrial Residues*. (Singh Nigam P.; Pandey A., ured.), 164-187, 2009.

Smith JE, Rowan NJ, Sullivan R: Medicinal mushrooms: a rapidly developing area of biotechnology for cancer therapy and other bioactivities. *Biotechnology Letters* 24, 1839-1845, 2002.

Zhou X, W, Su K Q, Zhang NM: Applied modern biotechnology for cultivation of *Ganoderma* and development of their products. *Applied Microbiology Biotechnology* 93(3), 941-963, 2012.

Wasser SP, Weis AL: Therapeutic effects of substances occurring in higher basidiomycetes mushrooms a modern perspective. *Crit. Rev. Immunol.* 19(1), 65-96, 1999.

Wagner R, Mitchell DA, Lanzi Sasaki G, Lopez de Almeida Amazonas MA, Berovič M: Submerged cultivation of *Ganoderma lucidum*. *Food Technology Biotechnology* 41(4), 371-382, 2003.

## **8. PRILOZI**

Prilog 1 Slike govore više od riječi - vlastite fotografije praktičnog rada









