

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ

Моника М. Стојанова

**ПРИМЕНА ЕКСТРАКАТА ОДАБРАНИХ
ВРСТА ЈЕСТИВИХ И МЕДИЦИНСКИХ
ГЉИВА У ПРОИЗВОДЊИ ДЕХИДРИРАНИХ
СУПА КАО ФУНКЦИОНАЛНЕ ХРАНЕ**

Докторска дисертација

Београд, 2021.

UNIVERSITY OF BELGRADE

FACULTY OF AGRICULTURE

Monika M. Stojanova

**APPLICATION OF SELECTED EDIBLE AND
MEDICINAL MUSHROOMS EXTRACTS
IN THE PRODUCTION OF DEHYDRATED
SOUPS AS FUNCTIONAL FOOD**

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2021.

КОМИСИЈА ЗА ОЦЕНУ И ОДБРАНУ

МЕНТОР:

др Миомир Никшић, редовни професор
Универзитет у Београду,
Пољопривредни Факултет

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ:

др Милена Пантић, ванредни професор
Универзитет у Београду,
Пољопривредни Факултет

др Слађана Шобајић, редовни професор
Универзитет у Београду
Фармацеутски Факултет

др Анита Клаус, ванредни професор
Универзитет у Београду,
Пољопривредни Факултет

др Драгана Пауновић, ванредни професор
Универзитет у Београду,
Пољопривредни Факултет

др Дуња Милетић, научни сарадник
Универзитет у Београду,
Пољопривредни Факултет

Датум одбране докторске дисертације: _____

Гледајќи во длабочините на природата, каде звукот од секоја излеана нота во микрокосмосот магично ја преточува имагинацијата во реален миг, каде по танцот на блескаво-сребрените капки дожд величествено се издигнуваат плејада печурки, може да се слушне одсвонувањето на најспектакуларниот баланс: науката како реципиент на сите одговори од природата и уметноста како топла супа во еден студен свет. А, симбиозата меѓу печурките и супата е како рефлексција на макрокосмосот, каде индивидуалноста на секоја состојка, низ допирот на времето, придонесува за сензацијата на вкусот. При тоа, малите лажички супа говорат за стрпливост и скромност, а големите за себичност. Бидејќи науката е поезија на реалноста.

~ М. Стојанова



Гледајући у дубину природе, у којој звук сваке ноте изливене у микрокосмос, магично претвара имагинацију у реалност, у којој се после плеса светлуцаво-сребрних капљица кише величанствено уздиже плејада гљива, може се чути одјек најспектакуларнијег баланса: наука као реципијента свих одговора из природе и уметности, попут вреле супе у хладном свету. А, симбиоза измеѓу гљива и супе је одраз макрокосмоса, у коме индивидуалност сваког састојка, кроз додир времена, доприноси сензацији укуса. При томе, мале кашичице супе сведоче о стрпљењу и скромности, а велике о себичности. Јер наука је поезија стварности.

~ М. Стојанова

Примена екстраката одабраних врста јестивих и медицинских гљива у производњи дехидрираних супа као функционалне хране

САЖЕТАК

Циљ овог истраживања био је да се утврди утицај лиофилизованих водених и етанолних екстраката јестиве гљиве *Suillus granulatus* и медицинских гљива *Coriolus versicolor* и *Fuscoporia torulosa* гљива, сакупљених из природних станишта, на квалитет и биолошку активност дехидрираних супа, без додавања мононатријум глутамината. У циљу побољшања сензорних својстава, три најбоље супе произведене су уз додатак мононатријум глутамината у 50% мањој количини.

Реализација планираних истраживања извршена је кроз десет варијанти дехидрираних супа.

Код све три врсте испитиване гљиве, утврђен је повољан хемијски састав у свежем и сушеном стању. Добијени водени и етанолни екстракти испитиваних гљива имали су сложен хемијски састав и високу биолошку активност. Леофилизовани екстракти показали су високу антиоксидативну и антимикробну активност. Додавање леофилизованих водених и етанолних екстраката испитиваних гљива у индустријски произведеној дехидрираној супи са поврћем, показало је позитиван ефекат у погледу побољшања хемијског састава и биолошке вредности. Леофилизовани водени и етанолни екстракти испитиваних гљива су погодни за примену у дехидрираним супама, што резултира производом без примене или са делимичном применом адитива. На овај начин добијен је нови, функционалан производ са повећаном биолошком вредношћу који је поред побољшаних нутритивних својстава потпуно безбедан за конзумирање међу свим врстама потрошачких група, а са друге стране има одређене позитивне ефекте на здравље потрошача.

Због великог значаја коришћења гљива из природних станишта, која представљају важан биолошки ресурс природе, као и због чињенице да нису потребни посебни услови за индустријску производњу, овај производ може имати велики потенцијал на тржишту у поређењу са конвенционалним производима.

Све то доприноси светским трендовима и технолошким поступцима, где се правилном употребом екстраката гљива могу постићи жељена својства одређеног производа уз потпуну или делимичну замену употребе појединих адитива у одређеним сегментима прехранбене индустрије.

Кључне речи: гљиве, водени и етанолни екстракти, леофилизација, дехидриране супе, функционална храна.

Научна област: Технолошко инжењерство

Ужа научна област: Технолошка микробиологија

УДК: 635.8:641.827(043.3)

Application selected edible and medicinal mushrooms extracts in the production of dehydrated soups as functional food

ABSTRACT

The aim of this study was to determine the effect of lyophilized aqueous and ethanolic extracts from the edible mushroom *Suillus granulatus* and medicinal mushrooms *Coriolus versicolor* and *Fuscoporia torulosa*, collected from natural habitats, on the quality and biological activity of dehydrated soups, without the addition of monosodium glutamate. In order to improve the sensory properties, the three best soups were also produced by adding 50% less monosodium glutamate.

The realization of the planned research was done through ten variants of dehydrated soup.

In all three types of examined mushrooms, a favorable chemical composition was found in fresh as well as in dried state. The obtained aqueous and ethanolic extracts of the tested mushrooms had a rich chemical composition and high biological activities. Moreover, lyophilized extracts have shown high antioxidant and antimicrobial activity. The addition of both lyophilized aqueous and ethanolic extracts of the tested mushrooms in industrially produced dehydrated vegetable soup showed a positive effect in terms of improving the chemical composition in one hand, and biological activity on the other hand. Lyophilized aqueous and ethanolic extracts of the tested mushrooms were suitable for use in dehydrated soups, resulting in a product without using or partial using of food additives. In this way, a new, functional product with increased biological value was obtained, which, in addition to improved nutritional properties, is completely safe for consumption among all types of consumer groups, and on the other hand has certain positive effects on consumer health.

Due to the great importance of using mushrooms from natural habitats that represent an important biological resource of nature, as well as due to the fact that no special conditions are required for industrial production, this product can have great potential in the market compared to conventional products.

All this contributes to global trends and technological processes, where with the proper use of mushroom extracts, the desired properties of a particular product can be achieved, which would be a complete or partial replacement of the use of some additives in certain segments of the food industry.

Key words: mushrooms, aqueous and ethanolic extracts, lyophilisation, dehydried soups, functional food.

Scientific field: Engineering Technology

Scientific subfield: Food and Industrial Microbiology

UDC: 635.8:641.827(043.3)

ЛИСТА ТАБЕЛА У ТЕКСТУ

Табела 1: Функционална храна на америчком тржишту

Табела 2: Биолошка активност неких врста гљива и њихових компонената

Табела 3: Садржај протеина у неким гљивама

Табела 4: Коришћени микроорганизми и подлоге за њихово узгајање

Табела 5: Хемијски састав свежих гљива

Табела 6: Хемијски састав сушених гљива

Табела 7: Принос екстраката гљива (% суве масе гљиве)

Табела 8: Садржај укупних угљених хидрата и глукана у воденим екстрактима гљива (% суве масе екстракта)

Табела 9: Садржај укупних угљених хидрата и глукана у етанолним екстрактима гљива (% суве масе екстракта)

Табела 10: HPLC анализа моносахаридног састава екстраката гљива (% суве масе екстракта)

Табела 11: Садржај протеина, фенола и флавоноида у воденим екстрактима гљива (% суве масе екстракта)

Табела 12: Садржај протеина, фенола и флавоноида у етанолним екстрактима гљива (% суве масе екстракта)

Табела 13: Антимикробна активност водених и етанолних екстраката гљива (диск дифузиони метод, mm)

Табела 14: Антимикробна активност водених и етанолних екстраката гљива (микродилуциони метод)

Табела 15: Индекс антиоксидативне активности (AAI) водених и етанолних екстраката гљива

Табела 16: Антиоксидативна активност водених екстраката гљива изражена кроз IC₅₀ вредности

Табела 17: Антиоксидативна активност етанолних екстраката гљива изражена кроз IC₅₀ вредности

Табела 18: Антикancerогена активност водених екстраката гљива изражена кроз IC₅₀ вредности

Табела 19: Антикancerогена активност етанолних екстраката гљива изражена кроз IC₅₀ вредности

Табела 20: Корелација између анализираних параметара код водених екстраката

Табела 21: Корелација између анализираних параметара код етанолних екстраката

Табела 22: Антимикробна активност лиофилизованих водених и етанолних екстраката гљива (mm)

Табела 23: Антиоксидативна активност лиофилизованих водених екстраката гљива изражена кроз IC₅₀ вредности

Табела 24: Антиоксидативна активност лиофилизованих етанолних екстраката гљива изражена кроз IC₅₀ вредности

Табела 25: Хемијска анализа дехидрираних супа 0, 15, 30, 45, 60. и 90. дан након производње

Табела 25а: Хемијска анализа дехидрираних супа 0, 15, 30, 45, 60. и 90. дан након производње

Табела 26: Микробиолошка анализа дехидрираних супа (cfu/g) 0, 15, 30, 45, 60. и 90. дан након производње

Табела 27: Антимикробна активност (диск дифузиони метод, mm) дехидрираних супа на почетку (0. дана производње)

Табела 27a: Антимикробна активност (диск дифузиони метод, mm) дехидрираних супа 15. дана након производње

Табела 27b: Антимикробна активност (диск дифузиони метод, mm) дехидрираних супа 30. дана након производње

Табела 27c: Антимикробна активност (диск дифузиони метод, mm) дехидрираних супа 45. дана након производње

Табела 27d: Антимикробна активност (диск дифузиони метод, mm) дехидрираних супа 60. дана након производње

Табела 27e: Антимикробна активност (диск дифузиони метод, mm) дехидрираних супа 90. дана након производње

Табела 28: Антиоксидативна активност дехидрираних супа 0, 15, 30, 45, 60. и 90. дана након производње

Табела 29: Просечне вредности инструменталне анализе боје дехидрираних супа 0, 15, 30, 45, 60. и 90. дан након производње

Табела 29a: Просечне вредности инструменталне анализе боје дехидрираних супа 0, 15, 30, 45, 60. и 90. дан након производње

Табела 30: Просечне вредности сензорне анализе дехидрираних супа на почетку (0. дана производње)

Табела 30a: Просечне вредности сензорне анализе дехидрираних супа 15. дана након производње

Табела 30b: Просечне вредности сензорне анализе дехидрираних супа 30. дана након производње

Табела 30c: Просечне вредности сензорне анализе дехидрираних супа 45. дана након производње

Табела 30d: Просечне вредности сензорне анализе дехидрираних супа 60. дана након производње

Табела 30e: Просечне вредности сензорне анализе дехидрираних супа 90. дана након производње

ЛИСТА ГРАФИКА У ТЕКСТУ

- График 1:** Способност хватања слободних DPPH радикала водених екстраката гљива ($\bar{x} \pm SD$)
- График 2:** Способност хватања слободних DPPH радикала етанолних екстраката гљива ($\bar{x} \pm SD$)
- График 3:** Редукциона способност водених екстраката гљива ($\bar{x} \pm SD$)
- График 4:** Редукциона способност етанолних екстраката гљива ($\bar{x} \pm SD$)
- График 5:** Способност хелирања јона гвожђа водених екстраката гљива ($\bar{x} \pm SD$)
- График 6:** Способност хелирања јона гвожђа етанолних екстраката гљива ($\bar{x} \pm SD$)
- График 7:** Антиоксидативна активност водених екстраката гљива (методом коњугованих диена, $\bar{x} \pm SD$)
- График 8:** Антиоксидативна активност етанолних екстраката гљива (методом коњугованих диена, $\bar{x} \pm SD$)
- График 9:** Антикancerогена активност водених екстраката гљива према HeLa ћелијама током инкубације од 24h ($\bar{x} \pm SD$)
- График 10:** Антикancerогена активност етанолних екстраката гљива према HeLa ћелијама током инкубације од 24h ($\bar{x} \pm SD$)
- График 11:** Антикancerогена активност водених екстраката гљива према HeLa ћелијама током инкубације од 72h ($\bar{x} \pm SD$)
- График 12:** Антикancerогена активност етанолних екстраката гљива према HeLa ћелијама током инкубације од 72h ($\bar{x} \pm SD$)
- График 13:** Антикancerогена активност водених екстраката гљива према HepG2 ћелијама током инкубације од 24h ($\bar{x} \pm SD$)
- График 14:** Антикancerогена активност етанолних екстраката гљива према HepG2 ћелијама током инкубације од 24h ($\bar{x} \pm SD$)
- График 15:** Антикancerогена активност водених екстраката гљива према HepG2 ћелијама током инкубације од 72h ($\bar{x} \pm SD$)
- График 16:** Антикancerогена активност етанолних екстраката гљива према HepG2 ћелијама током инкубације од 72h ($\bar{x} \pm SD$)
- График 17:** Способност хватања слободних DPPH радикала лиофилизованих водених екстраката гљива ($\bar{x} \pm SD$)
- График 18:** Способност хватања слободних DPPH радикала лиофилизованих етанолних екстраката гљива ($\bar{x} \pm SD$)
- График 19:** Антиоксидативна активност лиофилизованих водених екстраката гљива у систему линоленске киселине ($\bar{x} \pm SD$)
- График 20:** Антиоксидативна активност лиофилизованих етанолних екстраката гљива у систему линоленске киселине ($\bar{x} \pm SD$)

ЛИСТА СЛИКА У ТЕКСТУ

- Слика 1:** Компарација садржаја неких микроелемената у гљивама и поврћу (Ramos, 2015)
- Слика 2:** Фармаколошка својства гљива (Lindequist et al., 2005)
- Слика 3:** Градба ћелијског зида гљива (фото: Jeff Chilton)
- Слика 4:** Примарни молекули β -D-гљукана присутни у гљивама (Kidd, 2000)
- Слика 5:** Значај β -гљукана у гљивама (Santa et al., 2014)
- Слика 6:** Терпеноиди гљива са антимикуробним својствима (Dasgupta and Acharya, 2019).
- Слика 7:** Механизам редукције слободних DPPH радикала (Panhwar and Memon, 2014)
- Слика 8:** Имуномодулаторна активност β -гљукана гљива (Ramos, 2015)
- Слика 9:** Мапа распрострањености гљива *Suillus granulatus*
(извор: <https://www.discoverlife.org/mp/20m?kind=Suillus>)
- Слика 10:** Мапа распрострањености гљива *Coriolus versicolor*
(извор: <https://www.discoverlife.org/mp/20m?kind=Trametes+versicolor>)
- Слика 11:** Мапа распрострањености гљива *Fuscoporia torulosa*
(извор: <https://www.discoverlife.org/mp/20m?kind=Phellinus+torulosus>)
- Слика 12:** Гљива *Suillus granulatus* (фото: М. Стојанова)
- Слика 13:** Гљива *Coriolus versicolor* (фото: М. Стојанова)
- Слика 14:** Гљива *Fuscoporia torulosa* (фото: М. Стојанова)
- Слика 15:** Дехидриране супе обогаћене лиофилизованим воденим екстрактима гљива *Suillus granulatus*, *Coriolus versicolor* и *Fuscoporia torulosa* (фото: М. Стојанова)
- Слика 16:** Карактеристика боје (CIE $L^* a^* b^*$) (CIE, 1976)
- Слика 17А и 17В:** Дехидрирана супа (контролна варијанта) (А) и супа са додатком лиофилизованог воденог екстракта гљиве *Suillus granulatus* (В) (фото: М. Стојанова)
- Слика 18:** Образац оцењивачког листа
- Слика 19А и 19В:** Дехидрирана супа (контролна варијанта) (А) и супа са додатком лиофилизованог воденог екстракта гљиве *Suillus granulatus* (В) (фото: М. Стојанова)
- Слика 20:** IR-ATR спектри узорака 1, 2 и 3 (водени екстракти гљива *Suillus granulatus*, *Coriolus versicolor*, *Fuscoporia torulosa*), са регионима где се јављају посебни опсези функционалне групе и компоненте.
- Слика 21:** Упоредни спектри између узорака 1 (водени екстракт гљиве *Suillus granulatus*) и 1' (етанолни екстракт гљиве *Suillus granulatus*) (А), 2 (водени екстракт гљиве *Coriolus versicolor*) и 2' (етанолни екстракт гљиве *Coriolus versicolor*) (В), 3 (водени екстракт гљиве *Fuscoporia torulosa*) и 3' (етанолни екстракт гљиве *Fuscoporia torulosa*) (С).
- Слика 22:** Упоредни спектри између узорака 1, 2 и 3 (водени екстракти гљива *Suillus granulatus*, *Coriolus versicolor*, *Fuscoporia torulosa*) (А) и 1', 2' и 3' (етанолни екстракти гљива *Suillus granulatus*, *Coriolus versicolor*, *Fuscoporia torulosa*) (В) у регионима угљених хидрата и протеина.
- Слика 23:** СЕМ анализа воденог екстракта гљиве *Suillus granulatus*
- Слика 24:** СЕМ анализа воденог екстракта гљиве *Coriolus versicolor*
- Слика 25:** СЕМ анализа воденог екстракта гљиве *Fuscoporia torulosa*
- Слика 26:** СЕМ анализа етанолног екстракта гљиве *Suillus granulatus*

Слика 27: СЕМ анализа етанолног екстракта гљиве *Coriolus versicolor*

Слика 28: СЕМ анализа етанолног екстракта гљиве *Fuscoporia torulosa*

ЛИСТА СКРАЋЕНИЦА У ТЕКСТУ

AAC – атомска апсорпциона спектроскопија
AAI – индекс антиоксидативне активности
ANOVA – једнофакторска анализа варијанси
ATCC – америчка колекција култура сојева
 a_w – активност воде
BHA – бутиловани хидроксианисол
BHT – бутиловани хидрокситолуен
BSA – говеђи серум албумин
CFU – број формираних колонија
CIE – Commission Internationale De L'Eclairage Color Model
DMEM – Dulbecco's Modified Eagle's Medium
DMSO – диметил сулфоксид
DPPH – 2,2-дифенил-1-пикрилхидразил
EC₅₀ – концентрација потребна за постизање ефекта од 50%
EDTA – етилендиаминтетрасирћетна киселина
FRAP – антиоксидативна моћ редукције Fe(III) јона
FTIR – фуриер-ова инфрацрвена спетроскопија
GAE – еквивалент галне киселине
GRD – глутатион редуктаза
GSHP – глутатион пероксидаза
HeLa – карцином грлића материце
HepG2 – хепатоцелуларни карцином
HIV – вирус хумане имунодефицијенције
HPLC – течна хроматографија високих резонанци
IC₅₀ – концентрација узорка који инхибира/неутралише 50% слободних радикала
IL-1 – интерлеукин 1
IR-ATR – инфрацрвена атенуирана тотална рефлексција
ISO – International Organization for Standardization
LDL – липопротеин мале густине
Ling Zhi – 8 – имуномодулаторни протеин гљиве *Ganoderma lucidum*
MBC – минимална бактерицидна концентрација
MFC – минимална фунгицидна концентрација
MHB – Mueller-Hinton бујон
MIC – минимална инхибиторна концентрација
MTT – 3-(4,5-диметилтиазол-2-ил)-2,5-дифенилтетразолиум бромид
MNH – мононатријум глутаминат
н.д. – није одређено
NF-κB – Nuclear Factor Каппа В
NK ћелије – природне одбрамбене ћелије
PCB – пондерисане просечне вредности
PSK – крестин
PSP – полисахаропептид гљиве *Coriolus versicolor*
QE – кверцетин
RSC – капацитет хватања радикала

с.м. – сува маса

SEM – скенирајућа електронска микроскопија

SOD – супероксид дисмутаза

Tc – цитотоксичне Т ћелије

Th – Т помоћне ћелије

TNF- α – Фактор некрозе тумора- α

САДРЖАЈ

1. УВОД	1
2. ПРЕГЛЕД ЛИТЕРАТУРЕ	3
2.1. Функционална храна.....	3
2.1.1. Тржиште функционалне хране.....	7
2.1.2. Гљиве као функционална храна.....	7
2.2. Значај гљива у људској исхрани.....	9
2.2.1. Биолошки активне компоненте пореклом из гљива.....	12
2.2.1.1. Полисахариди.....	14
2.2.1.2. Протеини.....	17
2.2.1.3. Терпеноидна и фенолна јединења.....	18
2.2.2. Функционална својства гљива.....	20
2.2.2.1. Антимикробна активност.....	20
2.2.2.2. Антиоксидативна активност.....	23
2.2.2.3. Имуномодулаторна активност.....	26
2.3. Одабране врсте гљива.....	28
2.3.1. <i>Suillus granulatus</i>	28
2.3.2. <i>Coriolus versicolor</i>	30
2.3.3. <i>Fuscoporia torulosa</i>	32
2.4. Производња супа.....	34
2.4.1. Дехидриране супе.....	35
2.4.2. Обичне и кондензоване супе конзервисане термичком стерилизацијом.....	36
2.4.3. Супе конзервисане смрзавањем.....	37
2.5. Хемијски и нутритивни састав супа.....	38
2.6. Здравствене користи од конзумирања супа.....	41
3. ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА	44
4. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДЕ РАДА	45
4.1. Материјал за рад.....	45
4.2. Методе рада.....	47
4.2.1. Хемијска анализа свежих гљива.....	48
4.2.2. Хемијска анализа сувих гљива.....	48
4.2.3. Припрема екстраката.....	49
4.2.3.1. Припрема воденог екстракта.....	49
4.2.3.2. Припрема етанолног екстракта.....	49
4.2.4. Анализа водених и етанолних екстраката гљива.....	50
4.2.4.1. Хемијска карактеризација екстраката.....	50
4.2.4.1.1. Анализа полисахарида.....	50
4.2.4.1.1.1. Одређивање садржаја укупних угљених хидрата.....	50
4.2.4.1.1.2. Одређивање садржаја укупних, α и β -гљукана.....	51
4.2.4.1.1.3. HPLC анализа моносахаридног састава екстраката.....	51
4.2.4.1.2. Одређивање садржаја укупних протеина.....	51
4.2.4.1.3. Одређивање садржаја укупних фенолних јединења.....	52
4.2.4.1.4. Одређивање садржаја укупних флавоноида.....	52
4.2.4.1.5. FTIR анализа.....	53

4.2.4.1.6. Скенирајућа електронска микроскопија (СЕМ)	53
4.2.4.2. Биолошка својства екстраката	53
4.2.4.2.1. Антимикробна активност екстраката	53
4.2.4.2.1.1. Диск дифузиони метод	54
4.2.4.2.1.2. Микродилуциони метод	55
4.2.4.2.2. Антиоксидативна активност екстраката	56
4.2.4.2.2.1. Способност хватања DPPH радикала	56
4.2.4.2.2.2. Редуциона способност	56
4.2.4.2.2.3. Способност хелирања јона гвожђа	57
4.2.4.2.2.4. Антиоксидативна активност у систему линоленске киселине	57
4.2.4.2.3. Антикancerогено дејство	58
4.2.5. Лиофилизација екстраката	58
4.2.5.1. Антимикробна активност лиофилизованих екстраката	59
4.2.5.2. Антиоксидативна активност лиофилизованих екстраката	59
4.2.6. Производња дехидрираних супа обогаћених лиофилизованим воденим и етанолним екстрактима гљива	59
4.2.7. Анализа дехидрираних супа обогаћених лиофилизованим екстрактима гљива	60
4.2.7.1. Садржај укупних угљених хидрата	60
4.2.7.2. Садржај укупних протеина	60
4.2.7.3. Садржај масти	60
4.2.7.4. Енергетска вредност	61
4.2.7.5. Садржај воде и минералних материја (пепела)	61
4.2.7.6. Микробиолошка анализа	61
4.2.7.7. Антимикробна активност	61
4.2.7.8. Антиоксидативна активност	62
4.2.7.9. Инструментална анализа боје	62
4.2.7.10. Сензорна анализа дехидрираних супа обогаћених лиофилизованим екстрактима гљива	63
4.2.8. Статистичка обрада података	65
5. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА	66
5.1. Хемијски састав свежих гљива	66
5.2. Хемијски састав сушених гљива	67
5.3. Принос екстраката гљива	70
5.4. Хемијска карактеризација екстраката гљива	71
5.4.1. Садржај полисахарида (укупни угљени хидрати и глукани)	71
5.4.1.1. HPLC анализа моносахаридног састава	74
5.4.2. Садржај протеина	76
5.4.3. Садржај укупних фенола и флавоноида	77
5.4.4. FTIR анализа	79
5.4.5. SEM анализа	83
5.5. Биолошка својства екстраката гљива	90
5.5.1. Антимикробна активност екстраката гљива	91
5.5.1.1. Диск дифузиони метод	91
5.5.1.2. Микродилуциони метод	94
5.5.2. Антиоксидативна активност екстраката гљива	98
5.5.2.1. Способност хватања слободних DPPH радикала	99

5.5.2.2. Способност редукције јона гвожђа	101
5.5.2.3. Способност хелирања јона гвожђа	102
5.5.2.4. Одређивање антиоксидативне активности методом коњугованих диена	104
5.5.3. Антикancerогена активност екстраката гљива	109
5.6. Корелација између биоактивних компонената, антиоксидативне и антикancerогене активности екстраката гљива	118
5.7. Биолошка карактеризација лиофилизованих екстраката гљива	121
5.7.1. Антимикробна активност лиофилизованих екстраката гљива.....	121
5.7.2. Антиоксидативна активност лиофилизованих екстраката гљива.....	124
5.8. Утицај лиофилизованих екстраката гљива на хемијски и нутритивни састав и биолошку активност индустријски произведених дехидрираних супа	128
5.8.1. Хемијски састав дехидрираних супа	128
5.8.2. Микробиолошка анализа дехидрираних супа.....	132
5.8.3. Антимикробна активност дехидрираних супа.....	134
5.8.4. Антиоксидативна активност дехидрираних супа.....	142
5.8.5. Инструментална анализа боје дехидрираних супа	145
5.8.6. Сензорна анализа дехидрираних супа обогаћених лиофилизованим екстрактима гљива	148
6. ЗАКЉУЧАК.....	161
7. ЛИТЕРАТУРА	168
БИОГРАФИЈА КАНДИДАТА	197
Изјава о ауторству	198
Изјава о истовестности штампане и електронске верзије докторске дисертације.....	199
Изјава о коришћењу	200

1. УВОД

Гљиве су познате као фосилни остаци још од Силурског периода, пре 408 до 438 милиона година, из доба палеозоика. Разноликост гљива повећала се у Пенсилванском периоду (пре 286 до 320 милиона година) и обухватала је базидиомицете и аскомицете. Гљиве су копнени, еукариотски, сапробни организми без хлорофила. Обично се јављају у мешовитим четинарским и листопадним шумама.

Од најранијих времена гљиве су третиране као посебна врста хране. Грци су веровали да гљиве дају ратницима на бојном пољу невероватну снагу, фараони су их сматрали посебном посластицом, а Римљани су гљиве сматрали храном богова и служили су их само у посебним приликама и на важним гозбама. Кинези су посебно ценили гљиве, које су сматране изузетно здравом храном или „еликсирима живота". Мексички Индијанци су користили гљиве као халуциногене агенсе у разним ритуалима, а осим тога користили су их и у различите терапијске сврхе. Верује се да су први људи дегустирали и тестирали гљиве и на основу покушаја и грешака, научили су и закључили које ће гљиве сакупљати, а које избегавати.

Гљиве су богате протеинима и угљеним хидратима, имају низак садржај масти, али веома висок садржај незасићених масних киселина. Познато је да су гљиве добар извор готово свих есенцијалних аминокиселина и витамина, посебно витамина В₁, В₂, В₅, С и D. Од минералних материја заступљени су магнезијум, селен, фосфор, гвожђе, цинк, калцијум и други. Гљиве су исто тако богате дијетним влакнима. У већини јестивих гљива пронађени су састојци са антиоксидативним и антимицробним дејством. Као значајни носиоци антиоксидативног дејства гљива и производа на бази гљива наводе се фенолне компоненте, цинк и селен.

Због високе нутритивне вредности, гљиве се све више користе у свакодневној исхрани, као храна или као додатак храни, а њихова медицинска ефикасност и примена изазивају значајно интересовање. Имају природан и егзотичан укус, као и изражену арому. Користе се као свеже и у прерађеном стању. Садржај хранљивих састојака у гљивама зависи од порекла мицелијума, од састава супстрата за гајење, услова и начина узгоја. Осим плодноносних тела гљива, такође и њихови екстракти садрже мноштво биолошки активних једињења, због чега се сматрају нутритивно вредном храном. Стога употреба гљива могла би да се опише Хипократовим принципом „Нека храна буде твој лек, а лек твоја храна".

Функционална храна је храна која поред својих важних хранљивих састојака благотворно делује на људско здравље. Интересовање за функционалну храну је у порасту, а јестиве гљиве (свеже или сушене) или њихови екстракти могу се конзумирати као функционална храна.

Дехидриране супе спадају у категорију производа који се припремају врло брзо, а с друге стране су безбедне у погледу микробиолошке контаминације, пре свега због ниског садржаја воде. Поред стабилности током складиштења, дехидриране супе имају корисна нутритивна својства, а неретко и терапијска. Због ових карактеристика супе су прихватљив производ за све врсте потрошача.

Генерално, комерцијалне дехидриране супе се припремају од разних врста поврћа, живинског и говеђег меса, гљива и слично.

Супе од гљива су традиционална храна у Кини. Конзумирају се од давнина због своје нутритивне вредности, одличног укуса и функционалних својстава. Овакве супе садрже важне хранљиве састојке, као што су аминокиселине, моносахариди, дијетна влакна и бројне друге биоактивне компоненте изоловане из гљива. Дехидриране супе са додатком гљива или екстраката гљива одликују се антиканцерогеним дејством и имају антиатерогена и имуномодулаторна својства.

Супа од поврћа, као функционална храна, богата је биоактивним једињењима као што су антиоксиданси, дијетна влакна, есенцијалне аминокиселине и олигосахариди. Сматра се да поврће и гљиве које улазе у састав супа могу спречити многа хронична стања организма.

Присуство широког спектра дехидрираних супа на тржишту у великој мери замењује употребу домаћих супа. С друге стране, индустријска производња дехидрираних супа, поред осталих састојака, укључује употребу синтетичких адитива, који су део састава супа. Међутим, повећано интересовање и веће потребе за безбедном храном која не садржи хемијске адитиве, али задржава жељене сензорне карактеристике, подразумева употребу алтернативних једињења.

Сушене гљиве се у индустријској производњи дехидрираних супа употребљавају већ дуго. Но, на тржишту још увек нема индустријске производње дехидрираних супа обогачених екстрактима гљива. Екстракти имају велику предност у односу на сушене гљиве, јер се одликују већим садржајем свих хемијских и биолошки активних компонената, што повећава биолошку вредност коначног производа. Стога би конзумација ових супа могла бити изузетно важна у одржавању имунитета и здравља потрошача. Основни позитивни ефекат супе се вишеструко повећава због антиоксидативног, антимикуробног и имуномодулаторног деловања екстраката. Међутим, треба нагласити да, упркос лековитим својствима супа као функционалне хране, оне нису лек, нити могу бити замена за лекове. Позитиван ефекат конзумирања дехидрираних супа обогачених екстрактима могао би бити одлична допуна дејству лекова код неких потрошача или као превентивни утицај на здравље било које популације. Из ових разлога супе обогачене екстрактима гљива корак су испред већ познатих супа са додатком сушених гљива, које су само основа за побољшање њихове хранљиве вредности и биолошке активности.

Са аспекта пуне реализације наведеног потенцијала, истраживања о утицају гљива и њихових екстраката на квалитет прехранбених производа су од велике важности. Примена екстраката гљива у прехранбеној индустрији може смањити или заменити многе хемијске адитиве, што доприноси стварању нових и атрактивних производа повећане биолошке вредности са смањеним садржајем синтетских адитива.

2. ПРЕГЛЕД ЛИТЕРАТУРЕ

2.1. Функционална храна

До почетка 20. века, људи су користили храну директно из природе. Након тога, технологија је преузела главну улогу и од изворних намирница настао је велики број прехранбених производа. Тренд производње функционалне хране, или хране која благотворно утиче на здравље потрошача уз адекватне нутритивне ефекте, постао је основа развоја савремене прехранбене индустријске производње широм света.

Термин функционална храна први пут је уведен у Јапану средином осамдесетих година 19. века и односи се на прерађену храну која се састоји од састојака који не само да делују на одређене функције организма, већ имају и хранљиву вредност. Функционална храна садржи супстанце које имају израженије дејство у односу на традиционалне хранљиве материје и које побољшавају здравље и/или спречавају болести. Убрзо након увођења, функционална храна постала је препознатљива и тражена категорија хране, због чега се данас тржиште функционалне хране енормно увећава у свим земљама света. У већини земаља не постоје законске дефиниције термина „функционална храна“, тако да постављање границе између конвенционалне и функционалне хране представља изазов чак и за нутриционисте и стручњаке из области прехранбене технологије (Mark-Herbert, 2004; Niva, 2007). Такође, постоји неколико различитих дефиниција функционалне хране. Једна дефиниција која на једноставан начин објашњава појам функционалне хране јесте *„да се храна може назвати функционалном ако, поред основне нутритивне вредности, има позитиван и задовољавајући утицај на једну или више циљаних телесних функција, смањујући ризик од развоја одређених болести“* (Roberfroid, 2000).

Функционална храна има значајну улогу у побољшању животног стандарда, балансирању и одржавању максимума физиолошких функција и очувању здравственог стања човека (Milner, 2000; Roberfroid, 2002; Menrad, 2003; Mark-Herbert, 2004).

Промене у ставовима потрошача о начину исхране и повезаности између начина исхране и здравља, могу се постићи фокусирањем на циљан и уравнотежен унос нутријената, максимизирањем телесних физиолошких функција ради смањења ризика од болести, односно формулисањем функционалне хране као важног извора специфичних хранљивих састојака од великог нутритивног значаја (Roberfroid, 2002).

IFIC (International Food Information Council) поставио је дефиницију која каже да је *функционална храна она која пружа веће здравствене користи од основне исхране*. Тешко је одредити јасне границе између конвенционалне, функционалне хране, органски узгајане хране, нутритивних суплемената, тако да и научници имају потешкоћа у коришћењу ових појмова.

Diploc et al. (1999) и Roberfroid (2000) наводе јединствене карактеристике функционалне хране:

- храна која би требало да буде конвенционална и свакодневна;

- храна која би требало да буде део уобичајене исхране;
- храна која би требало да буде природног састава (супротно од синтетичког) са компонентама које се могу природно наћи у тој храни или су у храну додате у већој количини од специфичне концентрације;
- храна која би требало да има позитиван утицај на физиолошке функције;
- храна која би требало да буде позитивног деловања на опште здравствено стање или погодна за смањење ризика од болести;
- храна која би требало да буде потврђена и утемељена у здравству.

Функционална храна не мора обавезно да буде функционална за целокупну популацију. Веза између појединачних биохемијских потреба и одређених компоненти хране може утицати на напредак у разумевању интеракција између гена и исхране. Међутим, веома је важно дефинисати разлику између хране и лекова. Ако се у производу препозна индикација за лечење или превенција одређених болести, тада је тај производ лек и одређена доза токсичности је толерантна, али ако се у производу не препознају индикације за лечење или превенцију одређених болести, онда је то храна и у том случају при нормалним количинама уноса не сме да изазове никакве токсичне ефекте (Balenović и Ваџић, 2011).

Према Spence (2006) и Kotilainen et al. (2006) функционална храна може се поделити у пет група производа:

- немодификована и непрерађена храна (whole food) – најједноставнији облик функционалне хране, која обухвата храну у свом природном облику;
- обogaћени производи (enriched food) – додатак нових хранљивих састојака или компоненти које нису природно присутне у одређеној храни;
- обogaћени производи (fortified food) – повећање количине постојећих хранљивих састојака;
- побољшани производи (enhanced commodities) – храна код које је једна или више компоненти природно обogaћена под посебним условима узгоја биљака, нове формуле сточне хране код узгоја животиња, генетичке модификације и сл.;
- модификовани производи (altered food) – замена постојеће компоненте и/или антинутријента хранљивим материјама које имају повољан утицај на здравље.

Немодификована и непрерађена храна је најједноставнија група функционалне хране. Ова група обухвата воће, поврће, зачине и зачинско биље. На пример, броколи, мрква или парадајз могу се сматрати функционалном храном јер су богати физиолошки активним састојцима као што су сулфорафан, β -каротен и ликопен. Парадајз садржи ликопен, фитонутријент који припада групи каротеноида и има антиоксидативна и антигуморска својства и позитиван терапијски ефекат у лечењу кардиоваскуларних болести (Pathak, 2010). Зачини и зачинско биље су богати фитохемикалијама које позитивно утичу на физиолошко стање организма и помажу у смањењу ризика од болести. На пример, вишеструка *in vitro* испитивања потврдила су да бели лук делује на смањење фактора ризика као што су повишен укупни холестерол, повишен ниво LDL у крви (липопротеини ниске густине који

носе холестерол), смањује агрегацију тромбоцита и снижава крвни притисак, а који представљају главне факторе кардиоваскуларних болести (Pathak, 2010).

Производи обogaћени хранљивим састојцима који се природно не налазе у храни су група функционалних производа којима су додати нови хранљиви састојци који се природно не налазе у том производу или нису природно присутни у великим количинама. Овој групи припадају воћни сокови са додатком калцијума или маргарин обogaћен биљним стеролима. Такви производи се карактеришу јасним ефектима у исхрани којој недостају хранљиви састојци као што је калцијум или указују на ефикасност у очувању кардиоваскуларног система. Spence (2006) наводи да биљни стероли у обogaћеном маргарину утичу на смањење садржаја холестерола у крви. Осим тога, за ову групу функционалне хране значајне су и компоненте које су дефинисане као пробиотици и пребиотици. Пробиотици представљају живе микроорганизме или микробне састојке хране који се конзумирају у адекватном облику и чије присуство у телу човека има благотворан утицај на одржавање здравственог стања. Природно су присутни у ферментисаним млечним производима и ферментисаном поврћу. Бактерије млечно-киселинског врења и бифидобактерије су најчешће коришћени микроорганизми пробиотици (Spence, 2006; Siró et al., 2008). Пребиотици су несварљива дијетна влакна која имају позитиван утицај на раст, развој и размножавање корисних бактерија у гастроинтестиналном тракту. Здравствени ефекти пробиотика и пребиотика на побољшање микробне флоре гастроинтестиналног тракта су потврђени у многим истраживањима а повезани су, између осталог, и са снижавањем садржаја холестерола и побољшањем метаболизма ксенобиотика. Иако пробиотици и пребиотици нису хранљиве компоненте у ужем смислу речи, храна која садржи ове компоненте има јасан позитиван нутритивни ефекат на здравље (Spence, 2006; Siró et al., 2008).

Производи обogaћени хранљивим састојцима који се природно налазе у храни су група функционалне хране у којима су постојеће количине хранљивих састојака повећане. Ови производи обухватају воћне сокове с повећаном количином витамина А, С и Е. То су, такође, и производи попут млека обogaћеног витамином D. Повећање количине одређених хранљивих састојака показало се као економски исплатив и ефикасан метод побољшања квалитета производа (Spence, 2006).

Побољшани производи су занимљива врста функционалне хране. Узгајивачи биљака могу развити различите врсте производа који имају потенцијално значајне корисне ефекте. Примери укључују кукуруз са високим уделом лизина, воће и поврће са повећаним садржајем витамина као и производњу фитонутријената у разном воћу и поврћу, укључујући обogaћење биљака неким компонентама које оне нормално не синтетишу, као што је кромпир с каротеноидима (Spence, 2006). Пример таквих производа су јаја са повећаним нивоом омега-3 масних киселина постигнутих модификованом исхраном пилића (Lewis et al., 2000).

Модификовани производи су производи где се користе различити састојци са позитивним и благотворним утицајем на здравље потрошача у циљу замене потенцијално штетних и непожељних компоненти у производу. Идеална модификација основних потенцијално штетних и непожељних компоненти другим компонентама подразумева очување квалитета финалног производа. Добар пример

ове врсте производа су влакна произведена од жита као замена за масти (Spence, 2006).

У наредном периоду, може се очекивати да ће се број нових функционалних прехранбених производа увећавати, паралелно са стицањем конкретних знања о благотворним ефектима одређених састојака у промоцији здравља потрошача (табела 1). За ово је неопходно пажљиво уравнотежити комерцијални и здравствени аспект овог тренда (Kaur and Das, 2011).

Табела 1: Функционална храна на америчком тржишту (Hasler, 2002)

Функционална храна	Биоактивна компонента	Здравствене бенефиције
Обогаћен маргарин	Биљни стероли	Смањују укупан и LDL холестерол
Соја	Протеини	Смањују укупан и LDL холестерол
Производи од овса	β -гљукани	Смањују укупан и LDL холестерол
Сок од бруснице	Проантоцијанини	Смањују инфекције уринарног тракта
Риба	(n-3) масне киселине	Смањају триглицериде, смањају срчане болести, фатални и нефатални инфаркт миокарда
Бели лук	Органосулфурне компоненте	Смањују укупан и LDL холестерол
Зелени чај	Катехини	Смањују ризик од одређених врста карцинома
Спанаћ	Лутеин, зеаксантин	Смањује ризик од старосне дегенерације ћелије
Парадајз и производи од парадајза	Ликопен	Смањује ризик од рака простате
Јагњетина, ћуретина, говедина, млечни производи	CLA (коњугована линолна киселина)	Смањује ризик рак дојке
Поврће	Глукозинолати, индоли	Смањују ризик од одређених врста карцинома
Ферментисани млечни производи	Пробиотици	За јачање имунитета

Функционална храна је једно од најпроучаванијих подручја савремене науке о храни. Међутим, треба нагласити да функционална храна нема функцију замене за

неправилну исхрану. Ова врста хране служи као допуна правилној и уравнотеженој исхрани (Hasler, 2002).

2.1.1. Тржиште функционалне хране

Тржиште функционалне хране се константно мења, јер је конкуренција за стицање потрошача све већа, немилосрднија и јача. Најважнији фактори који утичу на куповину одређеног производа представљају понављајући циклус који показује однос квалитета, цене, практичности и лакоће припремања и, наравно, позитиван утицај на здравље. Због тога, произвођачи функционалне хране морају пронаћи одговор на потребе потрошача за практичном и лаганом припремом хране уз позитиван утицај на здравље (Kaur and Das, 2011). Исто тако, не треба заборавити да потрошачи нису спремни на компромисе око укуса, па и у случају позитивног утицаја на здравље (Urala and Lähteenmäki, 2007). Да би функционална храна била добар производ, она мора имати посебна здравствена својства, док истовремено, у поређењу са конвенционалним намирницама, произвођачи треба да развију сопствене стратегије, повезујући истраживање и маркетинг (Mark-Herbert, 2004). Важно је проучити став потрошача о функционалној храни, тако да се он може представити на начин да идеја о производу и сам производ испуњавају очекивања потрошача и да су све информације везане за здравље веродостојне и атрактивне. Имплементацијом нових метода истраживања тржишта и реаговања потрошача могу се смањити велики губици у инвестирању. Промоција функционалне хране неће бити успешна ако се истовремено не добију повратне информације од потрошача. Успешан пут функционалне хране у великој мери зависи од правилног руковања научним доказима, адекватне комуникације о предностима конзумације ових производа и, наравно, привлачности укуса и прилагођавања савременом начину живота (Shepherd et al., 1991).

На основу социо-демографских фактора, може се рећи да су типични потрошачи функционалне хране људи са вишим нивоом образовања и старији људи и људи са здравственим проблемима који се морају придржавати одређене дијете (Gilbert, 2000; Ares and Gámbaro, 2007). Са аспекта полова, жене су чешћи потрошачи и показују веће интересовање за функционалну храну у односу на мушкарце (Siró et al., 2008).

2.1.2. Гљиве као функционална храна

Гљиве (*Fungi*, *Mycota* или *Mycetalia*) представљају еукариотске организме, једноставне грађе и убрајају се у најраспрострањеније групе живог света на Земљи још од палеозоика, о чему сведоче фосилни записи у угљу стари око 438 милиона година (Chang and Miles, 2004).

Историјски гледано, гљиве су класификоване међу ниже биљке у разделу *Thallophyta*, а на основу анатомски некомплексних структурних тела (недостатак правог корења, правог стабла, правог лишћа, правог цвећа и правог семена). Савремене студије су откриле да печурке, заједно са осталим гљивама имају довољно

специфичних карактеристика да се сврстају у засебно царство *Myceteae* (Chang and Miles, 2004).

Гљиве су од почетка људске цивилизације биле предмет њеног посебног интересовања. Поред јестивих, постоје и многе нејестиве гљиве које се неколико хиљада година користе у медицинске сврхе, што је посебно било изражено у културама на Далеком истоку, као што су кинеска, јапанска и корејска (Novaković, 2015).

Неки аутори сматрају да би око 90% свих гљива могло бити јестиво, док би само 10% било нејестиво и отровно. Треба напоменути да постоји много више врста чија употребљивост за јело није детаљно испитана или позната (Breitenbach and Kranzlin, 1991). Нема сумње да се производи на бази гљива могу користити као врхунски додаци храни. У Кини постоји неколико врста гљива, посебно *Ganoderma* sp. које се користе као додаци храни током последњих 2000 година. Гљива *Ganoderma* sp. садржи више група једињења, укључујући тетрагљукане, лектине, терпеноиде, стероиде, нуклеинске киселине и имуномодулаторне протеине као што је Ling Zhi – 8 (LZ-8) и има антиканцерогена, антитуморска, антивирусна и антибактеријска својства. Због своје терапијске вредности, може се применити за добијање производа обогаћених гљивама са мултифункционалном вредношћу (Basavegowda Raghavendra et al., 2018).

Гљиве садрже бројне компоненте са одличним својствима које благотворно делују на људско здравље. Због ниског садржаја масти, гљиве се такође могу користити у нискокалоричној дијети. Протеини гљива садрже девет есенцијалних аминокиселина. Гљиве су храна велике ситости и мале енергије. Висок садржај воде који имају гљиве повезан је са осећајем ситости који дају (Manzi et al., 1999). Гљиве су познате и као храна корисна за превенцију болести као што су хипертензија, дијабетес или хиперхолестеролемија. Ове функционалне карактеристике углавном су последица присуства дијетних влакана, биоактивних компоненти, антиоксиданаса, лектина и антимицробних једињења (Kalac, 2012; Kumar, 2015b; Muszyńska et al., 2018).

Поједине врсте гљива имају антитуморска, антивирусна, антитромботичка и имуномодулаторна својства. Ограничени број врста може смањити повишени ниво шећера у крви. Здравствене користи од гљива углавном су последица присуства дијетних влакана, посебно хитина и β -гљукана. Полисахариди добијени из гљива сматрају се једињењима која могу да модулирају имуни одговор код животиња и људи и да инхибирају раст одређених тумора (Lindequist et al., 2005; Cheung, 2008). Стога су ова истраживања од велике важности за идентификовање активних састојака гљива који доприносе здрављу, промовишући функционалне карактеристике хране, као и функције спречавања болести (Basavegowda Raghavendra et al., 2018).

Потпуни механизми деловања различитих секундарних метаболита изолованих из лековитих и јестивих гљива тек треба да буду откривени. Захваљујући свом високом нутритивном и терапијском потенцијалу, гљиве могу наћи примену у својству функционалне хране или као извор нутритивних састојака за одржавање и унапређење здравља и квалитета живота (Eswaran et al., 2000; Kumar, 2015b).

2.2. Значај гљива у људској исхрани

Гљиве се традиционално користе на Истоку, као храна, али и као лек. Прва употреба гљиве у Европи у лековите сврхе забележена је 3500 године п.н.е. (Gründemann et al., 2019). У неким земљама, попут Шпаније, њихова конзумација је ретка и обично се не користе као главни производ у оброцима. Потрошачи још увек нису у потпуности информисани о здравственим предностима ове хране, као и о њиховој улози у спречавању неких болести. Стога данас научне студије о хранљивим и лековитим својствима гљива постају све важније (Rowan et al., 2002).

Прве карактеристике гљива које привлаче пажњу потрошача су њихов укус, арома и текстура, тј. њихове укупне сензорне карактеристике. Гљиве углавном имају препознатљив *умами* укус (јапански: укусно–слано), што их чини укусним и прихватљивим за конзумацију као таквих или у виду различитих кулинарских комбинација. Деценијама се сматрало да постоје само четири осећаја укуса: слатко, слано, кисело и горко. Али данас је познато да постоји и пети, а то је укус *умами*. Овај укус је својствен храни богатој глутаминатом. То је природна аминокиселина присутна у готово свим намирницама, посебно у храни богатој протеинима као што су млечни производи, месо и риба, али и у поврћу и гљивама. Дobar пример носиоца овог укуса је гљива *Lentinula edodes* (Royse et al., 1985; Zhang et al., 2013).

Умами укус, тачније укус глутамината, користи се у циљу смањеног уноса соли. Када се глутаминат додаје производима, количина соли у намирници може се смањити за 30 до 40%, без утицаја на сланост. Прекомерни унос соли негативно утиче на крвни притисак, што може изазвати хипертензију и коронарне болести.

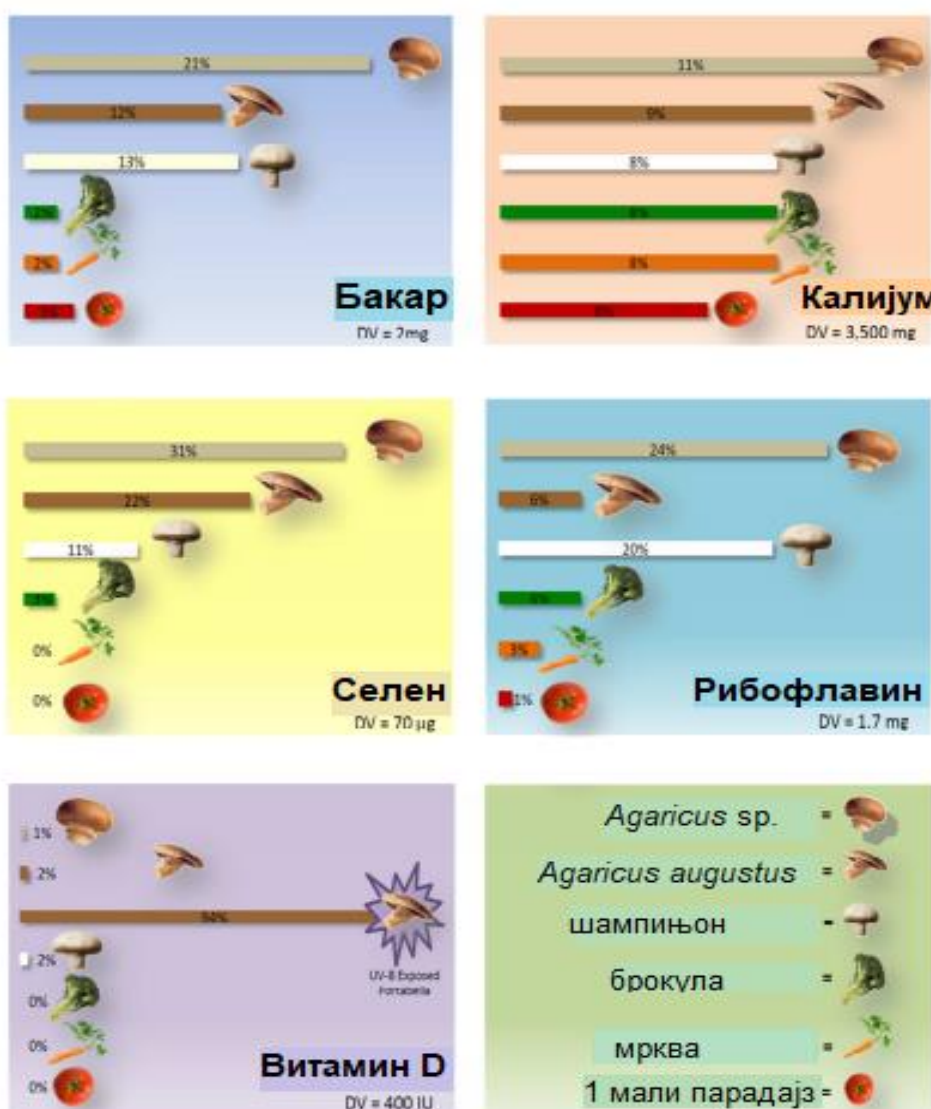
Утврђено је да арому и укус сваке врсте гљиве условљава комплекс ароматичних материја, које гљиве у природним стаништима добијају само у чистом облику, у облику прекурсора из околне средине (хумуса земљишта) или уз помоћ симбионата. Показало се да су ароматизација мицелијума и формирање високог укуса најсложенији задаци. За сада нису тачно детерминисане све материје које одређују сензорна својства гљива, те се зато ароматизација мицелијума гљива врши емпиријски, путем додавања екстраката корења, дрвећа, млека, екстраката квасца, екстракта тикве, екстраката пшеничних клица, виших алкохола и других природних супстрата и хемикалија у храњиву подлогу (Ђukić and Јemcev, 2003; Ђукић et al., 2015).

Гљиве су сложене морфолошке и физиолошке структуре са несумњивим варијацијама у хемијском саставу у зависности од подручја у којем расту. Састав плодноносних тела гљиве одражава састав супстрата, а састојци се могу знатно разликовати у зависности од основних сировина пољопривредног или шумарског порекла које чине супстрат (Turner, 1988; Gunde-Cimerman, 1999).

Гљиве су храна са високо цењеним нутритивним својствима (слика 1). Имају висок садржај протеина, све есенцијалне аминокиселине (Tharshika et al., 2016), тј. аминокиселински састав, сличнији животињским протеинима него биљним, што их чини идеалним вегетаријанским оброком (Guillamón et al., 2010). Њихови ћелијски зидови богати су хитином који је одличан извор дијетних влакана, имају висок садржај витамина (B₁, B₂, B₁₂, C, D и E), макро и микроелемената, као и угљених хидрата (Cohen et al., 2014), и не садрже холестерол (Ghorai et al., 2011; Schneider et al., 2011).

Посебно је важна ниска калоријска вредност (26 – 35 kcal/100 g) која потиче од високог садржаја воде (80% – 90%). Карактеристике их висок садржај влакана и низак удео масти, што је једна од најважнијих карактеристика нутритивно вредне хране (Kalas, 2012).

У погледу микронутријената, гљиве су важан извор витамина В, посебно рибофлавина, ниацина, тиамина, биотина, никотинске киселине, пантотенске киселине и пара-амино-бензојеве киселине, као и прекурсора витамина D, попут ергостерола, који олакшавају апсорпцију калцијума и фосфора (Chang and Miles, 2004; Barros et al., 2007a; El-Hadidie, 2019). Такође садрже минералне материје неопходне за нормално функционисање организма, углавном селен, фосфор и калијум (Manzi et al., 2001). Садрже врло ниску количину натријума, што омогућава да ове производе користе особе које се хране дијетално.



Слика 1: Компарација садржаја неких микроелемената у гљивама и поврћу (Ramos, 2015)

Са медицинске тачке гледишта, гљиве су се користиле у азијској медицини против различитих болести, јер су сматране природним лековима. Кинеска фармакопеја документује употребу стотина врста гљива за широк спектар болести. Данас је познато да су за лековита својства гљиве заслужне биоактивне компоненте (слика 2) које улазе у њихов састав (Lindequist et al., 2005).

Према истраживањима аутора Díez и Álvarez (2001) и Mau et al. (2001), укупан садржај угљених хидрата у гљивама варира од 35% до 70% суве материје.

Reis et al. (2012) спровели су студију о нутритивном саставу гајених гљива које се највише конзумирају у свету. Резултати показују да гљива *L. edodes* има највећу количину укупних угљених хидрата (17,62g/100g) у поређењу са *Agaricus bisporus* (5,98g/100g), *Pleurotus ostreatus* (9,30g/100g) и *Pleurotus eryngii* (8,95g/100g).



Слика 2: Фармаколошка својства гљива (Lindequist et al., 2005)

Садржај сложених угљених хидрата и влакана указује да су гљиве храна са врло ниским гликемијским индексом ($IG = 15$), па је њихово варење спорије и шећери се постепено ослобађају. Храна са ниским гликемијским индексом препоручује се особама које пате од дијабетеса.

Pedneault et al. (2007) указују да су гљиве храна са ниским садржајем масти (<5% суве материје). Бројни фактори животне средине утичу на садржај липида и њихов састав у гљивама. У погледу садржаја масних киселина, доминирају незасићене масне киселине (72%), од којих је најзаступљенија линолна киселина (Díez and Álvarez, 2001). Захваљујући чињеници да су код гљива у високом уделу

присутне незасићене масне киселине (линолна киселина), то се доводи у везу са значајем гљива као нутритивно вредне хране (Chang and Miles, 2004).

Линолна и линоленска киселина су есенцијалне масне киселине за људско тело које их не синтетише, тако да се морају се уносити храном. Линолна киселина је омега-6 масна, а линоленска припада омега-3 групи масних киселина, обе су полинезасићене, из којих се могу даље синтетисати друге омега-6 и омега-3 масне киселине (Combet et al., 2006).

Садржај протеина у гљивама варира између 15 и 35% суве материје, у зависности од врсте и зрелости плодносног тела (Manzi et al., 2001; Díez and Álvarez, 2001). Протеинска сварљивост гљива углавном се карактерише као добра. На пример, за *P. ostreatus* и *L. edodes* износи 73,40%, односно 76,30% (Adewusi et al., 1993; Dabbour and Takruri, 2002). Ове вредности су према критеријума које су предложили Wong и Cheung (1998) сличне вредностима за махунарке (70-80%), али су ниже од вредности животињских протеина који имају сварљивост већу од 90%. Према Организацији за храну и пољопривреду (FAO), протеини гљива су квалитетнији од протеина већине поврћа (FAO, 1991).

Savić (2014) указује да је велика предност протеина из гљива њихова универзалност јер се знатно разликују од биљних, животињских и микробних. Протеини из гљиве су стабилни у широком рН опсегу, а њихова примена код хумане популације има дугогодишње позитивне праксе и доказано деловање.

Садржај минералних материја у гљивама је од 6 до 11% суве материје, у зависности од врсте. На пример, *P. ostreatus* садржи 6,90%, *P. eryngii* 8,60%, *L. edodes* 5,85%, а *Hericium erinaceus* 9,35%, минералних материја што у поређењу са биљном храном, гљиве сврстава у добар извор минералних материја (Manzi et al., 1999; Shah et al., 2004). Минералне материје су хемијски елементи који су неопходни за нормалну метаболичку функцију људског организма (Cocchi et al., 2006). Морају бити присутни у исхрани у довољним количинама, али не у превеликим количинама, како би се задовољиле потребе организма.

С друге стране, због високог садржаја влакана и протеина, али и ниског садржаја масти, јестиви екстракти гљива сматрају се идеалним додатком храни и показују значајне позитивне ефекте на здравље потрошача (Gunde-Cimerman, 1999). Екстракти неких лековитих гљива, као што су *Tremella aurantia*, *Ganoderma lucidum* и *Auricularia auricula-judae* као додаци храни, показују тенденцију снижавања нивоа глукозе у крви (Kiho et al., 1995; Hikimo et al., 1989). Ниво глукозе и триглицерида такође се може смањити конзумирањем производа обогаћених воденим екстрактом гљива *L. edodes*, *P. ostreatus* и *Phellinus torulosus* (*Fuscoporia torulosa*) (Ahmed, 1986; Kim et al., 1997, Kim et al., 2001).

2.2.1. Биолошки активне компоненте пореклом из гљива

Традиционално, научна истраживања су углавном фокусирали на хранљиве особине гљива. Крајем 20. века поред проучавања нутритивног састава гљива, све важније место заузима и проучавање биолошки активних једињења пореклом из гљива (табела 2), посебно у погледу медицинског ефекта који ова једињења имају на здравље потрошача (Rowan et al., 2002).

Barros et al. (2007b) указују да је у гљивама идентификован низ биоактивних једињења чија концентрација зависи од врсте, супстрата за гајење, услова складиштења, начина прераде итд. Биоактивна једињења укључују полисахариде, протеине, фенолна једињења (флавоноиди, лиганди и фенолне киселине), лигнине, тритерпене итд. Ова једињења су одговорна за лековита својства гљива, као што су антиоксидативна, имуномодулаторна својства, као и антикарциногене, антивиралне, антимикуробне, хепатопротективне и друге ефекте (Cheung, 1998).

Табела 2: Биолошка активност неких врста гљива и њихових компонената (Basavegowda Raghavendra et al., 2018)

Гљиве	Компоненте	Примена	Референца
<i>Auricularia auricula-judae</i> (Bull.) J.S.	Влакна	Антиоксидативно дејство	Tsuchida et al. (1999b)
<i>Agaricus bisporus</i> (J.E. Lange)	Влакна, лектини	Инфекције, дијабетес, астма	Tsai et al. (2007)
<i>Agaricus campestris</i> L.	Лектини	Хипогликемија	Ahmad et al. (1984)
<i>Agrocybe aegerita</i>	Глукани	Антиоксидативно дејство	Zhang et al. (2002)
<i>Boletus edulis</i> Bull.	Полисахариди	Антиканцерогено дејство	Mau et al. (2001b)
<i>Coriolus versicolor</i>	Кориолан, β -гlukan, полисахариди	Антиканцерогено дејство, хипогликемија, имунотерапија	Hazama et al. (1995); Patel and Goyal (2012)
<i>Ganoderma lucidum</i> (Curtis) P. Karst	Глукани, тритерпени, полисахариди	Хипогликемија, антиоксидативно, антиканцерогено, антивирално дејство	Hikino et al. (1985); Lin et al. (1995)
<i>Lentinula edodes</i> (Berk.) Pegler	Лентинан, оксална киселина	Антиоксидативно, антимикуробно, антипаразитско дејство	Wang et al. (1996); Lee et al. (2007); Cheung (2009)
<i>Phellinus linteus</i>	Протеоглукан	Анти-инфламаторно дејство	Song et al. (2003)
<i>Pleurotus ostreatus</i> (Jacq. ex Fr.) P. Kumm.	Фенолна једињења, токоферол	Антиоксидативно дејство	Wang et al. (1996)
<i>Tricholoma giganteum</i>	Полисахариди	Антиоксидативно, антиканцерогено дејство, антихипертензија	Mizuno et al. (1995)

2.2.1.1. Полисахариди

Структурни полисахариди у гљивама су: хитин, целулоза и β -гљукани и полисахаридни комплекси. Ови полисахариди могу се наћи у плодноним телима и култивисаном мицелијуму и могу се екстраховати из супстрата на ком се гаје гљиве (Zhang et al., 2007). Постоје бројне *in vivo* и *in vitro*, студије, у којима су β -гљукан и протеогљукани изоловани из различитих гљива.

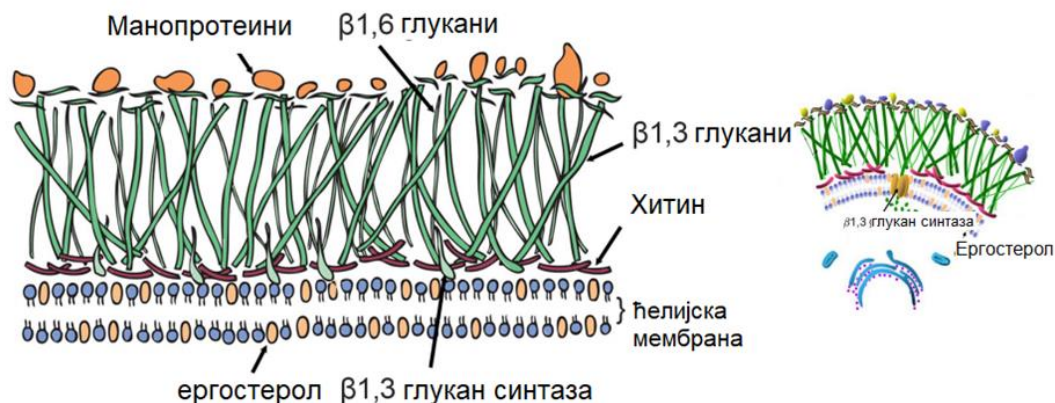
Од свих биоактивних једињења која се налазе у гљивама, полисахариди имају најизраженије антитуморне, антивирусне и имуномодулаторне активности, а највећа биоактивност доказана је код полисахарида који су део ћелијског зида (Mizuno and Nishitani, 2013).

Базидиомицете садрже различите врсте гљукана и хетерополисахарида. Од моносахарида у највећој мери су присутни гљukoза, галактоза, ксилоза, маноза и фруктоза (Mahmoud et al., 2014). Хетерополисахариди показују велику варијабилност у погледу састава, конфигурације или међусобне повезаности моносахарида. Због тога се као резултат такве сложености полисахариди гљива могу користити у медицинске или индустријске сврхе (Ruthes et al., 2016).

Наиме, хидросолубилни полисахариди из гљива у великој мери могу да санирају оштећене делове можданог ткива који настају услед интоксикације алуминијумом (Mahmoud et al., 2014). Исто тако, нека једињења изолована из водених екстраката гљива, као што су лентинан из *L. edodes*, шизофилан из *Schizophyllum commune* и крестин из *C. versicolor* користе се у онкологији за смањење штетних ефеката у медицинским пост-третманима (Leung et al., 2006).

У свом истраживању, Reshetnikov et al. (2001) идентификовали су 650 врста из 182 рода виших класа хомо и хетеробазидиомицета које садрже велике количине фармаколошки активних полисахарида који се могу изоловати из плодноног тела гљиве и из мицелијума.

Антиканцерогени полисахариди из гљиве најчешће су растворљиви у води, као што су β -D-гљукан, β -D-гљукан повезан са хетеросахаридним ланцем ксилозе, манозе, галактозе или β -D-гљукански протеински комплекси (слика 3). Опште правило је да гљукани везани за протеине показују већу имунопотенцијалну активност у поређењу са обичним гљуканима (Mizuno, 1999).



Слика 3: Структура ћелијског зида гљива (фото: Jeff Chilton)

Као једна од најважнијих компоненти у саставу гљива су β -гљукани. То су једињења која садрже групу полисахарида β -D-гљукозе, који су природно присутни у ћелијским зидовима жита, бактерија и гљива, са знатно различитим физичко-хемијским својствима која у великој мери зависе од извора из којег потичу. Обично, β -гљукани формирају линеарне везе са 1,2- β -гликозидним везама, али се разликују у молекулској маси, растворљивости, вискозности, структури и својствима, што узрокује низ физиолошких ефеката код људи и животиња. Сматра се најмоћнијим природним активатором и стимулатором имунолошког система који може повећати ефикасност имунитета и до неколико пута (Ruthes et al., 2016).

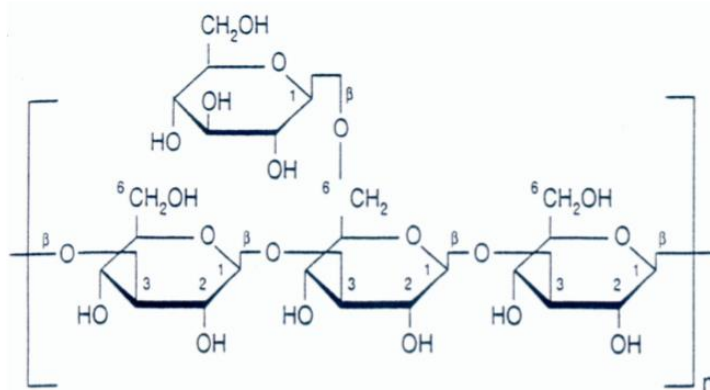
Поред дијетних влакана, β -гљукани такође играју важну улогу у саставу гљива, који се у основи састоје од понављајуће структуре D-гљукозних јединица, међусобно повезаних у ланац са β -везама. Обично постоји један главни ланац, а то је β 1-3, β 1-4 или комбинација β 1-3 и β 1-4 са β 1-6 као бочним ланцима. Данас постоји велико интересовање за β -гљукане који су изоловани из гљива као резултат бројних позитивних утицаја на здравље људи (Niksić et al., 2016).

Међу најпознатијим врстама β -гљукана су:

- *Лентинан* – полисахарид гљиве *L. edodes* (шиитаке). Према литературним подацима, лентинан и плеуран су два β -гљукана која се највише користе у фармацеутској индустрији, јер се претпоставља да имају највишу биолошку активност. Лентинан се истиче углавном антитуморском и имуномодулаторном активношћу. Разне студије показују да овај полисахарид стимулише имунолошку функцију (Gordon et al., 1995) и антитуморску активност (Rathee et al., 2011). Поред тога, показује позитиван ефекат на перисталтику црева (Van Nevel et al., 2003), а такође је значајан и његов капацитет да промовише активност ензима антиоксиданса.
- *Плеуран* – тип β -гљукан, полисахарид који се налази у гљивама из рода *Pleurotus*. Овај полисахарид има значајну антиканцерогену активност и стимулише имунитет (Khan and Tania, 2012). Плеуран смањује морбидитет узрокован поновљеним инфекцијама респираторног тракта кроз промене хуморалног и ћелијског имунитета (Jesenak et al., 2013). Позитивни ефекти овог једињења виде се и у снижавању нивоа холестерола у крви пацова (Bobek et al., 2001) и хрчака (Cheung, 1998). Бројне студије потврђују да β -гљукани изоловани из гљива смањују ниво холестерола код људи (Braaten et al., 1994) и LDL у крви (Behall et al., 1997). Међу активностима β -гљукана, плеуран се истиче као најбоље антиоксидативно једињење (повећава активности супероксид дисмутазе, глутатион пероксидазе и глутатион редуктазе у јетри), на шта указују резултати истраживања које су спровели Bobek и Galbavy (2001) на пацовима.
- *Ганопол* – β -гљукан је изолован из гљиве *G. lucidum*, која представља једну од гљива са најзначајнијим лековитим својствима. Биоактивна својства ганопола су иста као својства плеурана и лентитана. Поред тога, овај полисахарид показује антидијабетичку активност, тј. има способност снижавања нивоа гљукозе након obroка код пацијената са дијабетесом типа II (Gao et al., 2004). Бројне студије такође су показале да овај полисахарид може деловати као моћан имуностимулант (Rathee et al., 2011; El Enshasy and Hatti-Kaul, 2013).

- Грифолан – овај полисахарид је изолован из гљиве *Grifola frondosa*. Ово једињење поседује важна лековита својства, укључујући подстицање активности микрофага и повећање производње интерлеукина IL-1 појачавајући имуни одговор. У свом истраживању, Manohar et al. (2002) истичу да је грифолан у стању да повећа производњу инсулина, што значи да би се ово једињење могло користити за лечење дијабетеса. Ово једињење такође карактерише антифунгална активност. Uchiyama et al. (2002), утврдили су да је овај β -гљукан способан да инхибира раст патогеног квасца *Candida albicans* која може изазвати инфекције усне шупљине, укључујући инфекције плућа, лимфних чворова, јетре и слезине.

Нису сви β -D-гљукани антиканцерогени и имуномодулаторни (слика 4). На овај феномен утичу растворљивост гљукана у води, величина молекула и везе β -(1-6) и β -(1-3). Неки β -гљукани, нерастворљиви у води, растворљиви су у другим растварачима, алкохолима или базама, па под овим условима могу показивати одређена цитотоксична својства (Bohn and BeMillar, 1995). На пример, водени екстракт из *G. frondosa* (маитаке) садржи D фракцију β -гљукана за коју је доказано да има цитотоксичне ефекте (слика 5) на животиње и људе (Jones, 1998).

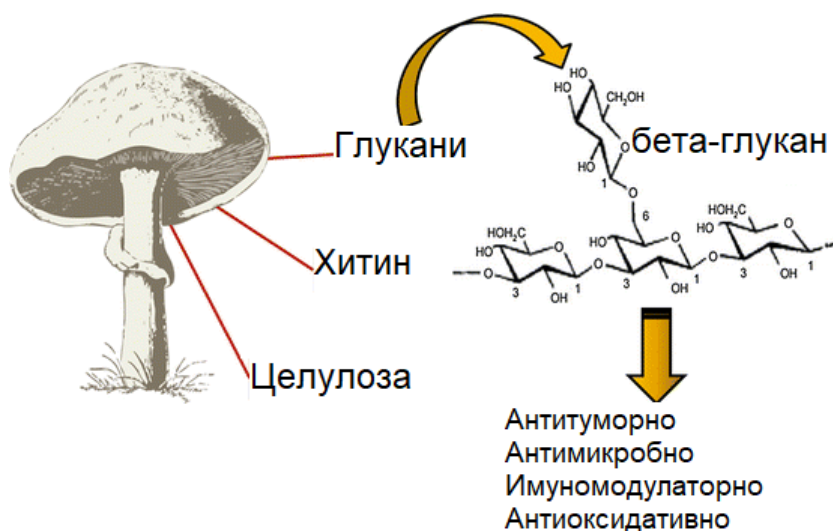


Слика 4: Примарни молекули β -D-гљукана присутни у гљивама (Kidd, 2000)

С друге стране, α -гљукани су други познати гљукани у биљкама и гљивама. Примери α -гљукана су структурна влакна (нпр. 1,3- α -гљукани који су често везани за 1,3:1,6- β -гљукане), скроб (1,4- α -гљукан) и гликоген (садржи 1,4- α и 1,6- α -гљукан) (Hobbs, 2017). Гликоген је високо разгранати молекул за складиштење енергије који је сличан животињском гликогену и присутан је у гљивама углавном у количинама од 5 до 10%. Ови α -гљукани су свеприсутни у биљкама и гљивама, али интензитет њихове биолошке активности није као код β -гљукана специфичних за гљиве (Hobbs, 2017).

Исто тако, у низу бројних позитивних ефеката које показују егзополисахариди изоловани из гљива треба истаћи и дејство на регенерацију ћелија оштећених прекомерном конзумацијом алкохола код хроничних алкохоличара (Uyanogly et al., 2010). Егзополисахариди изоловани из гљива *Coprinus comatus*, *Cerrena unicolor* и

Polyporus squamosus, смањују гранулацију ћелија због присуства алкохола (Ferrier et al., 2006) и показују заштитни ефекат (Uyanogly et al., 2010).



Слика 5: Значај β -глюкана у гљивама (Santa et al., 2014)

2.2.1.2. Протеини

Садржај сирових протеина (табела 3) у јестивим гљивама је нижи од садржаја у месу животиња, али виши у поређењу са млеком и неким биљним производима (Basavegowda Raghavendra et al., 2018).

Протеини макромицета имају вишу нутритивну вредност од биљних протеина (Kalač, 2013). Садрже слободне аминокиселине, амиде и сродна азотна једињења (Chang and Miles, 2004). Сматра се да су ови протеини позитивно наелектрисани и да се механизам њиховог дејства остварује формирањем јонских веза на ћелијским мембранама микроорганизама, као и компетитивним везивањем за полисахаридне рецепторе ћелија домаћина (Cowan, 1999).

Табела 3: Садржај протеина у неким гљивама (Basavegowda Raghavendra et al., 2018)

Врста гљива	Садржај протеина (%)
<i>Agaricus bisporus</i>	23,90–34,80
<i>Agaricus campestris</i>	33,20
<i>Boletus edulis</i>	29,70
<i>Pleurotus ostreatus</i>	30,40
<i>Pleurotus sajor-caju</i>	26,60
<i>Volvariella dysplasia</i>	28,50

Укупни садржај протеина у сувим гљивама може бити од 12,00 до 59,40 g/100g, што зависи од врсте гљиве и фазе развића (Kalač, 2009). Гљиве садрже протеине у облику албумина, глобулина, природних глутенина, проламина и материја сличних проламинима (Basavegowda Raghavendra et al., 2018).

Поред ових биоактивних компонената, гљиве садрже и низ других једињења која имају позитиван утицај на здравље потрошача. Комплекси полисахарида и протеина у гљивама појачавају имуни одговор, како урођени, тако и ћелијски, а такође показују антитуморску активност код животиња и људи (Mizuno, 1999; Reshetnikov et al., 2001). С друге стране, Wasser (2011) истиче да стимулација имунолошке одбране домаћина уз помоћ биоактивних полисахарида изолованих из лековитих гљива има значајан утицај на сазревање, диференцијацију и пролиферацију многих врста имуних ћелија домаћина.

Заједно са полисахаридо-протеинским комплексима, гликопротеини и полисахарид-пептидни комплекси такође врше важну антитуморску и имуномодулаторну активност. На пример, проучавање мицелијума гљиве *Trametes versicolor* (*C. versicolor*) омогућило је откривање два врло важна полимера: растворљиви у води полисахаридо-протеински комплекс (полисахарид Крестин (ПСК)) и полисахаропептид (ПСП); ова једињења имају изузетну имунопотенцирајућу и антиканцерогену активност (Rowan et al., 2002). ПСК и ПСП су компоненте растворљиве у води, и то је један од главних разлога за употребу вруће водене екстракције за њихово добијање у традиционалној кинеској медицини (Yang, 1999).

С друге стране, Pantović et al. (2014) указују на то да β -гљукани као биолошки активне компоненте лековите гљиве *T. versicolor* (*C. versicolor*) имају антитуморско, антивирусно и антиоксидативно дејство.

Поред тога, лектини су протеини који се везују за угљене хидрате са високом специфичношћу. Лектине добијене из гљива одликују имуномодулаторна, антипролиферативна и антитуморска својства (El Enshasy and Hatti-Kaul, 2013). Ова једињења модулирају људски имуни систем јер стимулишу сазревање имуних ћелија (Wang et al., 1996; Lin et al., 2009).

Исто тако показало се да лектини имају хипогликемијску активност. Ahmad et al. (1984), утврдили су да лектини изоловани из гљива *A. campestris* и *A. bisporus* могу повећати ослобађање инсулина код пацова.

Из других врста гљива, као што је *Pleurotus* sp., изоловани су лектини који садрже аминокиселине и угљене хидрате (глукоза, арабиноза, маноза и ксилоза) који су показивали антиинфламаторна својства (Yoshida et al., 1994).

2.2.1.3. Терпеноидна и фенолна јединења

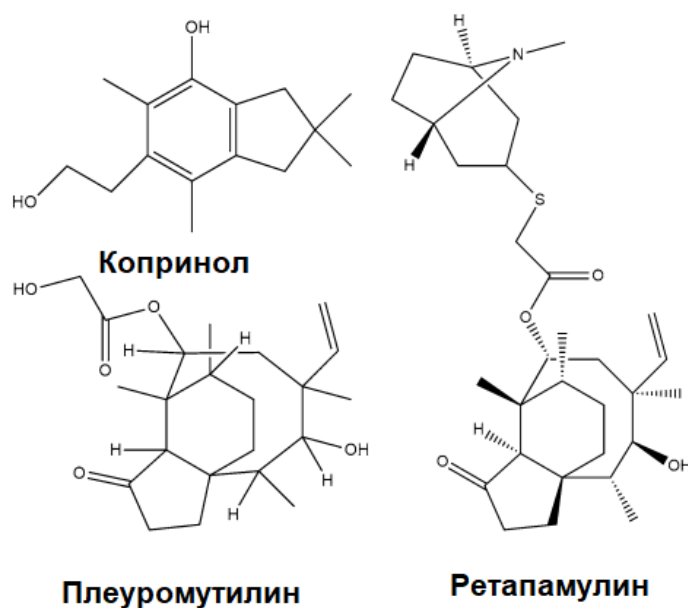
Поред полисахарида и протеина, гљиве садрже и друга биоактивна једињења која су класификована према њиховој молекулској маси. Једињења са највећом молекулском масом су лигнини и лектини, а она са најмањом масом су тритерпени и фенолна једињења (Lindequist et al., 2005).

Тритерпени чине једну од највећих група биоактивних једињења која се налази у медицинским гљивама. Гљиве *G. lucidum* и *P. torulosus* (*F. torulosa*) су добри примери, јер се сматра да садрже више од 120 различитих тритерпена (Kim and Kim,

1999). Ова једињења показују добру активност против вируса HIV и херпеса, инхибирају синтезу холестерола, смањују ризик од атеросклерозе итд.

Терпеноиди, који се понекад називају изопреноиди, велика су и разноврсна класа природних органских једињења која потичу из једињења са 5-угљенових атома изопрена и изопренских полимера (терпени). Већина су полицикличне структуре са функционалним групама које садрже кисеоник (Dasgupta and Acharya, 2019). Терпеноиди су терапијски изузетно примењиви. Користе се у лечењу неуродегенеративних обољења, показују антимикуробну активност (слика 6), антивиралну активност и многе друге (Dasgupta and Acharya, 2019).

Тритерпеноиди су најчешћи подтипови, од којих је ацетил алурунска киселина (acetyl aleutitolic acid – ААА) најзаступљенији и најодговорни подтип за различите биолошке ефекте (антиинфективне, цитотоксичне, имуномодулаторне) које испољавају представници фамилије *Polyporaceae* и *Ganodermataceae*. То су ганодеренична, ганодермична и апланоксидична киселина, ганодерал, ганодерол, луцидон, ганодерманондиол и ганодерманонтриол. Ова једињења су подељена у 10 група, зависно од броја атома угљеника у њиховом прстену и степена оксидације. Сматра се да се њихова биолошка активност остварује сличним механизмима којима делују и β -глюкани. Ова једињења активирају NF- κ B пут и модулирају Ras/Erk, c-мус, CREB протеин и митоген активирајућу протеин киназу, стимулишући остале активности имуног система. Механизми великог броја тритерпеноидних структура још нису довољно познати (Toledo et al., 2016).



Слика 6: Терпеноиди гљива са антимикуробним својствима (Dasgupta and Acharya, 2019)

Фенолна једињења су такође биоактивна једињења гљива која се одликују високим антиоксидативним капацитетом. Бројне *in vitro* студије спроведене на

различитим врстама гљива, укључујући *G. frondosa*, *H. erinaceus*, *L. edodes*, *Suillus granulatus* и *P. ostreatus*, показале су да су њихови водени и метанолни екстракти богати фенолним једињењима и да имају висока антиоксидативна својства (Mau et al., 2002; Elmastas et al., 2007).

Elmastas et al. (2007) истичу да је флавоглауцин (фенолно јединење изоловано из мицелијума гљиве *Eurotium chevalieri*) одличан антиоксиданс у биљним уљима у концентрацији од 0,05%. У већини ових студија пронађена је позитивна корелација између укупног фенолног садржаја екстраката гљива и њихових антиоксидативних својстава, што потврђује да јестиве гљиве играју важну улогу као природни антиоксиданси због способности њихових фенолних једињења да инхибирају оксидацију липида.

Највећа група фенолних једињења, са заједничким структуром (C₆C₃C₆) изведеном од флавона (2-фемилхромен-4-она, 2-фенил-1,4-бензопирона) или флавана (2-фенилбензопирана) су флавоноиди. Према степену оксидације и супституцији на прстену С, могу се поделити на флавоне, флавоноле, флаваноне, дихидрофлавоноле (флаваноноле), флаван-3,4-диоле (леукоантоцијанидине), флаван-3-оле (катехине), флаван-4-оле и антоцијанидине. Исто тако, у ову групу спадају и аурони, јединења без С прстена – халкони, дихидрохалкони и ретрохалкони, изофлавоноиди (изофлавонони, куместани, птерокарпани, ротеноиди) и олиго- и полимери флавонола, као што су проантоцијанидини (Orčić, 2010).

Ова једињења показују антиоксидативну активност типичну за полифенолна једињења, кроз способност донирања водоника уз формирање резонантног стабилизованог радикала, као и способност хелирања јона прелазних метала. Флавоноиди поседују упоредиву или неколико пута бољу способност неутрализације слободних радикала у воденом раствору у односу на токофероле и аскорбинску киселину. Утврђено је да флавонони (апигенин и лутеолин) инхибирају пролиферацију низа ћелијских линија канцера (Loganathan et al., 2009).

На основу свега наведеног, може се закључити да није могуће направити јасну разлику између јестивих и лековитих гљива, јер многе јестиве гљиве садрже активне компоненте које имају терапијска својства. Тако, поред антиоксидативних својстава, ове гљиве имају антимикуробна, антивирусна, имуномодулаторна, антидијабетичка, хепатопротективна и друга својства која се широко користе у прехранбеној индустрији, фармацији, пољопривреди, биомедицини, заштити животне средине и менаџменту отпадних вода (Meghalatha et al., 2014; Kozarski et al., 2015). Као функционална храна, гљиве су плодан извор биоактивних једињења са небројеним терапијским способностима које омогућавају превенцију и контролу многих негативних стања у људском телу (Elkhateeb et al., 2020).

2.2.2. Функционална својства гљива

2.2.2.1. Антимикуробна активност

Природна антимикуробна једињења која синтетишу различите биљне врсте имају способност да инхибирају раст микроорганизама. Гљиве такође производе антибактеријске и антифунгалне супстанце како би заштитиле од других врста у

свом окружењу, што резултира антимикуробним својствима против бактерија, квасаца и других гљива.

У свету постоји око 140 000 различитих врста гљива, од којих је познато само око 10%, а само половина од њих има добар нутритивни састав. Око 2000 врста је сигурно за конзумацију, а око 70 врста има доказана медицинска и фармаколошка својства што их може класификовати у медицинске макрогљиве (Chang, 1980; Wasser, 2002; Balakumar et al., 2011). Да би се идентификовале нове врсте гљива које имају антимикуробна својства, почетни поступак скрининга често се заснива на екологији регије у којој гљиве расту или њиховој локалној употреби (Rosa et al., 2003; Yamac and Bilgili 2006; Fagade and Oyelade 2009; Giri et al. 2012). Rosa et al. (2003) су истражили преко 100 изолата гљива из различитих бразилских екосистема и идентификовали 13 изолата са антимикуробном активношћу. Giri et al. (2012) проучавали су 30 јестивих врста дивљих гљива из западног Бенгала у Индији и открили су да сви њихови метанолни екстракти показују различити ниво антимикуробне активности.

Из гљива се могу изоловати различита антимикуробна једињења (Rathee et al., 2012). Многи секундарни метаболити које гљиве синтетишу користе се у борби против бактеријских и гљивичних инфекција и за продужавање рока трајања других прехранбених производа. Једна од најпроученијих гљива у погледу антимикуробних својстава је *L. edodes*. Показало се да екстракти изоловани из ове гљиве делују антибактеријски према *Actinomyces* spp., *Lactobacillus* spp. и *Porphyromonas* spp. (Hirasawa et al., 1999).

Bender et al. (2003) истичу да је оксална киселина једно од средстава одговорних за антимикуробно дејство гљиве *L. edodes* према *Staphylococcus aureus* и другим бактеријама. Поред тога, Ngai и Ng (2003) истичу да протеин лентин екстрахован из плодноносних тела гљиве *L. edodes* има значајан антифунгални ефекат. Овај протеин инхибира раст мицелијума многих гљива, укључујући *Physalospora piricola*, *Botrytis cinerea* и *Hycosphaerella arachidicola*.

Истраживања спроведена на гљиви *G. lucidum*, и другим врстама из овог рода показују да ове гљиве производе неколико антимикуробних једињења способних да инхибирају раст Грам-позитивних и/или Грам-негативних бактерија. Према истраживању Yoon et al. (1994), водени екстракти из *G. lucidum* способни су да инхибирају раст 15 врста Грам-позитивних и Грам-негативних бактерија, посебно бактерију *Micrococcus luteus*.

Истраживања Lee et al. (1999) и Barros et al. (2007b) су показала да је из врсте *Boletus* издвојен пептид који показује антимикуробну активност против Грам-позитивних бактерија.

С друге стране, Hleba et al. (2014) утврдили су да метанолни екстракт гљиве *T. versicolor* (*C. versicolor*) има јаку антимикуробну активност према *Saccharomyces cerevisiae* ССМ8191, *Staphylococcus epidermis* ССМ 4418 и *Enterococcus raffinosus* ССМ4216, док Khadhri et al. (2017) указују да етанолни екстракт гљиве *T. versicolor* (*C. versicolor*) показује добру антимикуробну активност према *Escherichia coli* АТСС8739, *Enterococcus faecalis* АТСС29212 и *Salmonella typhimurium* NCTC6017. Са аспекта етанолног екстракта *P. torulosus* (*F. torulosa*), исти аутори су утврдили да најбоља антимикуробна активност показује према *S. aureus* АТСС25923, *E. faecalis* АТСС29212, *Pseudomonas aeruginosa* АТСС9027 и *S. typhimurium* NCTC6017.

Kodiyalmath и Krishnappa (2017) открили су да метанолни екстракт *P. linteus* показује добру антимикуробну активност према *C. albicans* и *S. aureus*.

Такође је утврђено да метанолни екстракт гљиве *S. granulatus*, показује добру антимикуробну активност према неких патогених микроорганизама: *Escherichia coli*, *P. aeruginosa*, *Enterobacter cloacae*, *S. aureus* и *Listeria monocytogenes* (Reis et al., 2014).

Mothana et al. (2000) доказали су да екстракти из врсте *Ganoderma pfeifferi* инхибирају раст микроорганизама одговорних за кожно болести (*Pityrosporum ovale*, *S. epidermidis*, *Propionibacterium acnes*).

Гљиве рода *Pleurotus*, тј. њихови екстракти и биоактивна једињења такође имају изузетно антимикуробно дејство. Нека нестабилна једињења екстрахована из плодноносних тела *P. ostreatus* имала су јака антибактеријска дејства према бактеријама *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*, *E. coli* и *S. Typhimurium* (Beltran-Garcia et al., 1997). Поред тога, Chu et al. (2005) су открили да се из ове гљиве може екстраховати антимикутични пептид назван плеурострин, који инхибира раст мицелијума *Fusarium oxysporum*, *Mucosphaerella arachidicola* и *Phycalospora piricola*. Још један антимикутични пептид, еригин, изолован је из гљиве *P. eryngii*, који инхибира раст *F. oxysporum* и *M. arachidicola* (Wang and Ng, 2004).

Да би се антимикуробне компоненте гљива правилно користиле, потребна је њихова правилна екстракција, односно одабир одговарајућег екстрагена. Тако су вода и етанол (или метанол) најчешће коришћени растварачи у екстракцији антимикуробних компонента гљиве. Вода је уобичајени медијум за биохемијске реакције и има снажан поларитет, олакшавајући екстракцију активних састојака из биолошких материјала. Вода се може користити за екстракцију хидросолубилних фенолних једињења ниске молекулске масе и неких других поларних једињења, као што су протеини или полисахариди (Kumakura et al., 2019).

Santoyo et al. (2009) открили су да водени екстракти гљива *L. edodes*, *Boletus edulis* и *P. ostreatus* имају јачу антибактеријску активност у поређењу са њиховим метанолним екстрактима. Било је утврђено да један од најважнијих фактора, који утиче на активност компоненти изолованих помоћу водене екстракције, је температура. Иако више температуре могу повећати ефикасност екстракције, понекад могу довести до деградације термолабилних компоненти гљива. Као пример, водени екстракт из *Russula vesca* и *Pleurotus squarrosulus* (добијен кључањем током 4 сата) показао је већу антибактеријску активност од екстраката добијених из топле воде на температури од 28 ± 2 °C, током 36 h. Супротно томе, антибактеријска активност екстраката из *Volvariella vulvae* и *A. auricula-judae* добијених у врућој води била је слабија од активности екстраката добијених у кључалој води (Santoyo et al. 2009; Nwachukwu and Uzoeto, 2010). Поред тога, Suortti (1986) су открили да водени екстракт гљиве *Lactarius necator* поседује антибактеријску активност као резултат присуства фенолних једињења.

Етанол и метанол су уобичајени растварачи који се користе за екстракцију фенолних једињења из гљива. У истраживању аутора Barros et al. (2007c), истиче се да су нивои антимикуробне активности позитивно повезани са уделом фенолних и/или флавоноидних једињења у метанолним екстрактима из *Lactarius deliciosus*, *Sarcodon imbricatus* и *Tricholoma portentosum*. Ramesh и Pattar (2010), појашњавају да антимикуробна својства метанолних екстраката гљива *Lycoperdon perlatum*, *Clavaria vermicularis*, *Marasmius oreades* и *Pleurotus pulmonarius* у корелацији су са садржајем

фенола. Температура такође може утицати на ефикасност екстракције метанолом (или етанолом) и на принос укупних фенолних једињења. Loganathan et al. (2009) указују да је екстракција узорака из *A. bisporus* етанолом на собној температури резултирала већим укупним садржајем фенола и флавоноида, а самим тим и јачом антибактеријском активношћу у поређењу са екстракцијом истих узорака кипућим етанолом.

Антибактеријски производи гљива могу бити њихови међућелијски и/или ванћелијски метаболити. Различити екстракти (добијени употребом различитог реагенса) исте врсте гљива могу резултирати различитим антибактеријским својствима. Gerasimenya et al. (2002) су открили да екстракт мицелијума *P. ostreatus*, гљиве показује бољу антимикуробну активност према тестираним бактеријама у поређењу са екстрактом плодносног тела исте гљиве.

Антибактеријска својства гљиве такође могу да варирају у зависности од сазревања њихових плодносних тела. Barros et al. (2007b) су упоређивали антибактеријску активност и садржај фенола, флавоноида, аскорбинске киселине, β -каротена и ликопена *L. deliciosus* у различитим фазама зрелости и утврдили да су незрела плодносна тела *L. deliciosus* била активнија према *B. cereus*, *S. aureus* и *P. aeruginosa* у поређењу са зрелим плодиштима. Овај закључак аутори су повезали са смањењем садржаја фенола, флавоноида и аскорбинске киселине до чега долази природним путем старењем гљива. С друге стране, Mwita et al. (2010) су открили да је екстракција *Coprinus cinereus* етил ацетатом показала боља антимикуробна својства код старијих него код млађих гљива.

Lindequist et al. (2005) су показали да водорастворљиви лигнини ћелијског зида гљиве *L. edodes* имају антивирусно дејство и могу инхибирати развој вируса HIV-а.

2.2.2.2. Антиоксидативна активност

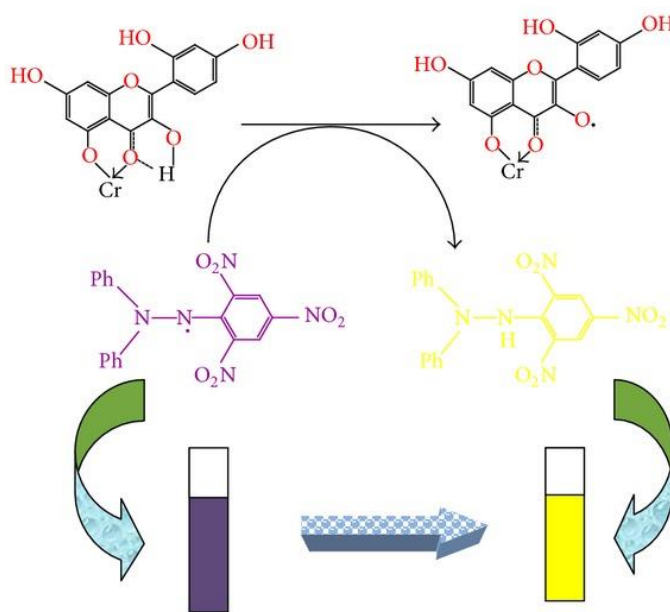
Антиоксидативни капацитет хране постаје све важнији као средство за борбу против оксидативног стреса. Нормалан ћелијски метаболизам природно производи молекуле реактивне на кисеоник познате као слободни радикали. У нормалним околностима, људско тело ствара одређену количину слободних радикала током биохемијских реакција, углавном у облику реактивних једињења кисеоника (ROS). Када људски антиоксидативни механизам није у стању да уклопи вишак ових молекула, резултат је оксидативни стрес (Singla et al., 2010; Muthangya et al., 2014; Hung et al., 2015). Због тога су антиоксиданси од великог значаја у људској исхрани. Природни антиоксиданси се стварају у биљкама, гљивама, животињским ткивима и микроорганизмима, а њихов примарни циљ је заштита самих организама од оксидативног стреса. Таква једињења могу се лако изоловати и користити у прехранбеној индустрији као промотери здравља потрошача (Wang et al., 2013).

Антиоксиданси су хемијска једињења која штите ћелије од оштећења насталих због нестабилних молекула. Слободни радикали су снажни оксиданти и хемијски ентитети који садрже неспарене електроне. Они су у стању да оштете многе компоненте ћелије, тј. липиде, протеине, ДНК и узрокују мутације (Ohtsuka et al., 1997; Przybytniak and Ambroz, 1999). Примарна одбрана од слободних радикала су ензими попут супероксид дисмутазе, каталазе и глутатион пероксидазе. Антиоксиданси су важна одбрана човековог организма против слободних радикала,

а гљиве су богати извори ових компоненти (May et al., 2004; Puttaraju et al., 2006; Ferreira et al., 2007; Oyetao, 2007).

Антиоксиданси могу бити ендогени, створени у самом људском телу, или егзогени, који потичу из хране. Повећавање уноса антиоксиданаса помаже у заштити организма од слободних радикала и успорава напредовање хроничних болести (Liu et al., 2013). Постоје различите врсте антиоксиданса у зависности од њиховог механизма деловања: превентивни, који инхибирају стварање слободних радикала и „repair enzymes“ који су одговорни за поправљање штете узроковане повећаном количином слободних радикала и др. (слика 7).

Данас је на тржишту доступан широк спектар хране богате антиоксидативним једињењима, а међу свим производима гљиве заузимају важно место. Антиоксидативна вредност гљиве може се упоредити са антиоксидативном вредношћу биљне хране. Постоји неколико врста једињења која су одговорна за антиоксидативну моћ гљива, као што су: фенолна једињења, ерготионеин, токофероли, каротеноиди и др. Код животиња, екстракт гљиве утиче на смањење оксидативног стреса код пацова (Jayakumar et al., 2006; Jayakumar et al., 2007). Jayakumar et al. (2010) су установили да се код пацова у старијем узрасту показало да екстракт из *P. ostreatus* гљиве повећава генски потенцијал антиоксидативног ензима каталазе, што смањује учесталост оксидације протеина изазване слободним радикалима. Аутори закључују да овај екстракт може спречити поремећаје изазване слободним радикалима.



Слика 7: Механизам редукције слободних DPPH радикала (Panhwar and Memon, 2014)

Dubost (2007) истиче да су у саставу гљива детектовани следећи феноли: тирозин, катехол, фенолне киселине, р-хидроксибензоева киселина, три-цинамична

киселина, *p*-кумарна киселина и ванилинска киселина. Наиме, аутор у својој публикацији истиче да је у погледу полифенола *A. bisporus* гљива која има веома висок садржај ових антиоксиданаса. Утврђена је позитивна корелација између високог садржаја фенола и способности хватања слободних радикала, јер су управо феноли једињења која највише доприносе антиоксидативном капацитету.

Поред тога, полисахариди из гљива могу ојачати одбрамбени систем против оксидативног оштећења. Плодоносна тела *Pleurotus abalonus* производе полисахаридо-пептидни комплекс (F22) способан да повећа активност и експресију гена антиоксидативних ензима, као и да смањи липидну пероксидацију код мишева (Li et al., 2007). Vobek и Galbavy (2001) сматрају да је плеуран још један β -1,3-D-гlukan који се екстрахује из *P. ostreatus* и побољшава антиоксидативни статус пацова, повећава активност ензима супероксид дисмутазе (SOD), глутатион пероксидазе (GSHP) и (GSHPX) и глутатион редуктазе (GRD).

Russell и Paterson (2006) указују да су тритерпеноиди главне хемијске компоненте гљиве *G. lucidum* и један су од главних носиоца антиоксидативних својстава. С друге стране, Zhou et al. (2007) додају да у овој гљиви главно место у антиоксидативном дејству има компонента кампотецин.

Dubost et al. (2007) су утврдили да је ерготион једињење пронађено у гљивама одличан антиоксиданс *in vivo* и да штити ћелије од оксидативног оштећења.

Eu et al. (2007) сматрају да је *B. edulis* гљива са највећом концентрацијом нутритивних састојака у поређењу са другом храном (528,1 mg/kg ерготионеин/свеже масе). Остале гљиве попут *A. bisporus* показују концентрације у распону од 0,21 до 0,47 mg/g суве материје (Dubost et al., 2006; Dubost et al., 2007), док *P. ostreatus* (2,00–2,59 mg/g ерготионеин суве материје) и *L. edodes* (1,98–2,09 mg/g ерготионеин суве материје) показују већи садржај. Тако, јестиве гљиве садрже количину ерготионеина која је довољна за побољшање антиоксидативног капацитета obroка.

Селен игра веома важну улогу у антиоксидативним системима људског тела, делујући као кофактор у глутатион пероксидази, појачава активност α -токоферола и помаже у механизмима за обнављање ДНК. У овом правцу, Kalács (2009) истиче да гљиве из рода *Boletus* имају високе концентрације овог елемента (од 1 до 5 mg/kg суве материје). Узгајање гљиве на подлогама које садрже ниже концентрације овог минерала, као на пример *A. bisporus*, може се допунити додатком натријум селенита у циљу повећања његове концентрације (Spolar et al., 1999).

Grifoll et al. (2014) истраживали су антиоксидативну активност десет врста гљива гајених на супстрату La Rioja's. Према њиховим резултатима, гљиве *A. bisporus*, *Hypsizyguis ulmarius*, *Agrocybe aegerita* и *P. ostreatus* имају висок антиоксидативни потенцијал и висок садржај фенола.

С друге стране, резултати студије Karaman et al. (2009) указују да различите врсте гљива могу имати значајну антиоксидативну моћ ако садржај микроелемената у њиховим плодноносним телима није висок.

Генерално, сматра се да многе врсте гљива показују значајну антиоксидативну активност, као што су *A. bisporus*, *L. deliciosus*, *Lactarius sanguifluus*, *Lactarius semisanguifluus*, *Russula delica*, *S. granulatus*, *Suillus bellini*, *P. squamosus*, *Lepista nuda*, *P. ostreatus*, *Boletus badius*, *Verpa conica*, *Laetiporus sulphureus*, *P. torulosus* (*F. torulosa*), *G. lucidum*, *Ganoderma tsugae* и *C. versicolor* (Kalogeropoulos et al., 2013).

2.2.2.3. Имуномодулаторна активност

Имуномодулатор је супстанца која мења (може повећати или смањити) способност имунолошког система да извршава једну или више његових функција, као што су производња антитела и препознавање антигена. Модулација имунолошког система стимулацијом или сузбијањем може допринети одржавању доброг здравља. Средства која активирају одбрамбене механизме домаћина (имуностимулатори или имуно-потенцијатори) додатно се користе за конвенционалну терапију код имунокомпромитованих особа. С друге стране, једињења за која се сматра да су способна да интерагују са имунолошким системом и регулишу или минимизирају специфичне аспекте одговора домаћина могу се класификовати као имуномодулатори (Tzianabos, 2000).

Јестиве гљиве садрже извор једињења која „ојачавају одбрану домаћина“ својом стимулативном активношћу на имуни систем. Разне супстанце имуностимулационог дејства углавном полисахарида типа лектина и терпена изоловане су из мицелијума и плодоносних тела различитих гљива (Lu et al., 2016; Tang et al., 2016). Chen и Seviour (2007) указују да ова једињења стимулишу различите ћелијске популације као што су макрофаги, NK (Natural Killer Cells) ћелије (тип лимфоцита), неутрофили или лимфоцити и покрећу синтезу цитокина. Тако неки полисахариди или полисахаридно-протеински комплекси гљива могу стимулисати неспецифични имунолошки систем и вршити антитуморну активност стимулацијом одбрамбених механизма домаћина (Rathee et al., 2012).

Данас је потврђено да постоји неколико група једињења која показују значајну имуномодулаторну активност, као што су протеини, пептиди, липополисахариди, гликопротеини или деривати липида (Tzianabos, 2000). С обзиром на то да се генерално сматра да су полисахариди карактеристични антигени зависни од Т лимфоцита који не изазивају имуни одговор (одбрана посредована домаћиновим антиген-специфичним Т лимфоцитима и разним другим неспецифичним ћелијама) неки полимери су недавно наведени као одлични имуномодулаторни агенси (Tzianabos, 2000).

Механизам имуномодулаторног деловања је различит у зависности од молекулске масе полисахарида екстрахованих из различитих врста гљива (слика 8). Полисахариди мале молекулске масе могу да уђу у ћелије и тако испољавају појачан ефекат на имуни систем. Када они са већом молекулском масом не могу да уђу у ћелију, вежу се за одређене рецепторе на ћелијској мембрани и тако манифестују одговор (Ren et al., 2012; El Enshasy and Hatti-Kaul, 2013).

Kozarski et al. (2014) указују да полисахариди свој антиканцерогени ефекат постижу индиректно активирањем различитих одбрамбених имунолошких реакција, који код виших гљива обухвата митогену активност, стимулацију плурипотентних матичних ћелија у процесу хематопоезе, активацију алтернативног комплементарног пута и ћелија имуног система као што су макрофаги, Т помоћне ћелије (Th ћелије) и цитотоксичне Т ћелије (Tc ћелије), природне одбрамбене ћелије (NK ћелије) и B ћелије.

Постоје многе врсте гљива које имају имуномодулаторно дејство, али једна од најрепрезентативнијих врста је *G. ludicum*. Студија Zhu et al. (2007) спроведена на

полисахаридима из *G. ludicum* показује да су ова једињења у стању да стимулишу имунолошки систем имуносупресивних мишева.



Слика 8: Имуномодулаторна активност β -гљукана из гљива (Ramos, 2015)

Показало се да протеогљукан крестин, који је први пут изолован из лековите гљиве *T. versicolor* (*C. versicolor*), има снажан имуномодулаторни ефекат (Wasser, 2002). Гљива *Glifora frondosa* такође се одликује добром имуномодулаторном активношћу, а студије Ishibashi et al. (2001) сугеришу да је механизам антитуморске активности полисахарида грифолана снажно повезан са имуномодулацијом. Овај полисахарид *in vitro* активира макрофаге да би створио фактор некрозе тумора (TNF- α).

Биоактивна једињења других гљива као што су *Agaricus blazei*, *L. edodes*, *H. erinaceus* и *P. ostreatus* могу индуковати производњу TNF- α и повећати експресију цитокина и интерлеукина (IL-1 β , IL-4, IL-8, IL-12), који делују као имуномодулатори (Lee et al., 2009; El Enshasy and Hatti-Kaul, 2013).

Данас је познато више од 650 врста лековитих гљива. Поред имуностимулационих и антиканцерогених ефеката, њихови полисахариди имају и додатне благотворне ефекте као што су сузбијање последица изазваних цитостатикима и зрачењем ћелија имуног система (Enshasy and Hatti-Kaul, 2013; Kozarski et al., 2014).

Исто тако, изоловане су компоненте из *Pleurotus* sp. које показују имуномодулаторни ефекат на хуморални и ћелијски имунитет. Наиме, закључено је да хидросолубилни полисахариди из екстраката *Pleurotus* sp. у *in vivo* условима утичу на повећање броја макрофага, Т, CD4⁺ и CD8⁺ ћелија код мишева. Осим тога, гљукани изоловани из *Pleurotus florida* значајно повећавају имуномодулаторни одговор мишева у *in vitro* условима (Gregori et al., 2007).

У неколико студија извршено је упоредно истраживање између воденог екстракта из *Phellinus* sp. и других врста лековитих гљива у погледу антиканцерогеног деловања. Поред тога, водени екстракт из *Phellinus* sp. показао је најјачу активност у сузбијању канцерогене ћелије (Mizuno, 2000). Ова гљива такође показује значајне ефекте у постканцерогеним третманима (Aziawa, 1998; Mizuno, 2000).

2.3. Одабране врсте гљива

Медицинске гљиве спадају међу најкорисније и најлековитије гљиве на планети. Иако не садрже много витамина и минералних материја, богате су разним другим јединственим компонентама које имају доказана лековита својства (Mau et al., 2002) и од великог су значаја за човека и његово здравље. Традиционална медицина из Кине, Јапана и Кореје користи гљиве више од 5000 година за одржавање и побољшање виталности и здравља, као и за лечење многих обољења. Искуства и сазнања традиционалне медицине о лековитим својствима гљива потврђена су у бројним научним радовима и клиничким студијама. Њихова примена све је распрострањенија у западној медицини (Barros et al., 2007b).

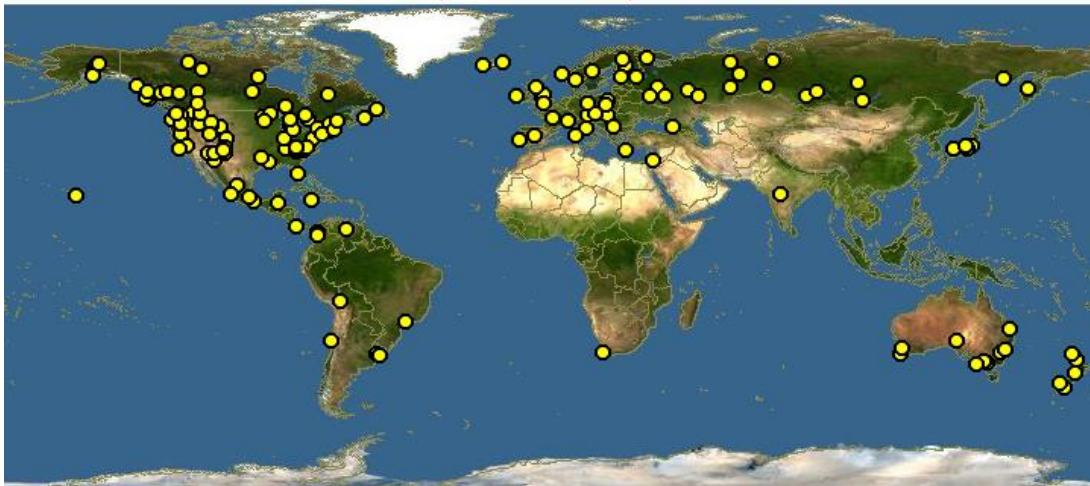
Гљиве нису „месо из шуме“, као што се често спомиње, јер су по нутритивној вредности много ближе квалитетном зеленом поврћу него месу. Узорци млађих плодоносних тела гљива су хранљивији од старијих, јер су њихове ћелијске мембране још танке и лако се варе (Singh et al., 2017).

Медицинске гљиве су оне гљиве које производе медицински значајне метаболите или се могу стимулисати да производе такве метаболите који се користе у биотехнологији за припрему лекова и дијететских суплемената ради заштите и побољшања људског здравља. Распон до сада идентификованих медицинско-биоактивних састојака укључује антибиотике, антиканцерогена средства, инхибиторе холестерола, психотропне састојке, имуносупресиве, па чак и фунгициде (Lin et al., 2009).

2.3.1. *Suillus granulatus*

Suillus granulatus (L.) Roussel (1796) је самоникла јестива гљива из рода *Suillus*, фамилија Suillaceae. Обично расте у симбиози (микориза) са бором од почетка лета до краја јесењих месеци и зато је најраспрострањенија у боровим шумама (Breitenbach and Kranzlin, 1991).

Врсту *Suillus granulatus* је први пут описао Карл Лине 1753. године као врсту *Boletus*. Садашње име гљива добила је од француског природњака Henri François Anne de Roussel 1796 године. *Suillus* је заправо древни термин за гљиве, док *granulatus* означава зрнасту структуру, која карактерише доњи део плодоносног тела ове гљиве (слика 9).



Слика 9: Мапа распрострањености гљиве *Suillus granulatus*
(извор: <https://www.discoverlife.org/mp/20m?kind=Suillus>)

Према таксономској класификацији гљива *S. granulatus* спада у следеће категорије:

Краљевство: Fungi

Раздео: Basidiomycota

Класа: Agaricomycetes

Ред: Boletales

Фамилија: Suillaceae

Род: *Suillus*

Врста: *Suillus granulatus*

Народни назив: волчјо лепче (мк.); боровњача/вучји хлеб (срп.)

Макроскопске карактеристике: Плодно тело састоји се од шешира и дршке. Хименофор је цевасте структуре и налази се на доњој страни шешира. Ширина шешира је од 3 до 10 cm. Код младих примерака је полулоптаст, а касније раван, жут до црвенкасто-смећ. Његова површина је глатка, сјајна, са кожицом која се врло лако одваја. Ивице су савијене према унутра, а касније су усправне и равне. Има наранџасто-смећу до смећкасто-жуту боју која је вискозна (лепљива) када је мокра, а сјајна када се осуши.

Дршка је једнолике дебљине, са малим смећим гранулама на врху. Без прстена је, а димензије су 40–100 x 8–20 mm. Цилиндрична је, испод шешира је беличасте до жуте боје, а према основи жуто-смеће, са жутиим до смећим брадавицама на површини. Хименијум је срасао са дршком, беличасте до жуте боје, са округлим или угаоним порамма, које када су младе луче капи белог млечног сока. Цевчице и поре су мале, бледо жуте до кремaste док су мале, а касније прелазе у тамно жуту/зеленкасто жуту нијансу. Имају дужину од 5 до 10 mm. Месо је бело до бледо жуто. Не мења боју при сечењу. Има пријатан мирис, благ укус и малу количину киселина (Breitenbach and Kranzlin, 1991).

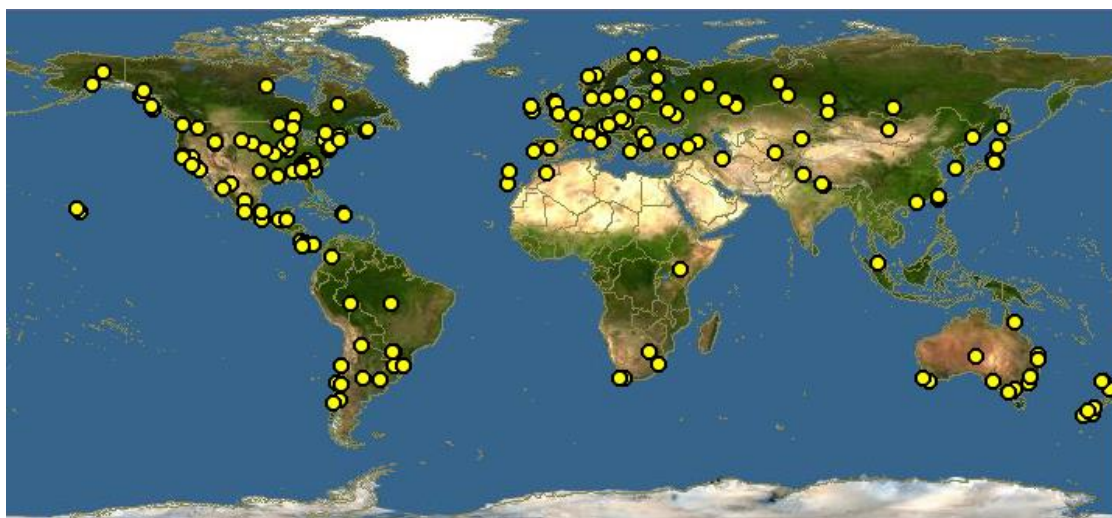
Микроскопске карактеристике: Споре су елиптичне, глатке, жућкасто-смеђе, величине 7 до 10 μm . Карактерише их танка базидија димензије 20 x 6,5 μm , са 4 стеригме, са базалном стезаљком. На грануларним тачкама имају груписане цистоидне елементе са смеђим пигментима.

S. granulatus често се поистовећује са *Suillus luteus*, која је још једна честа и раширена врста која се јавља на истом станишту. *S. luteus* има видљиви делимични вео и прстен на дршци, а такође не лучи млечне капи у порама. С друге стране, слична врста је и *Suillus brevipes*, која има кратку дршку у односу на шешир и не лучи капљице са површине пора.

Плодоносно тело ове врсте има низак садржај масти, богато је дијетним влакнима, угљеним хидратима и другим једињењима и зато је укључено у категорију функционалне хране. Сматра се да берба понекад изазива контактни дерматитис, али нису примећени озбиљнији нежељени ефекти. Једе се свеже или прерађено, одвајањем петелјке и кожице шешира (Breitenbach and Kranzlin, 1991).

2.3.2. *Coriolus versicolor*

Coriolus versicolor (*Trametes versicolor* (L.: Fr) Lloyd, 1920), позната и као *Trametes versicolor* или *Polyporus versicolor*, је уобичајена гљива полипора која је раширена по целом свету (слика 10). Име значи „од неколико боја“, што заправо описује изглед ове гљиве. Будући да облик и већина присутних боја подсећају на дивљи реп ђурана, *C. versicolor* се назива и ђуранов реп. Расте на дрвету четинара и лишћара лети и у јесен. Сматра се изузетно лековитом гљивом (Breitenbach and Kranzlin, 1986).



Слика 10: Мапа распрострањености гљиве *Coriolus versicolor* (извор: <https://www.discoverlife.org/mp/20m?kind=Trametes+versicolor>)

Према таксономској класификацији гљива *C. versicolor* спада у следеће категорије:

Краљевство: Fungi

Раздео: Basidiomycota

Класа: Agaricomycetes

Ред: Polyporales

Фамилија: Polyporaceae

Род: *Trametes*

Врста: *Trametes versicolor*

Народни назив: мисиркина опашка (мк.); ћуранов реп (срп.); turkey tail (енг.)

Макроскопске карактеристике: Горња површина има концентричне области различитих боја. Месо је дебело 1–5 mm, кожасте површине. Боја је рђава или тамнобраон, некад се јавља и црна. Обично расте у наслагама. Шешир је раван са величином од 8 x 5 x 0,5–1 cm (иако и ту постоји варијација, те се може рећи да је ширина шешира од 2 до 10 cm), обично троугласт или кружан, са деловима обраслим нежним длачицама (налик сомоту). Доња површина је порозна, беличаста до светлобраон, поре су округле до издужене закривљене и са старошћу постају увијене. Има 2 до 5 пора по милиметру, а дужина цеви је 0,5–4 mm (Breitenbach and Kranzlin, 1986).

Микроскопске карактеристике: Споре су цилиндричног облика, глатке, са димензијом 6 x 2 μm . Карактеристике их танка базидија 15 x 6 μm , са 2 до 4 стеригме. Цистидија није видљива. Има систем развијених хифа, генеративних са димензијом 1,5–3,5 μm које су септиране, скелетних хифа са димензијом 2,5–5 μm и повезаних хифа са димензијом 2–5 μm које су јако разгранате и увијене.

Ћуранов реп расте обично на мртвом дрвету, мада може да се појави и на оштећеном или болесном стаблу. У унутрашњости дебла изазива појаву познату као бело труљење. Мицелијум гљиве расте кроз дрво лучећи лаказе, ензиме који деполимеризују састојке дрвета као што су феноли и лигнин, којима се гљива храни. Када мицелијум извуче те састојке из дрвета, остаје само целулоза, која је беле боје, па отуда назив „бело труљење“.

Разградња лигноцелулозних материјала (попут дрвета), карактеристичних за гљиве беле трулежи, омогућена је дејством ензима који учествују у разградњи целулозе, хемицелулозе и лигнина, које ове гљиве производе ванћелијски. Способност разградње лигнина има врло мало микроорганизама, што ове гљиве чини посебним и оне се често користе у биоремедијацији (за разградњу различитих ксенобиотика). Наиме, лигнолитички ензими због сличности хемијске структуре лигнина и различитих ксенобиотика, каталишу разградњу ових једињења, која се због њихове споре биоразградивости накупљају у животној средини (Breitenbach and Kranzlin, 1986).

Ћуранов реп се лако може помешати са другим врстама гљива, као што су *Trametes multicolor* (која има дебљину од 5 до 10 mm), *Trametes pubescens* (која није обојена већ бела), *Trametes hirsute* (мање обојена по површини) и *Lenzites betulina* (са ламелираним хименофорама). Ћуранов реп припада групи дрвенастих гљива.

C. versicolor спада међу 25 најлековитијих врста гљива на свету (Hobbs, 2004). Садржи полисахариде који су физиолошки активни (биолошки активна једињења), а полисахаридни пептид (ПСП) и полисахарид-крестин (ПСК) су од посебног значаја. Оба полисахарида (ПСП и ПСК) састоје се од β -глюкана, полимера D-глукозе са β -1,3 и α -1,4 гликозидним везама, при чему неки од њих могу да садрже арабинозу, манозу, фукозу, галактозу, ксилозу и глукуронску киселину. ПСП и ПСК екстраховани из *C. versicolor* обично садрже 34-35% растворљивих угљених хидрата, 28-35% протеина, око 7% влаге, 6-7% пепела, а остатак чине слободни шећери и аминокиселине. Међу 18 присутних аминокиселина, 70% су киселе и неутралне аминокиселине као што су аспарагинска киселина, треонин, аланин, серин, валин, глутаминска киселина, глицин и леуцин (Cruz et al., 2016.).

Биолошки активна једињења ове гљиве показују антитуморско, пробиотичко, антиоксидативно, антивирусно, антидијабетичко и имуномодулаторно дејство (Cruz et al., 2016). Лековита својства гљиве *C. versicolor* која су потврђена током година истраживања кинеских и јапанских истраживача, разлог су што су у новије време изведена бројна клиничка испитивања како би се проценила и идентификовала главна биолошки активна једињења екстрахована из ове гљиве (Cruz et al., 2016).

Антибактеријска својства гљиве *C. versicolor* веома су значајна јер неке бактерије временом постају резистентне на антибиотике. Лек добијен из ове гљиве зауставља HIV инфекцију. β -глюканопротеини присутни у плодном телу имају антитуморска, антивирусна, антибактеријска, антиоксидативна и имуномодулаторна својства, док ергостерол или провитамин D делује антиинфламаторно на горње дисајне путеве, уринарни и дигестивни тракт. Бројне друге активне супстанце које се налазе у плодноном телу и мицелијуму ове гљиве такође имају благотворно дејство против многих других тегоба и болести као што су, између осталог, дијабетес, реуматизам, повишене масноће у крви.

Кинези га зову јин ћи (облак од гљива) и традиционално се користи у облику супа и чајева који јачају организам и враћају снагу и виталност.

2.3.3. *Fuscoporia torulosa*

Fuscoporia torulosa (Bourdot and Galzin, 1925) је врста гљиве из рода *Fuscoporia*, фамилија Нуменочаецеае. Ова гљива расте на дрвету и изазива бело труљење у њиховој унутрашњост. Раније је ова врста била позната под називом *P. torulosus*, али према филогенетској студији немачких миколога Wagner T. и Fischer M. 2001. године, род *Phellinus* подељен је на пет нових родова, а *P. torulosus* је преименован у *F. torulosa* (слика 11).

Према таксономској класификацији гљива *F. torulosa* спада у следећој категорији:

Краљевство: Fungi

Раздео: Basidiomycota

Класа: Basidiomycetes

Ред: Нуменочаецеае

Фамилија: Нуменочаецеае

Род: *Fuscoporia*

Врста: *Fuscoporia torulosa*

Народни назив: приморски плутњак (хрв.); tufted bracket (енг.)



Слика 11: Мапа распрострањености гљиве *Fuscoporia torulosa*
(извор: <https://www.discoverlife.org/mp/20m?kind=Phellinus+torulosus>)

Макроскопске карактеристике: Плодоносна тела ове врсте гљиве су полукружна или у облику омотача, ширине 12 до 30 cm и дужине 4 до 10 cm. Дршке су обично дебљине 1,3 cm, иако могу бити знатно дебље на месту где се спајају са дрветом. Неки аутори дају максималне димензије плодишта до 46 cm ширине, 28 cm дужине и 11 cm дебљине (Breitenbach and Kranzlin, 1986). Руб плодносног тела је заобљен, а понекад валовит, осетљив, са карактеристичном наранџастом-браон бојом. Доња порозна површина је боје цимета, рђе или оловно-браон боје и има 5 до 6 пора по милиметру.

Микроскопске карактеристике: Базидиоспоре су јајасте или елипсоидне, хијалинске, глатке, са димензијом 4-6 x 3-4 μm . Базидије су округлог облика, имају 4 споре, са димензијом 14-16 x 5-6 μm .

Ова гљива углавном расте и налази се на багремовим, храстовим и врбовим стаблима, али се може видети и на многим другим биљним врстама, као што су: *Acer*, *Arbutus*, *Calluna*, *Castanea*, *Celtis*, *Ceratonia*, *Cercis*, *Cistus*, *Citrus*, *Cornus*, *Crataegus*, *Cydonia*, *Erica*, *Eucalyptus*, *Euonymus*, *Fagus*, *Fraxinus*, *Grevillea*, *Helianthemum*, *Juglans*, *Laurus*, *Malus*, *Melaleuca*, *Morus*, *Myrtus*, *Olea*, *Ostrya*, *Parrotia*, *Phillyrea*, *Pistacia*, *Pittosporum*, *Populus*, *Prunus*, *Punica*, *Pryus*, *Robinia*, *Rosa*, *Salix*, *Spartium*, *Ulex*, *Ulmus*, *Viburnum*, *Vitis*, *Cedrus*, *Cupressus*, *Larix*, *Picea* и *Pinus*. Сматра се да ова гљива може успешно да расте на више од 160 различитих биљних врста (Breitenbach and Kranzlin, 1986).

До раста плодних тела ове гљиве, не долази док се дрво примарно не инфицира, јер треба да прође одређено време да би мицелијум гљиве колонизовао домаћина. Будући да *F. torulosa* дуго живи на дрвећу без стварања плодноних тела,

остаје скривена и може се идентификовати визуелним прегледом биљака само у касним фазама инфекције.

2.4. Производња супа

Начин живота хуманог становништва драстично се мења, посебно у урбаним срединама, што значи повећање потребе за брзим и практичним извршавањем свакодневних активности, укључујући и припрему оброка. Ово намеће потребу за индустријском производњом хране која ће задовољити такве захтеве потрошача, а један од најтраженијих производа ове врсте су инстант супе (Prameela and Prameela, 2020). Историјски гледано, производња супа у свету се стално повећава, тако да данас на тржишту постоји широк спектар различитих врста индустријски произведених супа (Gugušević-Đaković, 1989).

Постоји неколико подела супа, у зависности од критеријума за поделу. Тако, према предлогу заједничких комисија FAO/WHO, постоје три основне категорије супа (Gugušević-Đaković, 1989):

- дехидриране супе (супе у праху);
- кондензоване супе термички стерилизоване;
- супе конзервисане смрзавањем.

Према сировини која се користи за њихову производњу, постоје супе од:

- меса (говеђег, живинског, итд.) или супе на бази месних екстраката;
- супе од мешавине поврћа или њихових екстраката;
- бистре супе са тестенинама;
- крем супе итд.

Према конзистенцији, супе могу да буду:

- разблажене (одмах се користе за употребу);
- кондензоване (неопходно је разблажење пре употребе).

Према начину употребе, супе могу бити:

- инстант производи (могу се конзумирати након додавања топле воде);
- производи који захтевају додатно време за кување у врелој води.

У већини случајева, супа се служи на почетку оброка и представља увод или припрему организма за други оброк. С обзиром да предјело не мора имати високу калоријску вредност, у овом случају се најчешће користе бистре супе, јер их карактерише ниска калорична вредност, што је резултат ниског садржаја суве материје. Међутим, када производ треба да задовољи нутритивне потребе људског организма, у том случају се користе крем супе које могу садржати месо или друге

хранљиве материје. На овај начин се могу задовољити потребе obroka одређене категорије консумената (Gugušević-Đaković, 1989).

2.4.1. Дехидриране супе

Дехидриране супе су производи који имају по неколико основних састојака (месо, поврће, масти) и помоћних материјала (со, зачини, моносодијум глутаминат, протеински хидролизати итд.) као коректора укуса. Карактерише их висок садржај суве материје (92 до 95%). Веома брзо се растварају у топлој или кључалој води у току пет до десет минута (Gugušević-Đaković, 1989).

Због смањене могућности оксидативних процеса, ове супе имају значајну предност у односу на остале производе. Такође, дехидриране супе показују значајну стабилност укуса и осталих својстава током периода складиштења, које може да траје и до годину дана. С друге стране, нису потребни посебни услови за њихово складиштење, тј. могу се чувати на собној температури (Prameela and Prameela, 2020).

Основна подела дехидрираних супа је на бистре, кашасте супе (крем супе или потажи) и чорбе (Gugušević-Đaković, 1989; Службени лист РМ, 95/2012).

Бистре супе

У саставу бистрих супа улазе следеће компоненте:

- екстракти меса;
- сушено поврће;
- масти;
- со, зачини, биљни протеински хидролизати, МНГ;
- бојене материје (шафран, карамел);
- тестенине (факултативно).

Технолошки поступак производње бистрих производа обухвата следеће фазе:

- припрему месног екстракта;
- припрему сувог поврћа;
- припрему масти и
- линију финализације припремљених компоненти.

Кашасте (крем) супе

Кашасте супе се састоје од следећих компоненти:

- сушено кувано месо;
- сушено поврће и гљиве;
- масти;
- со, зачини, биљни протеински хидролизати, хидролизат квасца, МНГ;
- брашно или скрбови;
- млечни производи (обрано млеко у праху и др.);
- тестенине (факултативно).

Технолошки поступак производње кашастих супа обухвата следеће фазе:

- припрему сушеног куваног меса;
- припрему сушеног поврћа и зачина;
- припрему масти и
- линију финализације припремљених компоненти.

2.4.2. Кондензоване супе конзервисане термичком стерилизацијом

Супе конзервисане термичком стерилизацијом у паковањима која обезбеђују херметичност се веома много производе у свету. У већини случајева су у кондензованом облику јер имају повећану концентрацију суве материје и колоидне суспензије, тако да се у пракси обично разблажују са једнаким уделом воде при конзумацији. Ове супе су на европском тржишту у великој мери потиснуле дехидриране супе у кесама. Цена ових супа конзервисаних стерилизацијом је већа, али имају значајне предности у квалитету (Gugušević-Đaković, 1989).

Технолошки поступак производње кашастих супа конзервисаних стерилизацијом обухвата припрему сировина (месо, поврће), термичку обраду, дозирање, мешање, хомогенизацију, деаерацију и стерилизацију. Ако се супе производе са комадима меса, тада се месо припрема на уобичајени начин (Gugušević-Đaković, 1989).

Линије припреме кртоластог и коренастог поврћа садрже уређаје за класирање, грубо прање, љуштење, фино прање и сечење. Линија за припрему лука садржи уређаје за љуштење (Gugušević-Đaković, 1989).

Припремљена сировина се пребацује у систем за кување. То може бити систем затворених дупликатора са мешалицом или систем аутоклава, уколико се кување врши под притиском. Однос сировине и воде је приближно једнак, тако да се добијају релативно концентроване супе. Кувано месо се може користити за производњу другог јела или се у облику мањих комада може додати и у саму супу, у зависности од врсте супе која се производи. У овом случају се може додати приликом дозирања у саму амбалажу. Добијени бујон подлеже филтрацији, а у зависности од врсте супе, и кувано поврће се може пасирати или ситнити (мрква, кромпир) и додати након филтрације бујона (Gugušević-Đaković, 1989).

У следећој фази обавља се дозирање компонената. Брашно или скроб се могу додати у облику водене суспензије или се претходно термички третирају са масноћом (маргарин, путер) и мешају са топлим бујоном у одређеном односу према рецепту. У смешу се може додати обрано млеко у праху. На крају фазе, обично се додају смеше зачина у строго дефинисаним односима. Композиција зачина и коректора укуса (биљни протеински хидролизати, хидролизати квасца, моносодијум глутаминат) сматра се једним од најважнијих параметара квалитета који произвођачу даје ознаку оригиналности. На крају, додају се зачини како не би дошло до њихове декомпозиције приликом термичког третирања (Gugušević-Đaković, 1989).

Једна од веома важних операција у технологији производње кашастих супа која омогућава добијање стабилних дисперзних система је хомогенизација која се

може извршити помоћу хомогенизатора млека, који раде на принципу пропуштања масе која се хомогенизује под високим притиском кроз отворе малог пречника. За исту сврху се врло успешно могу користити и хомогенизатори типа колоидних млинова. Хомогенизована маса даље подлеже деаерацији ради уклањања присутног ваздуха, што може бити узрок оксидативних процеса приликом складиштења производа (Gugušević-Đaković, 1989).

2.4.3. Супе конзервисане смрзавањем

Одређене супе, које мењају своје карактеристике при конзервисању на повишеним температурама, задржавају непромењену арому када се конзервишу смрзавањем. За производњу смрзнутих супа користе се исти уређаји и линије за припрему и термичку обраду као и при производњи термички стерилизованих, а технолошки поступци производње су скоро идентични (Gugušević-Đaković, 1989).

Кашасте супе представљају комплексне системе где се минералне соли и остале растворљиве материје налазе у облику правих раствора, скробастих материја и протеина у облику колоидних дисперзија и суспензија, а масне честице су емулговане. Овако комплексни системи имају тенденцију дестабилизације различитим факторима, укључујући и температуру (Gugušević-Đaković, 1989).

Једна од мера стабилизације ових производа је поступак хомогенизације. Приликом хомогенизације, смањује се пречник честица и долази до финог мешања. Међутим, и поред тога, под утицајем ниских температура долази до интензивније појаве ретроградације скроба, што утиче на одвајање фаза током одмрзавања (дефрострација). Амилопектински скробови, за разлику од скрובה који углавном садрже амилозу, су значајно стабилнији дисперзни системи. Разграната структура амилопектинских група спречава асоцијацију преко водоничних веза и ретроградацију молекула скроба, што је специфична карактеристика ланца амилозе (Gugušević-Đaković, 1989).

У том погледу, примена пиринчаног брашна показала је боље резултате у односу на пшеницу. Употребом модификованих скрובה као што су фосфатилрани и ацетилрани скробови може се спречити ова појава. Наведене мере предострожности се често користе и у производњи кашастих супа, али проблем је много израженији када се супе смрзавају, а посебно када се складиште на ниским температурама. Да би емулзија била стабилнија, препоручује се додавање мањих количина масти, као и евентуално додавање одређене количине емулгатора, глицерин моностеарата и стабилизатора, као што су биљне гуме, алгинати и други. Састав ових производа је исти као и код супа конзервираних термичком стерилизацијом. У погледу режима топлотне обраде, значајно је да све компоненте морају бити до краја термички обрађене, јер се додатни ефекат повишене температуре не може узети у обзир, што је случај са термичком стерилизацијом (Gugušević-Đaković, 1989).

За уклањање ваздуха који може негативно утицати на особине производа током складиштења, као и код термички стерилизованих супа, препоручује се операција деаерације. У случају недостатка ових уређаја, препоручује се пуњење производа у амбалажу на минималној температури од 80 °С. Међутим, ова операција

је праћена избором најприкладније амбалаже. Ако се пуњење обавља док је производ топао, мора се користити метална амбалажа. На овај начин елиминише се кисеоник и спречавају оксидативне промене, што је велика предност топлог пуњења; самим тим, промене укуса и боје производа су слабије изражене, а број микроорганизама је много мањи него што је случај код пуњења хладнијег производа. Са друге стране, треба имати у виду неекономичност металне амбалаже, посебно оне од белог лима. Решење би било коришћење кеса од алуминијумске фолије обложених полимерним материјалом у пределу затварања како би се амбалажа термички заварила. Најекономичнија је картонска амбалажа, која је изнутра пластифицирана и споља парафинирана; тиме се обезбеђује херметичка непропустљивост за паре и гасове. Међутим, ова амбалажа се може користити само при хладном пуњењу. Ради одржавања стабилног дисперзног система кашастих супа, обавља се брзо смрзавање, а производ се складишти на температурама од $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Gugušević-Đaković, 1989).

2.5. Хемијски и нутритивни састав супа

У савременом друштву инстант храна је веома популарна. Супе су један од најбољих инстант производа који потрошачи добро прихватају. С друге стране, дехидриране супе су врло погодна храна која задовољава захтеве потрошача за брзом припремом (Sarker, 2016a).

Унос поврћа у свакодневной исхрани одржава нормалан ниво дијетних влакана и минералних материја. Светска здравствена организација препоручује конзумацију од 3 до 4 порције поврћа дневно. Оброк који укључује супу доприноси остваривању ових препорука. У супи се може користити било које поврће, од парадајза до мешавине мркве, кромпира и першуна. Комбинацијом више врста поврћа уз додатак гљиве, добија се оброк високе хранљиве вредности и бољег укуса (Amal et al., 2014; Naghedi-Baghdar et al., 2018).

Постоје различите врсте супа које су доступне на тржишту. Неке супе се праве од делова поврћа и гљиве, а неке од животињских и рибљих делова. Инстант супа, осим што не захтева много времена за припрему, задовољава потребе потрошача за хранљивим састојцима (Prodhan et al., 2017).

Sudarsan et al. (2017) истичу да је инстант супа микробиолошки безбедна и може да задржи свој квалитет до месец дана након припреме у течном облику. Аутори су за своје истраживање користили раставић (*Equisetum arvense*), црни лук и бели лук, листове роткве, бибер и со и открили су да су сви састојци добри за припрему инстант супе која може да обезбеди већу залиху хранљивих састојака у поређењу са осталим супама (Sarker et al., 2015).

Satusar et al. (2014) додају да је инстант супа, направљена од сушеног поврћа, дала добре резултате у потрошњи код старије популације. Са друге стране, овај прехранбени производ који је доступан на тржишту вероватно није погодан за ову групу потрошача са економског становишта (Sarker, 2016b).

Данас се производи све више различитих врста дехидрираних прехранбених производа како би се удовољило захтевима потрошача (Prodhan et al., 2017).

Формулација производа са обогаћеном нутритивном вредношћу постаје све важнија карика и за индустрију и за потрошаче.

Може се рећи да дехидриране и инстант супе спадају у групу брзе хране, али за разлику од стандардне брзе хране, такве супе карактеришу добар нутритивни састав и корисне су за здравље потрошача.

Chandramouli et al. (2012) спровели су студију о припреми дехидриране супе и анализу њеног нутритивног састава. За ову студију коришћени су различити састојци као што су: *Moringa oleifera*, *Centella asiatica* и *Solanum trilobatum*. Користили су сушено лишће ових биљних врста и открили су да је кукурузно брашно добро средство за згушњавање супе и побољшање њених сензорних својстава кроз постизање тзв. „пуног укуса“ (Sarker, 2016b).

С друге стране, Udari et al. (2015) спровели су истраживање супа у праху које садрже омега-3 масне киселине и истакли да таква инстант супа садржи више омега-3 (9,31%) од пржене рибе. За своја истраживања користили су неке састојке попут рибљег праха, рибљег уља, парадајза, млека у праху, соли, поврћа и зачина.

Dhiman et al. (2001) истичу да се инстант супе могу чувати око шест месеци. За своје истраживање, поред основних, користили су и неке друге састојке попут парадајза, зачина и путера у праху, грашка, спанаћа и мркве. На овај начин, супа може бити потенцијални извор разноликих хранљивих састојака којим се задовољавају потребе потрошача.

Monteiro et al. (2014) спровели су истраживање на инстант супи направљеној од *Tilapia (Oreochromis niloticus)* и закључили да се може користити у прехранбеној индустрији на основу начина припреме нове врсте хране са повећаном хранљивом вредношћу.

Rahman et al. (2012) је спровео студију о инстант рибљим супама и закључио да проценат додане рибе у праху показује одличне резултате по здравље потрошача. За своја истраживања аутори су користили састојке попут парадајза, шећера, зачина, карфиола и соли.

Махунарке су добар извор витамина, минералних материја и протеина у исхрани. Upadhyay et al. (2017) спровели су истраживање о супама добијеним из смеша различитих биљних производа и открили су да махунарке значајно повећавају сензорни и хранљиви квалитет супа. Rokshana et al. (2008) истраживали су квалитет дехидриране супе (направљене од махунарки и другог поврћа) и открили да се жељени квалитет може одржавати до шест месеци.

Singh et al. (2015) радили су на развоју технологије за производњу инстант супе са додатком гљиве *L. edodes*. У овој студији аутори су закључили да је овај производ сензорно прихватљив за потрошаче, да има бољи нутритивни састав, а време складиштења је 30 дана, што указује на то да гљива шиитаке показује добар потенцијал за употребу у индустријској производњи.

Srivastava et al. (2019) истраживао је утицај гљиве *P. ostreatus* на квалитетна својства инстант супе. Аутори су установили да се инстант супа у коју је додана ова гљива одликује бољим сензорним својствима (просечна оцена 7,69).

Kumar (2015) је спровела истраживање рока трајања као и неких нутритивних параметара дехидрираних супа са додатком гљиве *A. bisporus*. Аутор је закључио да се ова врста дехидриране супе припрема кувањем 10 до 15 минута, има уравнотежену количину протеина, минералне материје, масти, угљених хидрата и

дијетних влакана и може се чувати до 12 месеци без промене квалитета и сензорних својстава.

Sun et al. (2018) развили су четири врсте метода за припрему супе од свежих гљива, *Hypsizyguis marmoreus*, које су утицале на побољшање хранљиве вредности, фитохемијски састав и укус супе. Из овог истраживања аутори закључују да начин кувања може утицати на повећање садржаја полисахарида, полифенола и аминокиселина у супи и те вредности могу бити много веће у поређењу са вредностима у свежим гљивама. Према ауторима, кување у аутоклаву је најбољи метод за повећање садржаја полисахарида, док се преклапањем посуда приликом кувања и задржавањем паре значајно повећава садржај протеина.

Farzana et al. (2017) проучавали су хранљиву вредност дехидрираних биљних супа са додатком сојиног брашна, гљива (*P. ostreatus*) и листа моринге. Закључили су да се ова формулација показала бољом од осталих локалних комерцијалних супа, са роком трајања до 6 месеци и високим, уравнотеженим садржајем протеина, минералних материја, угљених хидрата, витамина D, витамина C, ниским садржајем масти и задовољавајућом енергетском вредношћу.

Супе су богате поврћем и разним додацима, као што су гљиве, па су тако познате као производи који не садрже засићене и транс масти, а истовремено су одличан извор дијетних влакана. Састав поврћа чини овај оброк одличним избором за све људе који су из своје исхране искључили транс масти (Chandramouli et al., 2012).

Међутим, поред позитивних карактеристика, индустријски произведене супе обично садрже адитиве за побољшање боје, појачавање ароме, а међу њима је најчешће коришћени адитив мононатријум глутаминат (E621). Мононатријум глутаминат је један од најчешће коришћених адитива за храну - појачивач ароме познат и као МНГ. Овај адитив у праху откривен је још 1908. године у Јапану. У погледу хемијског састава, садржи 78% глутаминске киселине, 21% натријума и око 1% заузимају носачи. Иако је врло ефикасан као појачивач ароме, прилично је неукусан сам по себи, а изазива чувени *умами* укус.

Студије су показале да људски организам користи аминокиселину глутаминат, као неуротрансмитер, јер у мозгу постоје подручја која реагују на њихов импулс. Све ово може довести до неуролошких болести које су доказане на лабораторијским животињама. Иако америчка Управа за храну и пиће и даље тврди да је мононатријум глутаминат безбедан за употребу у исхрани, многи светски познати стручњаци се не слажу са тим (Ulusoy et al., 2017; Wang et al., 2019).

Према Vlaylock (1998), мононатријум глутаминат повезан је са низом нежељених ефеката, укључујући гојазност, оштећење вида, главобољу, мучнину и депресију. Остали симптоми предозирања МНГ-ом укључују: глувоћу, пецкање, притисак у пределу главе, отежано дисање и бол у грудима, главобољу, мучнину, убрзан рад срца, слабост. Аутор наглашава ефекат који мононатријум глутаминат има на ћелије - озбиљна оштећења или потенцијалне болести као што су Алцхајмер-ова болест, Паркинсон-ова болест или Лу Гериг-ова болест.

Стога су данас бројне студије све више усмерене на проналажење различитих врста суплемената који би могли да замене мононатријум глутаминат, у индустријским производима, као што су дехидриране или инстант супе, без

узроковања негативних, нежељених ефеката на здравље потрошача (Farzana et al., 2017).

Према Светској здравственој организацији, 80% људске популације има тенденцију да користи природне (биљни препарати или екстракти гљива) додатке храни који такође имају позитивне здравствене ефекте (Cragg and Newman, 2001), док фармацеутски и индустријски производи проналазе примену код око 20% становништва, посебно у развијеним земљама (Farnsworth, 1988).

Потрошаче све више занимају биоактивни састојци хране који имају позитивне ефекте на здравље људи и који смањују ризик од настанка разних болести. Један од таквих додатака храни су гљиве (Kumar, 2005b).

Стога је употреба гљива у добијању комерцијалних производа сложен поступак који захтева примену и прилагођавање бројних индустријских поступака и стандарда (Reshetnikov et al., 2001).

2.6. Здравствене користи од конзумирања супа

Дехидриране супе су хетерогена храна припремљена од различитих сировина као што су поврће, риба, месо, жита, вода и неке стабилизујуће супстанце (Chellaram et al., 2014; Ulusoy et al., 2017). Широко се користе у савременом друштву због једноставних начина припреме као и лаке сварљивости у организму (Kaur and Das, 2015; Radha et al., 2015). Супе у праху са додатком рибе, шампа и острига и формулисане по стандардним рецептима постају све прихваћенија храна и постижу велики комерцијални успех (Chellaram et al., 2014).

Супе нуде мешавину неколико врста хранљивих састојака комбинованих у здрав оброк са дијетном разноврсношћу. Дијетна потрошња супа богатих хранљивим састојцима повезана је са смањеним ризиком од гојазности. Традиционално лиснато поврће, попут кинеског купуса или лишћа тикве, примери су доброг избора хранљивих састојака и имају антидијабетичка, антифунгална, антиинфламаторна и антиоксидативна својства. Ово поврће се може комбиновати са брашном од слатког кромпира и тиквом како би се направила супа без глутена, укусна, хранљива и погодна за све старосне групе (Vimbainashe et al., 2020).

Сматра се да је начин мешања састојака приликом припрема супа (Laboure et al., 2002), важан параметар који утиче на садржај масти и енергетског вредност производа, а самим тим доприноси повећаној ситости код потрошача (Flood and Rolls, 2007).

Балансирана исхрана је она која обезбеђује све хранљиве састојке у потребним количинама и одговарајућим пропорцијама. Супе садрже бројне састојке (обично у облику праха) који обезбеђују биљне протеине, угљене хидрате, влакна и минералне материје. Балансирана исхрана треба да обезбеди око 10 – 35% укупних калорија из протеина, 20 – 35% из масти и 45 – 65% из угљених хидрата, по могућности из сложених угљених хидрата (Thuy et al., 2020). Поред тога, балансирана исхрана треба да обезбеди и друге хранљиве састојке као што су дијетна влакна, антиоксиданси и фитохемикалије са којима се постижу позитивни здравствени бенефити. Антиоксиданси као што су витамини С и Е, β -каротен, рибофлавин и селен штите људско тело од оштећења изазваних слободним радикалима. И друге

фитохемикалије, попут полифенола, флавоноида итд., такође пружају заштиту од оштећења оксидантима.

Кромпир, тиква, парадајз, мрква могу се користити као додатни састојци у свакодневној исхрани због свог повољног нутритивног састава. Ово поврће је такође важан извор фитохемикалија, за које се сматра да имају благотворно дејство на људско здравље, углавном због високе антиоксидативне активности. Дакле, сви ови извори се међусобно допуњују и могу од супе створити идеалну здраву храну за све категорије људи (Thuy et al., 2020).

Предности дехидриране хране, посебно дехидриране супе су у томе што су заштићене од ензимског и оксидативног кварења и имају стабилан укус на собној температури током дужег временског периода (6 – 12 месеци). Такође није им потребан фрижидер и имају прилично високу хранљиву вредност, посебно као извор протеина. Поред тога, намењени су лакој рехидрацији, тј. припремају се у врло кратком времену што их чини погодним за употребу у различитим приликама (Rekha et al., 2010). Познато је да квалитетан и уравнотежен однос састојака дехидриране супе зависи од разноликости и функционалних својстава додатних компоненти. Баланс хранљивих састојака може се постићи укључивањем интегралних жита, поврћа, млечних производа итд. Такви оброци обезбеђују већи део потребне енергије, угљене хидрате, протеине, дијетна влакна, аминокиселине и минералне материје (Pandey et al., 2006). Такође, функционални састојци се лако могу додати у супе у праху ради пружања здравствених користи. На пример, протеинима жита обично недостају неке есенцијалне аминокиселине. Да би се повећао квалитет протеина у храни на бази жита, може се применити концепт допуњавања мешањем жита и махунарки (Abdel-Haleem and Omran, 2014).

Супе се обично конзумирају због здравствених и нутритивних бенефита, посебно код људи код којих је унос чврсте хране низак из опструктивних или патолошких разлога. У овим околностима супе су најбољи избор за превазилажење недостатка хранљивих састојака. Укључивање састојака богатих антиоксидансима у супу, додатно јача тржиште производа јер је тренутни тренд усмерен на пласман прерађених прехранбених производа са повећаним функционалним својствима (El-Hadidie, 2019).

Током кувања долази до процеса дифузије различитих једињења из чврстих састојака додатих у воду, што доприноси карактеристикама супа. Протеини, углавном колаген, липиди и угљени хидрати одговорни су за текстуру супа. Постоје и испарљива и у води растворљива једињења, углавном слободне аминокиселине, нуклеотиди и неке органске киселине и шећери, која утичу на укус и боју супа. Током припреме супе јављају се и друге хемијске реакције, попут оксидације липида, желатинизације скроба или разградње витамина (Pérez-Palacios et al., 2017).

Лабораторијске студије указују на то да супа која се служи у различитим облицима (као што су супа или чорба) може смањити прекомерни унос хране, вероватно због одлагања пражњења желуца и повећања гликемијског одговора. Поред тога, дугорочне студије су утврдиле благотворно дејство редовне конзумације супе на телесну масу или метаболизам. Међутим, нису спроведене епидемиолошке студије које би истражиле повезаност између конзумације супе и здравственог стања становништва (Zhu and Hollis, 2013).

Пилећа супа може имати много благотворних ефеката на здравље потрошача, чак и када је у питању прехлада. Наиме, супе могу имати различита дејства, попут побољшања хидратације или нутритивног статуса (Rennard et al., 2000). С друге стране, постоје различита мишљења о њиховом антимикуробном дејству. Још један потенцијални механизам у опсегу корисних ефеката може бити слабљење инфламаторног одговора. Да би се проценила ова могућност, процењена је и доказана способност пилеће супе да инхибира неутрофилну хемотаксу као одговор на стандардне хемотаксичке стимулусе. Ови резултати пружају основу за поткрепљивање традиционалних тврдњи да се пилећа супа такође може користити у алтернативној медицини. Сматра се да се овај ефекат јавља као резултат ублажавања симптома инфекције респираторног тракта (Rennard et al., 2000).

Епидемиолошке студије показују да исхрана која укључује компоненте попут каротеноида утиче на смањење ризика од хроничних болести (Van Poppel and Goldbohm, 1995). Дакле, развој нове биљне хране са повећаном биолошком вредношћу и повећаним присуством каротеноида има значајне здравствене ефекте. Међутим, одговор серума као резултат уношења каротеноида са производима од воћа и поврћа зависи од неколико фактора, попут врсте хране, количине каротеноида и трајања конзумације (Martinez-Tomas et al., 2012). Свакодневна конзумација супа од поврћа или воћа обогаћених каротеноидима може допринети повећању нивоа биорасположивих β -каротена и ликопена близу нивоа постигнутог при конзумирању свежег воћа или поврћа у количини од 600 g дневно. Конзумација супе код младих људи до 24 године у периоду од 3 и 4 недеље резултирала је повећањем серумских нивоа каротеноида за више од 100%, а максималан пораст је примећен након четврте недеље конзумирања. С друге стране, код испитаника који су претходно имали снижени садржај серумског β -каротена, након редовне конзумације супа од поврћа током 4 недеље, примећен је пораст серумског β -каротена до нормалног нивоа (Martinez-Tomas et al., 2011).

3. ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА

С обзиром на значај функционалне хране и њен позитиван утицај на здравље потрошача, а имајући у виду све чешћи штетни утицај који се јавља код потрошача као последица примене различитих врста адитива у производима, циљ овог истраживања био је да се утврди утицај неколико екстраката гљива на квалитет и биолошку активност дехидрираних супа.

Ова истраживања дала су допринос у производњи дехидрираних супа у индустријским условима без додавања мононатријум глутамината. Супе су обогачене лиофилизованим воденим и етанолним екстракима јестиве гљиве *S. granulatus* и медицинских гљива *C. versicolor* и *F. torulosa*. Такође, у циљу побољшања сензорних својстава, три најбоље супе су произведене додавањем 50% мање мононатријум глутамината.

Стога главна идеја ове докторске дисертације била је добијање воденог и етанолног екстракта гљива *S. granulatus*, *C. versicolor* и *F. torulosa* у лабораторијским условима, као и утврђивање:

- хемијског састава свежих, сувих гљива и њихових водених и етанолних екстраката;
- антимикуробних, антиоксидативних и антитуморних својства обе врсте екстраката гљива;
- могућности лиофилизације обе врсте екстраката и утврђивање антиоксидативне и антимикуробне активности лиофилизованих екстраката;
- могућности примене обе врсте екстраката у дехидрираним супама и добијање производа са повећаном биолошком вредношћу.

Исто тако, циљ овог истраживања био је испитивање утицаја добијених лиофилизованих екстраката из три врсте гљива на квалитет и биолошку активност индустријски произведене дехидриране супе кроз:

- хемијске, микробиолошке и антиоксидативне анализе;
- сензорно оцењивање производа;
- следивост квалитета производа током складиштења.

4. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДЕ

4.1. Материјал

Као материјал за рад у овом истраживању коришћене су три врсте гљива из природних станишта, и то:

- *Suillus granulatus* (L.) Roussel, јестива гљива (слика 12), сакупљена на локалитету планине Бистра код села Сретково на надморској висини од 1100 m, у боровој шуми (*Pinus*), са земљишног супстрата. Берба је обављена током месеца октобра 2019. године (координате локалитета: 41.706178066218236, 20.841480866074566). Детерминација ове врсте извршена је према кључу Нораки (2005) и Karadelev и Murati (2008) у лабораторији за микологију Природно-математичког Факултета Универзитета „Св. Кирила и Методија“ – Скопље.



Слика 12: Гљива *Suillus granulatus* (фото: М. Стојанова)

- *Coriolus versicolor* (L.) Lloyd, медицинска гљива (слика 13), сакупљена на локалитету Малешевске планине – Клепало, на надморској висини од 1340 m, у буковој шуми (*Fagetum*), са дебла *Fagus sylvestris*. Берба је обављена током месеца јула 2019. године (координате локалитета су: 41,6648759,22,9863181). Детерминација ове врсте извршена је према кључу Ryvardeen и Gilbertson (1993, 1994) и Karadelev et al. (2008a) у лабораторији за микологију Природно-математичког Факултета Универзитета „Св. Кирила и Методија“ – Скопље.



Слика 13: Гљива *Coriolus versicolor* (фото: М. Стојанова)

- *Fuscororia torulosa* (Pers.) T. Wagner & M. Fisch, медицинска гљива (слика 14), сакупљена на локалитету Ганустијан, рипарски појас, река Брегалница, на надморској висини од 182 m, са пања багрема (*Robinia pseudoacacia*) током месеца октобра 2019. године (координате налазишта су: 41.711459804500585, 21.986008621752262). Детерминација ове врсте извршена је према кључу Ryvarden и Gilbertson (1993, 1994) и Karadelev et al. (2008b) у лабораторији за микологију Природно-математичког Факултета Универзитета „Св. Кирила и Методија“ – Скопље.



Слика 14: Гљива *Fuscororia torulosa* (фото: М. Стојанова)

Такође, као радни материјал коришћена је индустријски произведена дехидрирана супа обогаћена лиофилизованим воденим и етанолним екстрактима добијеним из гљива *S. granulatus*, *C. versicolor* и *F. torulosa*.

4.2. Методе

Након сакушљања, у лабораторијским условима извршена је детерминација гљива које су затим пажљиво очишћене од остатака тла, маховине, гранчица и другог биљног материјала. Један део гљива анализиран је у свежем стању, а други део је пажљиво исецкан на танке кришке. Комадићи гљиве сушени су у коморној сушари са врућим ваздухом на температури од 40 °C током 6 до 7 сати. Даље, један део сушених гљива анализиран је у погледу хемијских параметара, а преостале суве гљиве су млене у млину (Bosch, Germany) до финог праха. Затим је у лабораторијским условима извршена водена и етанолна екстракција млевених гљива. Добијени екстракти су анализирани у погледу различитих хемијских параметара и биолошке активности. Будући да су сви екстракти добијени у полутечној лепљивој конзистенцији, било је потребно да се доведу у облик праха да би се примењивали у дехидрираним супама. У ову сврху изабран је поступак лиофилизације, због ниског температурног опсега који се користи у овом поступку, како не би дошло до губитка биолошке активности екстраката. Након лиофилизације утврђена је антиоксидативна и антимикуробна активност добијених лиофилизата. Леофилизати су затим додавани у дехидриране индустријски произведене супе.

Реализација планираних истраживања извршена је кроз десет варијанти дехидриране супе и то:

- варијанта 1 – контролна варијанта, конвенционално произведена дехидрирана супа од поврћа;
- варијанта 2 – дехидрирана супа од поврћа без мононатријум глутамината, а обогаћена лиофилизованим воденим екстрактом јестиве гљиве *Suillus granulatus*;
- варијанта 3 – дехидрирана супа од поврћа без мононатријум глутамината, а обогаћена лиофилизованим воденим екстрактом медицинске гљиве *Coriolus versicolor*;
- варијанта 4 – дехидрирана супа од поврћа без мононатријум глутамината, а обогаћена лиофилизованим воденим екстрактом медицинске гљиве *Fuscoporia torulosa*;
- варијанта 5 – дехидрирана супа од поврћа без мононатријум глутамината, а обогаћена лиофилизованим етанолним екстрактом јестиве гљиве *Suillus granulatus*;
- варијанта 6 – дехидрирана супа од поврћа без мононатријум глутамината, а обогаћена лиофилизованим етанолним екстрактом медицинске гљиве *Coriolus versicolor*;

- *варијанта 7* – дехидрирана супа од поврћа без мононатријум глутамината, а обogaћена лиофилизованим етанолним екстрактом медицинске гљиве *Fuscoporia torulosa*;
- *варијанта 8* – дехидрирана супа од поврћа са 50% мање садржаја мононатријум глутамината, а обogaћена лиофилизованим воденим екстрактом јестиве гљиве *Suillus granulatus*;
- *варијанта 9* – дехидрирана супа од поврћа са 50% мање садржаја мононатријум глутамината, а обogaћена лиофилизованим воденим екстрактом медицинске гљиве *Coriolus versicolor*;
- *варијанта 10* – дехидрирана супа од поврћа са 50% мање садржаја мононатријум глутамината, а обogaћена лиофилизованим воденим екстрактом медицинске гљиве *Fuscoporia torulosa*.

Све анализе извршене су у три понављања. Добијени резултати су изражени кроз средње вредности и одговарајуће стандардне девијације.

4.2.1. Хемијска анализа свежих гљива

У свежим гљивама, непосредно након њиховог сакупљања, извршене су следеће анализе:

- садржај укупне влаге – одређивањем садржаја слободне воде (сушењем материјала на собној температури) и хигроскопне влаге сушењем материјала на температури од 105 °C до константне масе (Sarić et al., 1989; Стојанова, 2017);
- укупна сува материја – одређена израчунавањем када се проценат укупне влаге одузме од 100 (Sarić et al., 1989; Стојанова, 2017);
- садржај минералних материја (пепела) – одређен сагоревањем материјала у муфелној пећи на температури од 500 °C (Стојанова, 2017);
- садржај органске материје – одређена израчунавањем када се проценат пепела одузме од 100 (Стојанова, 2017);
- садржај витамина С – одређен Muri методом (Стојанова, 2017).

4.2.2. Хемијска анализа сувих гљива

У сушеним гљивама извршене су следеће анализе:

- садржај хигроскопне влаге – одређен сушењем материјала на температури од 105 °C (Sarić et al., 1989; Стојанова, 2017);
- укупна сува материја – одређена израчунавањем када се проценат укупне влаге одузме од 100 (Sarić et al., 1989; Стојанова, 2017);
- садржај минералних материја (пепела) – одређен сагоревањем материјала у муфелној пећи на температури од 500 °C (Стојанова, 2017);
- садржај органске материје – одређена израчунавањем када се проценат пепела одузме од 100 (Стојанова, 2017);
- укупан садржај угљених хидрата – одређен HPLC методом;
- садржај витамина С – одређен Muri методом (Стојанова, 2017);

- садржај азота (N) – одређен Kjeldahl методом (Sarić et al., 1989; Стојанова, 2017);
- садржај фосфора (P_2O_5) – одређен мокрим сагоревањем материјала и читавањем на UV-VIS спектрофотометру на таласној дужини од 725 nm (Sarić et al., 1989; Стојанова, 2017);
- садржај калијума (K_2O) – одређен мокрим сагоревањем материјала и читавањем на UV-VIS спектрофотометру на таласној дужини од 766,5 nm (Sarić et al., 1989; Стојанова, 2017);
- садржај калцијума (Ca) – одређен мокрим сагоревањем материјала и читавањем на AAC (Sarić et al., 1989);
- садржај магнезијума (Mg) – одређен мокрим сагоревањем материјала и читавањем на AAC (Sarić et al., 1989);
- садржај протеина – добијени израчунавањем (% N x коефицијент 6,25);
- садржај масти – одређен Soxhlet методом (Sarić et al., 1989; Стојанова, 2017).

4.2.3. Припрема екстраката

Сушене и млевене гљиве екстраховане су на два начина: воденом и етанолном екстракцијом.

4.2.3.1. Припрема воденог екстракта

Водени екстракт је припремљен према модификованој методи Sławińska et al. (2013) и Ribeiro et al. (2015). Одмерена маса осушеног и фино спрашеног узорка гљиве (10 g) преливена је са око 200 mL дестиловане воде, а потом је извршена екстракција у кључалом воденом купатилу (BIOBASE, TB-1, Shandong, China) током 1 h. Екстракт је процеђен кроз филтер папир (Whatman No. 1, Merck, Germany), а затим је добијена погача још једном испрана кључалом водом уз поновљено филтрирање узорка. Добијени супернатант је спојен и упарен на вакуум упаривачу (Resona Technics Labo Rota 300 type B, The Netherlands) на температури од 60 °C до константне масе. Узорци су потом додатно сушени у струји топлог ваздуха (40 °C) до константне масе. За одређивање приноса екстракта, одмерена је маса балона за упаравање док је празан, а затим и са упареним узорком. Из разлике ове две вредности добијен је принос екстракта. Добијени екстракти су до анализа чувани на 4 °C у адекватним бочицама.

4.2.3.2. Припрема етанолног екстракта

Етанолни екстракт припремљен је по методи Vidović et al. (2011). Одмерена маса осушеног и фино спрашеног узорка гљиве (10 g) преливена је са 100 mL 50% етанола, прекривена и екстрахова у току 40 минута на ултразвучном купатилу (VEVOR, 10L 490W Ultrasonic Cleaner JPS-40A) на температури од 45 °C. Узорак је затим филтриран кроз филтер папир (Whatman No. 1, Merck, Germany). Добијени екстракти у виду супернатанта упарени су вакуум упаривачу (Resona Technics Labo Rota 300 type B, The Netherlands) на температури од 60 °C до константне масе. За сваки узорак поступак екстракције понављен је три пута. За одређивање приноса екстракта, одмерена је маса балона за упаравање док је празан, а затим и са осушеним узорком. Из разлике ове две вредности добијен је принос екстракта.

Добијени екстракти су до анализе чувани на температури од 4 °C у адекватним бочицама.

4.2.4. Анализа водених и етанолних екстраката гљива

Добијени екстракти (водени и етанолни) три врсте гљива анализирани су у неколико параметара како би се утврдио њихов хемијски састав као и биолошка активност.

4.2.4.1. Хемијска карактеризација екстраката

Хемијска карактеризација водених и етанолних екстраката извршена је кроз неколико врста инструменталних метода, као и коришћењем ензимских китова.

4.2.4.1.1. Анализа полисахарида

Присуство полисахарида утврђено је одређивањем садржаја укупних угљених хидрата, укупног глукана, као и α и β -глукана.

4.2.4.1.1.1. Одређивање садржаја укупних угљених хидрата

С обзиром да не постоји метода за директно мерење полисахаридног састава, мерења се изводе помоћу различитих модификованих метода. У овом истраживању садржај укупних угљених хидрата у екстрактима утврђен је према модификованој методи Monsigny et al. (1988) у микротитарским плочама (Masuko et al., 2005). Циљ теста је одређивање садржаја угљених хидрата у екстрактима гљива помоћу фенол-сумпорне киселине. У овом тесту угљени хидрати прелазе у фурфуралне деривате под дејством сумпорне киселине, а затим под дејством фенола дају обојена једињења (Рашета, 2016).

Припремљена је серија различитих концентрација екстраката (1 до 4 mg/mL), а стандард D-глюкоза, је припремљен у концентрацији од 15 до 1500 μ g/mL.

Узето је 50 μ L екстракта (за креирање стандардне криве узето је 50 μ L D-глюкозе) и додато је 15 μ L концентроване H₂SO₄ и 30 μ L 5% фенола (5 mL 100% фенола у 100 mL дестиловане воде). Све пробе рађене су у три понављања. Апсорбанца је затим очитана на UV-VIS читачу микротитарских плоча (JENWAY 6305, United Kingdom) на таласној дужини од 490 nm.

Садржај укупних угљених хидрата је израчунат на основу калибрационе криве (апсорбанца у зависности од концентрације) стандардног раствора D-глюкозе.

Вредности ек. глюкоза/g суве материје код испитиваних екстраката гљива добијени су према следећој формули:

$$\text{mg екв. глюкоза/g с.м.} = \text{очитана конц. глюкозе } (\mu\text{g/mL}) / \text{радна конц.} \cdot 1000$$

За сваки испитивани екстракт гљива израчуната је средња вредност добијена за различите концентрације екстракта, а резултат је приказан у % суве масе екстракта.

4.2.4.1.1.2. Одређивање садржаја укупних, α и β -гљукана

Садржај укупног гљукана и α -гљукана у воденим и етанолним екстрактима одређен је уз помоћ специфичних китова Mushroom and Yeast Beta-glucan Assay Procedure, K-YBGL 11, 2019 (Megazyme Co. Wicklow, Ireland) према упутству произвођача.

Садржај β -гљукана израчунава се као разлика између укупног садржаја гљукана и садржаја α -гљукана.

4.2.4.1.1.3. HPLC анализа моносахаридног састава екстракта

Раствори стандарда шећера 0,1g/10mL за фруктозу, глукозу, рамнозу, рибозу, манозу, сахарозу, малтозу и 0,13g/10mL за галактозу припремљени су у води и складишени на -20 °C. HPLC опрема за анализу је садржала интегрисани систем са „Wellchrom HPLC pump“ K-10-01, детектор RI-71, Shodek-RI-детектор. Ефикасно хроматографско раздвајање постигнуто је уз изократско елуирање колоном Lichrospher (4,6 mm x 250 mm x 5 mm, MERCK) на 35 °C (Column thermostat 5–85 °C, injection valve A 1365 included). Мобилна фаза је садржала смешу ацетонитрила и дејонизоване воде у односу 75:25 (v/v), запремина убризганог узорка је износила 20 μ L, а проток 1 mL/min. Шећери су идентификовани поређењем ретенционих времена пикова (RT – retention time) узорака са стандардима, а добијене вредности су изражене у % суву масу екстракта.

Прорачун:

$$A_{\text{anal.}}/A_{\text{st}} \cdot g_{\text{st}}/V_{\text{st}} \cdot V_{\text{p}}/g_{\text{p}} \cdot 100\%, \text{ где је:}$$

$A_{\text{anal.}}$ - површина пика аналита

A_{st} – површина пика стандарда

g_{st} – маса стандарда

V_{st} – волумен стандарда

V_{p} – волумен узорка

g_{p} – маса узорка

4.2.4.1.2. Одређивање садржаја укупних протеина

Садржај укупних протеина одређен је по методи Bradforda (1976). Брадфордова метода је колориметријска метода за одређивање концентрације протеина и заснива се на промени црвене боје Commassie Brilliant Blue G, која је у двоструко протонованој форми, у стабилну плаву која се постиже везивањем за протеине. Боја формираног комплекса је стабилна до 30 min (Рашета, 2016).

Припремљена је серија различитих концентрација испитиваних екстракта (2–15 mg/mL), а стандардна концентрација раствора BSA (говећи серумски албумин) кретала се од 0 до 2 μ g/mL. Узето је 50 μ L екстракта (за креирање стандардне криве узето је 50 μ L стандарда BSA). Затим је додато 200 μ L брадфордовог реагенса (50 mg CBVG (Commassie Brilliant Blue G)), 25 mL 95% C₂H₅OH, 50 mL 85% H₃PO₄ у 500 mL дестиловане воде). Припремљен раствор (брадфордов реагенс) пребачен је у тамну боцу и чуван је у фрижидеру (+4 °C). Пре употребе реагенс је профильтриран кроз филтер папир (Whatman No. 1, Merck, Germany).

Све пробе рађене су у три понављања. Припремљени су одговарајући раствори, развијена је плава боја, и с обзиром да је боја формираног комплекса стабилна 2-30 min спектрофотометријско (JENWAY 6305, United Kingdom) читавање апсорбанце на 595 nm у читачу микротитарских плоча је извршено у том периоду.

Концентрација протеина је очитана са калибрационе криве. Вредности ек. протеина/mL узорка код испитиваних екстраката гљива добијене су према следећој формули:

$$\text{mg ек. протеина/mL узорка} = \text{очитана конц. протеина } (\mu\text{g/mL}) / 50\mu\text{l} \cdot 1000$$

За сваки испитивани екстракт гљива израчуната је средња вредност добијена за различите концентрације екстраката, а резултат је приказан у % суве масе екстракта.

4.2.4.1.3. Одређивање садржаја укупних фенолних једињења

Садржај укупних фенола одређен је методом по Singleton et al. (1999), прилагођеној за микротитар плоче (Greiner, Germany). Метода је заснована на реакцији фенола са Folin-Ciocalteu-овим реагенсом (смеша Na_2WO_4 , Na_2MoO_4 , HCl , H_3PO_4 и LiSO_4) где се формира обојени комплекс (Рашета, 2016).

Екстракти су разблажени до одговарајуће концентрације (0,5 до 1,5 mg/mL), а за припрему калибрационе криве коришћен је раствор галне киселине, у одговарајућим концентрацијама (од 0 до 800 $\mu\text{g/mL}$). У запремину од 25 μL екстракта (25 μL стандардног раствора галне киселине), додато је 125 μL Folin-Ciocalteu реагенса (FC, 0,1 mol/L) (2,5 mL 2M FC реагенса у 50 mL дестиловане воде) и 100 μL Na_2CO_3 (7,5%) (75 g Na_2CO_3 у 1 L дестиловане воде).

Све пробе су рађене у три понављања и након 2 h инкубације на собној температури мерена је апсорбанца спектрофотометријски на UV-VIS читачу микротитарских плоча (JENWAY 6305, United Kingdom) на 760 nm.

Садржај фенола израчунат је на основу калибрационе криве (функција апсорбанце у зависности од концентрације) стандардног раствора галне киселине.

Вредности ек. галне киселине (GAE)/g суве материје добијене су према следећој формули:

$$\text{mg ек. GAE/g с.м.} = \text{очитана конц. GAE } (\mu\text{g/mL}) / \text{радна конц.} \cdot 1000$$

Резултат је изражен као средња вредност три мерења, а резултат је приказан у % суве масе екстракта.

4.2.4.1.4. Одређивање садржаја укупних флавоноида

Садржај флавоноида одређен је по модификованој методи Chang et al. (2002), прилагођеној за микротитар плоче (Greiner, Germany). Принцип методе се заснива на особинама флавоноида и флавогликозида да са јонима метала граде одговарајуће комплексе, а нарочито је значајан Al-комплекс. То је једноставна метода заснована на изградњи обојеног комплекса, чији је максимум апсорпције на таласној дужини од 430 nm (Рашета, 2016).

Припремљена је серија разблажења екстраката у одговарајућим концентрацијама (0,25 до 1 mg/mL), а за креирање стандардне криве припремљена су одговарајућа разблажења кверцетина (10 до 100 µg/mL). Затим је у 30 µL екстракта додато 6 µL AlCl₃ (0,75 mol/L) (4,5266 g AlCl₃ · 6H₂O у 25 mL дестиловане воде), 6 µL CH₃COONa (1 mol/L) (3,4020 g CH₃COONa · 3H₂O у 25 mL дестиловане воде), 90 µL MeOH и 170 µL дестиловане воде.

Након 30 минута, спектрофотометријски (JENWAY 6305, United Kingdom) је измерена њихова апсорбанца на таласној дужини од 415 nm.

Садржај флавоноида израчунат је на основу калибрационе криве (функција апсорбанције у зависности од концентрације) стандардног раствора кверцетина.

Вредности ек. кверцетина (QE)/g суве материје добијене су према следећој формули:

$$\text{mg ек. QE/g с.м.} = \text{очитана конц. QE (µg/mL)/радна конц.} \cdot 1000$$

Резултат је изражен као средња вредност три мерења, а резултат је приказан у % суве масе екстракта.

4.2.4.1.5. FTIR анализа

Спектри узорака из екстраката гљива снимљени су на FTIR спектрометру (Perkin Elmer System 2000) применом Specac Golden Gate ATR додатка. У ту сврху коришћена је ATR техника где се дијамант користио као интерни рефлексивски елемент. Сочива за фокусирање ZnSe (део додатне опреме) ограничила су мерења на 520 cm⁻¹ на доњој страни таласа; страна вишег таласа била је 4000 cm⁻¹. Спектри су снимљени коришћењем резолуције 4 cm⁻¹ и 64 скенирања (N₂/ваздух, како за позадину тако и за узорке). Инструмент је пречишћен са 99,999% чистог гасовитог N₂ током процеса мерења како би се избегла контаминација спектра због H₂O и CO₂.

4.2.4.1.6. Скенирајућа електронска микроскопија (SEM)

Екстракти су снимљени скенирајућим електронским микроскопом OXFORD Instruments X-Act, 51-ADD0007. Узорци су постављени на носач узорка претходно пресвучен двослојним лепљивим карбонским тракама. Екстракти су затим прскани златним прахом брзином од 100 s/30mA. Узорци су снимљени под различитим увећањима.

4.2.4.2. Биолошка својства екстраката

Да би се утврдиле биолошке особине водених и етанолних екстраката, изведено је неколико тестова: антимицробни, антиоксидативни и антиканцерогени.

4.2.4.2.1. Антимикробна активност екстраката

Антимикробна својства екстраката гљива испитивана су помоћу две методе, које су примењене на 12 тест микроорганизама, од којих је 10 бактерија (5 Грам-

позитивних и 5 Грам–негативних бактеријских сојева) и 2 квасца. Тестирани сојеви микроорганизама чувани су на косом агару на +4 °С.

4.2.4.2.1.1. Диск дифузиони метод

Диск дифузиона анализа спроведена је методом Klaus et al. (2015). Водени и етанолни екстракти испитиваних гљива су припремљени у концентрација од 10 mg/mL (узорци су растворени у води).

Табела 4: Коришћени микроорганизми и подлоге за њихово гајење

Микроорганизам	Бујон	Агар
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923	Hranljivi bujon, Torlak	Mannitol salt agar, Liofilchem
<i>Bacillus cereus</i> ATCC 10876	Hranljivi bujon, Torlak	M 833 Bacillus cereus Agar Base + FD 003 + FD 045, Biolife
<i>Listeria monocytogenes</i> ATCC 19115	M 569 Listeria Enrichment Broth, HiMedia	Hi Crome Listeria Agar Base, modified + FD 181, HiCrome
<i>Listeria ivanovii</i> ATCC 19119	M 569 Listeria Enrichment Broth, HiMedia	Hi Crome Listeria Agar Base, modified + FD 182, HiCrome
<i>Enterococcus faecalis</i> ATCC 29212	Hranljivi bujon, Torlak	M 1044 Esculin Iron agar, NutriSelect
<i>Salmonella Enteritidis</i> ATCC 13076	M 052 A Selenite F Broth, HiMedia	M 1466 Hi Crome Improved Salmonella Agar, HiCrome
<i>Escherichia coli</i> ATCC 11230	Hranljivi bujon, Torlak	Mueller Hinton Agar, Torlak
<i>Yersinia enterocolitica</i> ATCC 27729	M 894 CAL Broth (Cellobiose Arginine Lysine Broth), HiMedia	M 893 CAL Agar (Cellobiose Arginine Lysine Agar), HiMedia
<i>Shigella sonnei</i> ATCC 29930	M 1326 Shigella Broth Base + FD 108, HiMedia	SS agar, Torlak
<i>Proteus vulgaris</i> ATCC 8427	Hranljivi bujon, Torlak	Mueller Hinton Agar, Torlak
<i>Candida albicans</i> ATCC 10259	Sladni bujon, Torlak	M 1067 Sabouraud Chloramphenicol Agar, HiMedia
<i>Cryptococcus neoformans</i> ATCC 76484	Sladni bujon, Torlak	M 1067 Sabouraud Chloramphenicol Agar, HiMedia

* Коришћени микроорганизми су из америчке колекције култура (ATCC - American Type Culture Collectin, Rockville, Maryland)

Микроорганизми који су коришћени за испитивање антимикуробног деловања су припремљени у одговарајућем бујону, пресејавани 2 пута по 24 h, при чему је постигнута концентрација од око $1 \cdot 10^6$ до $1 \cdot 10^8$ CFU/mL. Затим је суспензија сваке културе микроорганизама (100 μ L) засејана на одговарајући агар (табела 4). По три стерилна филтер диска (6 mm), су постављена на површину агара и потом натошљена са по 50 μ L суспензије сваког од екстраката гљива. После стајања од 2 h на 25 °C, петри кутије су инкубирани 24 h на температури од 37 °C за бактерије и 72 h на 30 °C за квасце. Паралелно, припремљена је и позитивна контрола коју су чинили дискови натошљени са тетрациклином и хлорамфениколом (30 μ g/mL), као и бифоназол (30 μ g/mL). Негативну контролу су чинили дискови натошљени стерилном дестилованом водом. Након инкубације мерена је зона инхибиције (mm).

4.2.4.2.1.2. Микродилуциони метод

За одређивање МИС (минимална инхибиторна концентрација), МВС (минимална бактерицидна концентрација) и МФС (минимална фунгицидна концентрација) коришћен је микродилуциони метод (Klaus et al., 2015). Минимална инхибиторна концентрација (МИС), дефинисана је као најнижа концентрација екстракта која испољава потпуну инхибицију раста тест-микроорганизама. Концентрације екстракта су износиле од 0,3 до 40 mg/mL. Тест микроорганизама који су се налазили у лиофилизованом стању су припремљени у МНВ – Mueller-Hinton бујону (10^5 CFU/mL). По 50 μ L овако припремљене бујонске културе микроорганизама је додато у микротитарске плоче са 96 бунарића (Greiner, Germany). У сваки од бунарића је претходно додато по 50 μ L серијски разблажених екстракта у МНВ. Финални волумен за сваки бунарић је био 100 μ L. Инкубација је била 24 h на 37 °C за бактерије и 24 h на 30 °C за квасце. Паралелно, позитивна контрола припремљена је у виду суспензије микроорганизама у МНВ. Као негативна контрола коришћен је МНВ. Непосредно пред инкубацију садржај микротитарских плоча је вортексиран (900 обр./min). Резултати су очитани на читачу микротитарских плоча (BioTek, USA). Трифенил тетразолијум хлорид, ТТС (0,05%), је додат у подлогу за инкубацију да би се ћелијска активност учинила видљивом. Ово једињење је редокс индикатор и користи се за разликовање метаболички активних ћелија од инактивних ћелија. Живе ћелије поседују ензиме који редукују ТТС, при чему овај индикатор из безбојног прелази у црвено обојено једињење. Минимална бактерицидна концентрација (МВС) представља најнижу концентрацију екстракта без видљивог пораста бактерија након инкубације док минимална фунгицидна концентрација (МФС) представља најнижу концентрацију екстракта без видљивог пораста квасца након инкубације. МВС и МФС су одређени на основу серије субкултивисаних узорка добијених додавањем 50 μ L узорка из сваког од бунарића у 50 μ L МНВ за бактерије и сладног бујона за квасце. Инкубација је била 24 h на 37 °C за бактерије и 24 h на 30 °C за квасце. МВС и МФС су одређени на основу серијског субкултивисања од 50 μ L сваког узорка из бунарића у 50 μ L МНВ, где не долази до промене боје.

4.2.4.2.2. Антиоксидативна активност екстраката

Антиоксидативна активност водених и етанолних екстраката одређена је на основу резултата добијених применом четири методе, и то: способност хватања слободних DPPH радикала, редукциона способност, способност хелирања јона гвожђа и антиоксидативна активност у систему линоленске киселине (метод коњугованих диена).

4.2.4.2.2.1. Способност хватања DPPH радикала

Способност хватања DPPH радикала одређена је методом по Brand-Williams et al. (1995). Припремљене су различите концентрације водених и етанолних екстраката (0,01–10 mg/mL). За сваку концентрацију припремљене су по три епрувете. У сваку од њих додато је по 200 μ L екстракта одговарајуће концентрације. Затим су епрувете допуњене са по 4 mL 0,1 mM DPPH раствора (3,94 mg DPPH растворено је у 96% етанола у нормалном суду од 100 mL). Према истом поступку, припремљен је и контролни узорак, где је уместо екстракта додато 200 μ L воде. Након 10 минута, узорци су прочитани на UV/VIS спектрофотометру (JENWAY 6305, United Kingdom) на таласној дужини од 517 nm. Калибрација је изведена са 96% етанолом.

% хватања слободних DPPH радикала = $[(A_k - A_p) / A_k] \cdot 100$, где је:

A_k – апсорбанца контролног узорка

A_p – апсорбанца узорка

BHT (бутиловани хидрокситолуен) и α -токоферол коришћени су као позитивне контроле.

Утврђен је и AAI (Antioxidant Activity Index), према формули:

$$AAI = c(DPPH) / IC_{50}$$

IC_{50} – концентрација узорка који инхибира/неутралише 50% слободних радикала.

Добијена вредност за AAI упоређена је на скали по Scherer и Godoy (2009), где је:

AAI < 0,5 = слаба антиоксидативна активност

AAI 0,5 – 1 = средња антиоксидативна активност

AAI 1 – 2 = јака антиоксидативна активност

AAI > 2 = врло јака антиоксидативна активност

4.2.4.2.2.2. Редукциона способност

Редукциона способност је одређена методом по Kozarski et al. (2011). Екстрактима гљива (0,1–10 mg/mL) раствореним у MQ води додато је 2,5 mL 0,2M натријум фосфатног пуфера (pH 6,6) и 2,5 mL 1% калијумферицијанида. Добијени раствор је измешан и инкубиран на 50 °C, 20 min. Затим му је додато 2,5 mL 10% трихлорсирћетне киселине и раствор је центрифугиран 10 min на 2000 g. Одвојен је

супернатант (5 mL) те му је додато 5 mL MQ воде и 1 mL 0,1% ферихлорида. Апсорбанца добијеног раствора је мерена на UV/VIS спектрофотометру (JENWAY 6305, United Kingdom) на 700 nm. Припремљена је и слепа проба која је садржала све компоненте осим екстракта. Виша вредност апсорбанце је указивала на већу редукциону способност. Као позитивна контрола је коришћена аскорбинска киселина, припремљена под истим условима као узорци.

4.2.4.2.2.3. Способност хелирања јона гвожђа

Способност хелирања јона гвожђа је одређена према методи по Kozarski et al. (2011). Екстрактима гљива (0,1–5 mg/mL) раствореним у MQ води додато је 3,7 mL метанол и 0,1 mL 2 mM ферохлорида. Реакција је иницирана додатком 0,2 mL 5 mM ферозина. Након 10 минута инкубације раствора на собној температури мерена је апсорбанца на UV/VIS спектрофотометру (JENWAY 6305, United Kingdom) на 562 nm. Контролни раствор није садржао ферохлорид ни ферозин, који учествују у формирању комплекса. Нижа апсорбанца је указивала на јачу способност хелирања. Способност хелирања јона гвожђа је рачуната по формули:

Способност хелирања јона гвожђа (%) = $(A_{bl} - A_{uz}) / A_{bl} \cdot 100$, где је:

A_{bl} – апсорбанца контролног раствора

A_{uz} – апсорбанца раствора са узорком

Лимунска киселина и EDTA су коришћени као позитивне контроле. Позитивне контроле су припремљене на исти начин као и узорци.

4.2.4.2.2.4. Антиоксидативна активност у систему линоленске киселине

Антиоксидативна активност је одређена методом коњугованих диена (Kozarski et al., 2011). Екстракти гљива су растворени у MQ води (0,1–10 mg/mL). Након то додато је 2 mL 10 mM емулзије линоленске киселине у 0,2 M натријум-фосфатном пуферу (pH 6,5). Стабилност емулзије је обезбеђена додатком 6,5 mM Tween-a 20 и раствор је, уз мешање, инкубиран 15 h, у мраку, на 37 °C, како би се оксидација убрзала. Потом је 0,2 mL раствора додато у 6 mL апсолутног метанола. Центрифугирањем је обезбеђена транспарентност раствора. За мерење активности је коришћен супернатант. Апсорбанца супернатанта је мерена на UV/VIS спектрофотометру (JENWAY 6305, United Kingdom) на 234 nm. Припремљена је и слепа проба која је садржала све компоненте осим екстракта. Антиоксидативна активност је рачуната по формули:

Антиоксидативна активност (%) = $[(A_0 - A_1) / A_0] \cdot 100$, где је:

A_0 – апсорбанца слепе пробе

A_1 – апсорбанца раствора са узорком

Аскорбинска киселина и α -токоферол су коришћени као позитивне контроле. Вредност од 100% указује на најјачу антиоксидативну активност, тј. инхибицију пероксидације линоленске киселине. Сва мерења су изведена у три понављања.

4.2.4.2.3. Антикancerогено дејство

Вијабилност ћелија након третмана одређеном испитиваном супстанцом може се одредити помоћу више *in vitro* метода. У овом истраживању одређена је вијабилност испитиваних ћелија помоћу МТТ теста након третмана воденим и етанолним екстрактима одабраних врста гљива.

Овај метод заснован је на конверзији хидросолубилног реагенса МТТ [(3-(4,5-диметилтиазол-2-ил)-2,5-дифенилтетразолиум бромид] у нерастворљив формазан под дејством митохондријалне дехидрогеназе метаболички активних вијабилних ћелија. Интрацелуларни ензим дехидрогеназа излази из ћелије и претвара МТТ у нерастворљиви формазан. На крају се формазан раствара и може се измерити фотометријски.

За тестирање цитотоксичне активности коришћене су две малигне ћелијске линије: HeLa^{ATCC CCL-2} (карцином грлића материце) и HepG2^{ATCC HB-8065} (примарни карцином јетре – хепатоцелуларни карцином). Ћелије су гајене на 37 °C, у CO₂ икубатору (5% CO₂) (LabX, USA), у хранљивим подлогама DMEM - Dulbecco's Modified Eagle's Medium (HyClone Logan, USA). Анализа је рађена према модификованој методи Kaišarević et al. (2007).

HeLa и HepG2 (2000 ћелија по пољу) су засејане на микротитарске плоче са 96 поља (Greiner, Germany), а након тога додато је 6 концентрација испитиваних екстраката. Финалне концентрације су износиле од 0,01 до 3 mg/mL. По истеку времена инкубације (24 и 72 h), медијум је уклоњен из бунарића и додат је раствор МТТ у концентрацији од 0,5 mg/mL који се припрема у медијуму непосредно пре додавања. У сваки бунарић је додато по 100 µL раствора, тако да је финална концентрација износила 0,05 mg/бунарићу. Након третмана, ћелије су инкубиране 3 h на 37 °C, при чему је активношћу митохондријалне дехидрогеназе у вијабилним ћелијама, МТТ преведен у љубичасто плаве кристале формазана. Након инкубације реакција је заустављена додатком 100 µL 0,4 M HCl у изопропанолу, чиме су кристали формазана растворени. После 10 минута на собној температури, плоче су хомогенизоване на шејкеру, а затим је измерена апсорбанца на 690 nm помоћу читача микротитарских плоча (JENWAY 6305, United Kingdom).

На основу добијених резултата, проценат цитотоксичности (CI – % инхибиције раста ћелија) је израчуната по формули:

$$CI (\%) = (1 - A_s/A_k) \cdot 100, \text{ где је:}$$

A_s – апсорбанца бунарића са третманом

A_k – апсорбанца бунарића са контролом (ћелије без третмана)

4.2.5. Лиофилизација екстраката

Поступак лиофилизације екстраката је изведен коришћењем Labconco FreeZone 2,5 (United States) лиофилизатора. Пре почетка лиофилизације, екстракти су замрзнути на температури од -80 °C током 24 часа. Пре процеса лиофилизације, екстракти су пребачени у одговарајуће стерилне реципијенте, где су растворени у

води. Посуђе је затим стављено на програм замрзавања на температури од $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ током 2 h. Веома је важно да се замрзавање одвија врло брзо, како не би настали велики кристали који могу механички оштетити структуру узорака. У наставку је изведена примарна фаза сушења под вакуумом, у циљу бржег избацавања молекула ваздуха, лакшег и бржег продора топлоте кроз узорак, и бржег испаравања непотребне количине воде. Ова фаза је изведена под притиском од $0,01\text{ mBar}$, на температури од $5\text{ }^{\circ}\text{C}$, током 10 часова. На крају, у фази секундарног сушења узорка температура је била $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ у трајању од 5 до 7 часова.

4.2.5.1. Антимикробна активност лиофилизованих екстраката

Антимикробна активност лиофилизованих екстраката одређена је применом диск дифузионе методе описане у поглављу 4.2.4.2.

4.2.5.2. Антиоксидативна активност лиофилизованих екстраката

Антиоксидативна активност лиофилизованих екстраката одређена је помоћу два антиоксидативна теста (способност хватања слободних DPPH радикала и метод конјугованих диена) описаних у поглављу 4.2.4.2.

4.2.6. Производња дехидриранх супа обогаћених лиофилизованим воденим и етанолним екстрактима гљива

Дехидрирана супа произведена је у индустрији „Макс“ у Струмици, Република Северна Македонија. Контролна варијанта, односно супа која је конвенционално доступна на тржишту произведена је према следећем рецепту: 17,30% мешаног сушеног поврћа (мрква, пашканат, лук и першун); 17,10% соли; 3,10% шећера; 5,50% уља; 6% мононатијум глутамината и 51% тестенине.



Слика 15: Дехидриране супе обогаћене лиофилизованим воденим екстрактима гљива *Suillus granulatus*, *Coriolus versicolor* и *Fuscoporia torulosa* (фото: М. Стојанова)

Наведена рецептура је модификована тако да је уместо мононатријум глутамината додато 4 g лиофилизованог воденог и етанолног екстракта гљива одвојено по варијантама (слика 15). Због карактеристичног укуса, надокнаде одсуства мононатријум глутамината и побољшања сензорних својстава финалног производа, додато је и 2 g сушеног и млевеног вргања (*B. edulis*) који је комерцијално доступан (Extra Fungi).

У циљу побољшања укуса и ароме, а на основу хемијских и биолошких анализа екстракта као и анализа њихових лиофилизата, супе обogaћене лиофилованим воденим екстрактом произведене су и са 50% мање мононатријум глутамината од основног рецепта.

Након производње, супе су спаковане у кесице од 45 g и чуване на собној температури до даљих анализа.

4.2.7. Анализа дехидрираних супа обogaћених лиофилованим екстрактима гљива

Дехидриране супе са додатком екстракта гљива, анализиране су у погледу неколико хемијских и нутритивних параметара, као и инструменталних анализа боје и енергетске вредности у циљу утврђивања својстава квалитета. Такође су изведени антиоксидативни тест и сензорна анализа како би се утврдиле разлике између новоформиране рецептуре и конвенционално доступне дехидриране супе. Све анализе извршене су нултог дана, а потом и 15, 30, 45, 60. и 90. дана након производње.

4.2.7.1. Садржај укупних угљених хидрата

Садржај укупних угљених хидрата у супама одређен је методом Фелинг I и Фелинг II (Lane-Eynon метода, 1999).

4.2.7.2. Садржај укупних протеина

Садржај укупних протеина у супама одређен је прорачуном, путем одређивања садржаја азота, методом Kjeldahl (Стојанова, 2017):

$$\% \text{ протеина} = \% \text{ N} \cdot \text{коэффициент } 6,25$$

4.2.7.3. Садржај масти

Садржај сирове масти у узорцима одређен је помоћу Soxhlet-овог апарата (Стојанова, 2017), а за екстракцију је коришћен диетилетар као органски растварач. Одмерено је 2 g узорка у папирне кесе од целулозе. Након мерења, узорак је пребачен у екстракциони део Soxhlet-овог апарата испод којег се налази електрично водено купатило. У апарат је додат диетилетар. Паре растварача одлазе у хладњак, где се кондензују и кондензат се у капима враћа у кесице где се екстрахују масти. Екстракција траје око 6–10 часова, током које диетилетар прелази из екстрактора у балон. Након екстракције, кесице су осушене до константне масе на температури 105 °C. Сушење је најпре трајало 2 h, а затим је на сваких пола сата проверавана маса.

Садржај масти израчунат је према следећој формули:

$$\% \text{ масти} = \frac{A - B}{\text{материјал (g)}} \cdot 100$$

A – кесица са узорком пре екстракције (g)

B – кесица са узорком после екстракције (g)

4.2.7.4. Енергетска вредност

Енергетска вредност супа израчуната је на основу садржаја угљених хидрата, протеина и масти према следећој формули:

$$\text{Енергија (kJ)} = (\% \text{ протеина} \cdot 17) + (\% \text{ масти} \cdot 37) + (\% \text{ угљених хидрата} \cdot 17)$$

4.2.7.5. Садржај влаге и минералних материја (пепела)

Садржај влаге и минералних материја (пепела) у дехидрираним супама одређени су на три случајно узета узорка сваке варијанте посебно, према методологији наведеној у поглављу 4.2.2.

4.2.7.6. Микробиолошка анализа

Укупан број аеробних мезофилних бактерија, плесни и *S. aureus* утврђен је у готовом производу у по пет јединица сваког узорка узетих по случајном избору. Одређивање укупног броја аеробних мезофилних бактерија извршено је према методи серијског разређења на МРА (месопептонски агар) за укупан број аеробних бактерија, за плесни на Czapek-овом агару, а за *S. aureus* на MSA агару (Mannitol salt agar, Liofilchem). Време инкубације је било 72 сата на температури од 30 °C за укупан број аеробних мезофилних бактерија, 5 дана на 25 °C за плесни и 24 сата на температури од 37 °C за *S. aureus*. Прорачун броја микроорганизама извршен је према стандарду ISO 7218. Присуство *Salmonella* sp. анализирано је засејавањем на XLD (Xylose Lysine Desoxycholate, HiMedia) агар, а инкубација је вршена на температури од 37 °C током 24 сата.

4.2.7.7. Антимикробна активност

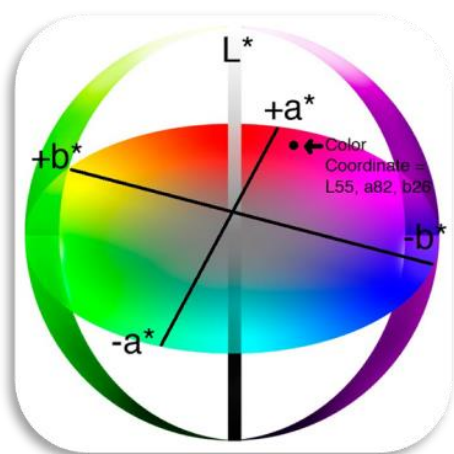
Антимикробна активност дехидрираних супа одређена је на три случајно одабрана узорка из сваке варијанте посебно. Припрема узорка за анализу извршена је према методи Rekha et al. (2010). У 1 g дехидриране супе додато је 10 mL кључале дестиловане воде и тако припремљен узорак је остављен да одстоји на собној температури у трајању од 10 минута уз повремено мешање. Затим се узорак охлађен, центрифугиран (3000 обртаја/min, Biosan, China) у трајању од 15 минута на температури од 27±3 °C, а супернатант је декантован у стерилну посуду за даљу анализу. Антимикробна активност је одређена применом диск дифузионе методе описане у поглављу 4.2.4.2.

4.2.7.8. Антиоксидативна активност

Антиоксидативна активност дехидрираних супа одређена је на три случајно одабрана узорка из сваке варијанте посебно. Припрема узорка за анализу извршена је према методи Rekha et al. (2010). Припрема узорка за анализу описана је у поглављу 4.2.7.7. Антиоксидативни тестови су изведени на основу метода описаних у поглављу 4.2.4.2.

4.2.7.9. Инструментална анализа боје

Да би се измерио параметар инструменталне боје, узето је 5 кесица супе из сваке варијанте случајним избором. За одређивање овог параметра коришћен је колориметар Dr Lange, spectro color (d/8° portable, The Netherlands).



Слика 16: Карактеристика боје, CIE $L^* a^* b^*$ (CIE, 1976)

Пре сваке серије мерења, инструмент је калибрисан помоћу беле калибрационе плоче CR-A43, у складу са стандардним упутствима за поступак. Карактеристике боје (слика 16) изражене су према CIE $L^* a^* b^*$ (CIE, 1976), која се заснива на три координате које дефинишу боју узорака: L^* (светлост боје), a^* (удео црвене боје ($+a^*$) или зелене боје ($-a^*$)) и b^* (удео жуте боје ($+b^*$) или плаве боје ($-b^*$)).

Измерене вредности $L^* a^* b^*$ директно се читавају на колориметру, а на основу ове три вредности уз помоћ одговарајућих математичких релација израчунавају се следећи параметри боје:

Укупна промена боје (ΔE):

Укупна промена боје (ΔE) израчунава се у односу на стандардни узорак, који одређује утицај фактора (у овом истраживању утицај екстраката гљиве) на карактеристике и квалитет боје.

$$\Delta E = \sqrt{(L_0^* - L^*)^2 + (a_0^* - a^*)^2 + (b_0^* - b^*)^2}$$

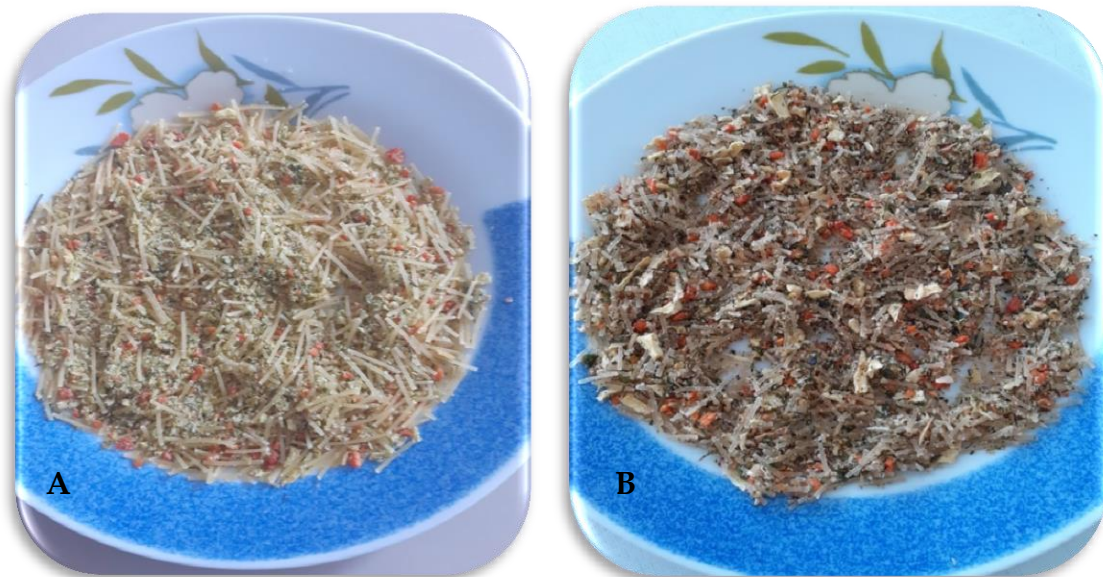
где је: L_0^* , a_0^* и b_0^* – параметри стандарда (као референтна вредност у овом истраживању узета је контролна варијанта 1)

L^* , a^* и b^* – параметри узорака (слика 17А и 17В)

Засићеност боје (C^*):

Засићеност боје (C^*) је мера степена чистоће боје. У центру координатног система он је 0 и повећава се са растојањем боје од центра до периферних делова. Израчунава се на основу параметара a^* и b^* .

$$C^* = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}}$$



Слика 17А и 17В: Дехидрирана супа (контролна варијанта) (А) и супа са додатком лиофилизованог воденог екстракта гљиве *Suillus granulatus* (В) (фото: М. Стојанова)

Нијанса боје (h):

Нијанса боје (h) израчунава се на основу параметара a^* и b^* , и одређује се вредност угла под којим се налази одговарајућа боја (тачке А, В, С), рачунајући у односу на $+a^*$ осу координатног система.

$$h = \tan^{-1}(b^*/a^*)$$

4.2.7.10. Сензорна анализа дехидрираних супа обогаћених лиофилизованим екстрактима гљива

Процена сензорних својстава готовог производа извршена је према методи бодовања (Radovanović and Popov-Rajlić, 2001). Оцењивању је присуствовало 20 потрошача који претходно нису прошли формалну обуку. Током свих дана испитивања, оцењивање су вршили исти потрошачи под идентичним условима оцењивања. Узорци супа су послужени у количини од 50 mL у пластичним непрозирним чашама од 100 mL. Узорци супа су шифрирани бројевима за сваку варијанту посебно. Температура производа приликом сензорне анализе је била 60 °C (Kim et al., 2014). Минерална вода и кришке хлеба такође су били доступни

оцењивачима како би неутралисали укус између оцене сва узорка (Sharif et al., 2016). Сензорна процена обухватила је шест карактеристика, и то: боју, мирис, укус, конзистенцију, изглед и укупну прихватљивост. Оцењивање је извршено на скали од 0 до 5, при чему свака оцена представља одређени ниво квалитета: оцена 0 означава производ са видљивим механичким или микробиолошким оштећењима, оцена 1 означава измењену и нетипичну боју или неко друго својство производа (неприхватљив производ), оцена 2 указује да производ има одређене, значајно уочљиве недостатке у квалитету (задовољавајућа), оцена 3 указује на делимично уочљиве недостатке у квалитету (добро), оцена 4 указује на незнатна одступања од боје или неког другог својства (врло добро), а оцена 5 указује на то да производ има изузетна, карактеристична сензорна својства, оптималну боју (слика 18) односно оптималан укупан квалитет (одлично).

Сензорна анализа био супа

Број супа	Својство					Укупна прихватљивост
	Изглед	Конзистенција	Боја	Мирис	Укус	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

Скала за бодовање производа:

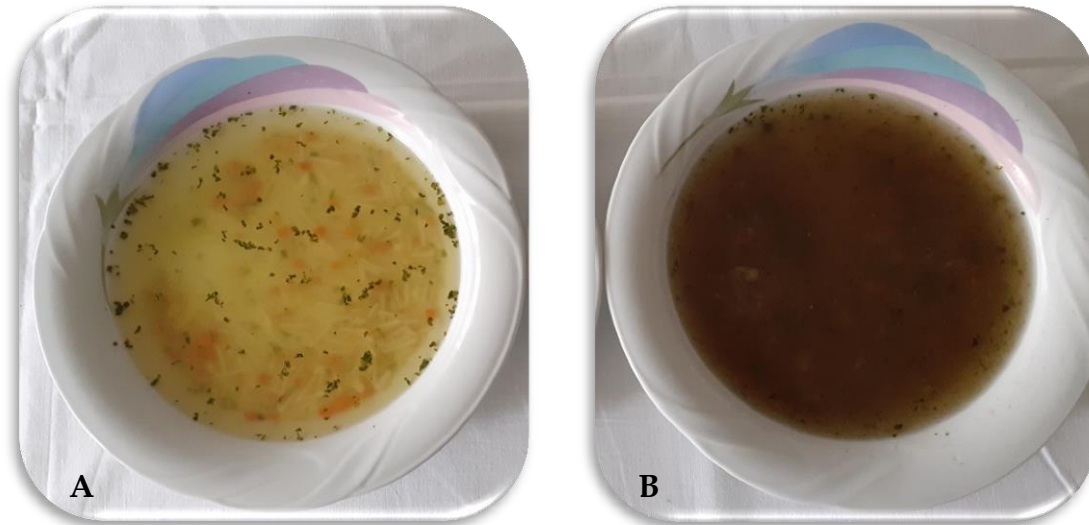
Оцена 0 – производ са видљивим механичким или микробиолошким оштећењима;
 Оцена 1 – неприхватљиво; Оцена 2 – задовољавајућа; Оцена 3 – добро; Оцена 4 – врло добро; Оцена 5 – одлично

Слика 18: Образац оцењивачког листа (фото: М. Стојанова)

За сваку од наведених карактеристика одређује се коефицијент валидности: укупна прихватљивост (1), изглед (4), конзистенција (3), боја (3), мирис (4) и укус (5). Оцена за свако својство множи се коефицијентом валидности. Вредности се сабирају и деле збиром коефицијената (20). Добијена вредност је пондерисана просечна вредност, односно пондерисана оцена – општа оцена квалитета испитиване дехидриране супе. Поред тога, израчунава се проценат максимално могућег квалитета, што је однос пондерисане просечне вредности (ПСВ) и максималне оцене (5):

$$\text{ПСВ} / 5 \cdot 100$$

Сви сензорни параметри се процењују на узорцима супе сваке варијанте посебно (слика 19А и 19В).



Слика 19А и 19В: Дехидрирана супа (контролна варијанта) (А) и супа са додатком лиофилизованог воденог екстракта гљиве *Suillus granulatus* (В) (фото: М. Стојанова)

4.2.8. Статистичка обрада података

Добијени резултати су статистички обрађени помоћу софтверског пакета SPSS 20. За утврђивање статистичке значајности добијених вредности извршена је једнофакторијална анализа варијансе (ANOVA тест). Потом је примењен post hoc Tukey-ев тест ($p=0,05$) за анализу вредности између варијанти у истој врсти екстракта, као и Т-тест независних узорака (Independent Sample T-test) за одређивање статистички значајних разлика вредности између два различита екстракта из исте гљиве.

Pearson-ова корелација је извршена за мерење снаге и правца линеарног односа између променљивих.

5. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

5.1. Хемијски састав свежих гљива

Неке врсте гљива су храна са изразитом хранљивом вредношћу, док неке имају лековиту вредност као додаци исхрани, а постоје гљиве које имају обе особине.

Као што је објашњено у поглављу Преглед литературе, плодносна тела гљиве данас су цењена намирница због високог садржаја протеина, вредних полисахарида, витамина и минералних материја, ниског садржаја масти и пријатне ароме и текстуре (Kalac, 2012). Поред тога, одређене врсте макрогљива су посебно цењене због биоактивних компоненти које синтетишу.

Међутим, треба имати у виду да гљиве, као и сви други живи организми, и даље показују разлике у свом метаболизму у периоду после бербе. Ово је резултат променљивог хемијског састава у зависности од развојне фазе и услова складиштења после бербе (Chang and Miles, 2004).

Табела 5: Хемијски састав свежих гљива

Параметри	n	<i>Suillus granulatus</i>	<i>Coriolus versicolor</i>	<i>Fuscoporia torulosa</i>
		$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$
Укупна влага (%)	3	79,21 \pm 0,05 ^a	83,15 \pm 0,03 ^b	82,36 \pm 0,02 ^b
Укупна сува материја (%)	3	20,79 \pm 0,0 ^a	16,85 \pm 0,03 ^b	17,64 \pm 0,01 ^b
Минералне материје (%)	3	3,10 \pm 0,01 ^a	3,85 \pm 0,02 ^a	2,53 \pm 0,01 ^b
Органске материје (%)	3	96,90 \pm 0,03 ^a	96,15 \pm 0,05 ^a	97,47 \pm 0,03 ^b
Витамин С mg/100g	3	9,80 \pm 0,01 ^a	10,20 \pm 0,00 ^b	10,73 \pm 0,03 ^b
Укупни угљени хидрати (%)	3	42,10 \pm 0,02 ^a	45,92 \pm 0,02 ^b	40,25 \pm 0,01 ^c

^{a,b,c} – вредности различитих гљива означене различитим словима статистички се значајно разликују ($p < 0,05$), ANOVA, post hoc Tukey-ев тест.

Према подацима из табеле 5, може се приметити да су све три анализирани гљиве имале повољан хемијски састав у свежем стању. Наиме, значајно ($p < 0,05$) виши садржај укупне влаге (83,15 \pm 0,03%) и нижи садржај укупне суве материје (16,85 \pm 0,03%) забележен је код свеже медицинске гљиве *C. versicolor* у односу на свежу јестиву гљиву *S. granulatus*. Значајно ($p < 0,05$) виши садржај органске материје (97,47 \pm 0,03%) и нижи садржај минералних материја (2,53 \pm 0,01%) у поређењу са друге две анализирани гљиве, утврђен је у свежој медицинској гљиви *F. torulosa*, која је исто тако имала виши садржај витамина С (10,73 \pm 0,03 mg/100g). Медицинску гљиву *C. versicolor* одликовао је значајно ($p < 0,05$) виши садржај укупних угљених хидрата (45,92 \pm 0,02%) у поређењу са гљивама *S. granulatus* (42,10 \pm 0,02%) и *F. torulosa* (40,25 \pm 0,01%).

Хемијски састав свежих гљива из природних станишта, осим од врсте гљиве, у великој мери зависи од еколошких услова у којима гљиве расту. Резултати добијени

у овом истраживању упоређени су са истим и сродним врстама свежих гљива, али с обзиром на то да се ради о гљивама из природних станишта, постоје варијације у погледу хемијског састава.

Palazzolo et al. (2012) открили су да у свежем стању гљиве *S. granulatus* сакупљене на Сицилији у Италији садрже 87,45% влаге (што је виши садржај у поређењу са резултатима овог истражувања), 0,10% протеина и 1,59% масти.

Jaworska et al. (2014) пружају детаљан преглед основних хемијских компонената у свежим узорцима гљива *S. luteus*, напомињући да је садржај суве материје 45,4 g, тј. 4,95% према Konuk et al. (2006), садржај протеина 11,4 g, садржај масти 3,2 g. Укупни угљени хидрати су присутни са 22,5 g, минералне материје са 8,3 g, укупни полифеноли са 8,16 g GAE, док је садржај укупних флавоноида 3,96 g (+)-катехина. Садржај влаге је 95,05% (Konuk et al., 2006).

Stojanova et al. (2017) указују да у свежем стању гљива лисичарка (*Cantharellus cibarius*) садржи 77,10% влаге, 22,90% суве материје, 0,90% минералних материја и 9,15 mg/100g витамина С. С друге стране, свежи вргањ (*B. edulis*) садржи 75,30% влаге, 24,70% суве материје, 0,75% минералних материја и 9,20 mg/100g витамина С.

5.2. Хемијски састав сушених гљива

Хемијски састав свежих гљива је од посебног значаја за избор технолошког поступка њиховог сушења, од чега зависи укупан квалитет коначног производа. У прерађеном облику, гљиве се углавном користе као суве. Сушење је важан поступак, јер на тај начин испарава слободна вода из гљива, а тиме долази до концентровања свих осталих компоненти које улазе њихов састав. Поред тога, сушене гљиве морају да задрже сва друга квалитативна и сензорна својства, а ако то природно није могуће због карактеристика саме гљиве, у том случају се изводе различити предтретмани како би се задржала боја, мирис, укус и друга карактеристична својства за врсту. Такође од велике важности је одабир врсте сушаре и правилно одређивање укупне кинетике сушења производа. На тај начин добија се производ који има богат нутритиван састав и сигуран је за конзумацију (Stojanova et al., 2017).

Према подацима из табеле 6 може се приметити да су сви испитивани параметри већи у поређењу са истим параметрима у свежим гљивама. То се очекује и јавља се као резултат испаравања воде, што доводи до концентровања других компоненти. Наиме, садржај хигроскопне влаге ($11,66 \pm 0,01\%$ с.м.), азота ($2,53 \pm 0,02\%$ с.м.), калијума ($2,00 \pm 0,01\%$ с.м.), магнезијума ($1,10 \pm 0,03\%$ с.м.) и протеина ($15,81 \pm 0,03\%$ с.м.) био је виши у осушеним гљивама *C. versicolor*, у поређењу са друге две анализиране гљиве. Код свих параметара, осим код садржаја магнезијума, уочена је значајна ($p < 0,05$) разлика у поређењу са садржајем истих параметара у другим двема гљивама. Осушене гљиве *F. torulosa* карактеришу се са значајно ($p < 0,05$) вишим садржајем минералних материја ($8,62 \pm 0,00\%$ с.м.), витамина С ($17,15 \pm 0,01$ mg/100g с.м.), укупних угљених хидрата ($67,08 \pm 0,03\%$ с.м.) и калцијума ($1,35 \pm 0,01\%$ с.м.) у односу на *S. granulatus* и *C. versicolor*. Исто тако у осушеним плодноносним телима врсте *F. torulosa* утврђен је највиши садржај фосфора ($1,22 \pm 0,03\%$ с.м.), где није примећена значајна разлика у односу на друге две испитиване гљиве.

С друге стране, сушене гљиве *S. granulatus* карактерише значајно ($p < 0,05$) виши садржај укупне суве материје ($90,96 \pm 0,02\%$ с.м.) и органске материје ($93,17 \pm 0,03\%$ с.м.) у односу на сушене гљиве *C. versicolor* и *F. torulosa*, као и виши садржај масти ($1,20 \pm 0,02\%$ с.м.), где није утврђена стистички значајнија разлика у односу на друге две испитиване гљиве.

Табела 6: Хемијски састав сушених гљива

Параметри	n	<i>Suillus granulatus</i>	<i>Coriolus versicolor</i>	<i>Fuscoporia torulosa</i>
		$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$
Хигроскопна влага (% с.м.)	3	$9,04 \pm 0,02^a$	$11,66 \pm 0,01^b$	$10,40 \pm 0,02^c$
Укупна сува материја (% с.м.)	3	$90,96 \pm 0,02^a$	$88,34 \pm 0,02^b$	$89,60 \pm 0,02^c$
Минералне материје (% с.м.)	3	$6,83 \pm 0,01^a$	$7,95 \pm 0,00^b$	$8,62 \pm 0,00^c$
Органске материје (% с.м.)	3	$93,17 \pm 0,03^a$	$92,05 \pm 0,00^b$	$91,38 \pm 0,01^c$
Витамин С mg/100g с.м.	3	$13,17 \pm 0,02^a$	$14,95 \pm 0,02^a$	$17,15 \pm 0,01^b$
Укупни угљени хидрати (% с.м.)	3	$58,55 \pm 0,04^a$	$61,18 \pm 0,05^b$	$67,08 \pm 0,03^c$
Масти (% с.м.)	3	$1,20 \pm 0,03^a$	$1,06 \pm 0,02^a$	$1,15 \pm 0,02^a$
Азот N (% с.м.)	3	$2,18 \pm 0,02^a$	$2,53 \pm 0,02^b$	$2,32 \pm 0,01^c$
Фосфор P ₂ O ₅ (% с.м.)	3	$1,03 \pm 0,03^a$	$0,75 \pm 0,03^b$	$1,22 \pm 0,03^a$
Калијум K ₂ O (% с.м.)	3	$1,65 \pm 0,02^a$	$2,00 \pm 0,01^b$	$1,87 \pm 0,02^c$
Калцијум Ca (% с.м.)	3	$0,82 \pm 0,01^a$	$1,19 \pm 0,01^b$	$1,35 \pm 0,01^c$
Магнезијум Mg (% с.м.)	3	$0,60 \pm 0,02^a$	$1,10 \pm 0,03^b$	$0,93 \pm 0,02^b$
Протеини (% с.м.)	3	$13,63 \pm 0,02^a$	$15,81 \pm 0,03^b$	$14,50 \pm 0,02^a$

^{a,b,c} - вредности различитих гљива означене различитим словима статистички се значајно разликују ($p < 0,05$), ANOVA, post hoc Tukey-ев тест.

Већина добијених резултата у овом истраживању у складу је са литературним подацима. Разлике у хемијском саставу истих врста сушених гљива настају као резултат различитог садржаја испитиваних параметара у свезим гљивама, али и као резултат примене различитих технологија сушења свежег материјала, примењених предтретмана, температуре, врсте сушаре, трајања процеса, дебљине комада итд. (Stojanova et al., 2016).

Sari et al. (2017) су утврдили да медицинска гљива *T. versicolor* (*C. versicolor*) у сушеном облику садржи 87,89% суве материје, укупан садржај глукана износи 61,19%, 0,41% α -глукана и 60,79% β -глукана. Садржај воде је 2,80%, минералних материја 3,10%, укупних угљених хидрата 83,50%, а протеина 8,60% (Cohen et al., 2014). Са изузетком садржаја угљених хидрата, остале вредности су ниже у поређењу са истим параметрима у овом истраживању.

Azeem et al. (2018a) и Azeem et al. (2018d) истичу да гљиве *P. torulosus* (*F. torulosa*) садрже 11% воде, 89% суве материје, што је у сагласности са резултатима у овом истраживању. Садржај минералних материја је 3,83% што је нижа вредност у поређењу са податке у овом истраживању.

Sari et al. (2017) указују на то да плодносна тела *Suillus grevillei* у осушеном облику садржи 91,94% суве материје, 17,23% укупног глукана, 4,29% α -глукана и 12,93% β -глукана.

Konuk et al. (2006) су утврдили да осушена гљива *S. luteus* садржи 0,08 ppm Ca; 0,08 ppm Cu; 5,18 ppm Fe; 88,9 ppm K; 6,9 ppm Mg; 1,9 ppm Na; 60,2 ppm P и 0,48 ppm Zn.

У студији Cohen et al. (2014) аутори истичу да је садржај протеина у гљиви *Tremmela fuciformis* 13,00%. Садржај влаге је 5,50%, док је садржај минералних материја 6,50%. Садржај укупних угљених хидрата достиже до 72,90%.

Бројна истраживања указују на то да је хемијски састав променљив код представника рода *Fuscogoria*. У свом истраживању, Azeem et al. (2018c) су поред осталих параметара у осушеним врстама *Phellinus fastuosus* и *Phellinus sanfordii*, утврдили да *P. fastuosus* садржи 16,67% влаге и 83,33% суве материје, док *P. sanfordii* има виши садржај влаге, 23,83% и 76,17% суве материје.

С друге стране, Azeem et al. (2018a), у својој студији наводе да гљиве *Phellinus gilvus* у сувом стању садрже 21,33% влаге, 78,67% суве материје (Azeem et al., 2018d) и 4,33% минералних материја.

Azeem et al. (2018b) спровели су истраживање и утврдили да гљиве *Phellinus pachyphloeus*, у осушеном стању садрже 13,67% влаге, 86,33% суве материје и 3,50% минералних материја.

Према Chenghom et al. (2010) садржај минералних материја у гљиви *Phellinus conchatus* износи 17,45%, у гљиви *Phellinus rimosus* 5,08%, а у гљиви *Phellinus igniarius* 16,53%. Садржај фосфора износи 0,08%, 0,05%, односно 0,04%. Садржај калијума поменутих врста у овом истраживању износио је 0,29%, 0,12% и 0,09%, респективно.

Према Stojanova и Karakashov (2015), у коморно сушеним гљивама шиитаке (*L. edodes*) садржај влаге је 7,80%, садржај суве материје је 92,20%, укупних киселина 0,48%, витамина С 13,53%, минералних материја 4,80%, протеина 13,16%, док је садржај угљених хидрата 7,10%. У студији Thatoi и Singdevsachan (2014) истакнуто је да сушене гљиве *L. edodes* карактеришу 32,93% протеина и 47,60% угљених хидрата, док су ови параметри у осушеним гљивама *R. delica* 26,25% за протеине, односно 34,88% за угљене хидрате (Ga, 2015).

Mattila et al. (2001) истичу да се садржај угљених хидрата у сушеним буковачама (*P. ostreatus*) креће од 5,50 до 6,50%, док су Stojanova et al. (2016) утврдили да сушене гљиве буковаче садрже 7,80%.

Mahmoud et al. (2014), су утврдили да у сушеним гљивама *A. bisporus*, садржај влаге износи 7,20%, садржај минералних материја износи 9,30%, садржај протеина 27,30%, док садржај укупних угљених хидрата износи 43%.

Према Prasad et al. (2015a) садржај протеина је 14,10% у сушеним гљивама *A. bisporus*, 4,50% у *L. edodes*, 7,00% код *P. ostreatus*, 37,40% код *Pleurotus sajor-caju* и 21% у *Hypsizigus marmoreus*. С друге стране, садржај угљених хидрата у овим гљивама износи 74%, 87,10%, 85,90%, 55,30% и 65,60%, респективно.

Према аутору Ga (2015), садржај протеина у гљиви *A. bisporous* износи 41,06%.

5.3. Принос екстраката гљива

Екстракција је поступак код ког се уз помоћ одређеног екстрагенса концентришу компоненте присутне у саставу екстрахованог материјала, омогућавајући на тај начин њихово биоактивно дејство. Са аспекта екстракције гљива, најчешће коришћена средства за екстракцију су вода и алкохол, који осим што дају добре резултате у погледу састава и садржаја фармаколошки значајних једињења, погодни су за даљу употребу у фармацији и прехранбеној индустрији (Vidović, 2011; Petrović et al., 2014).

Бројне су студије које истичу позитивне ефекте водених екстраката гљива који се користе у традиционалној кинеској медицини (Stengler, 2005) на здравље потрошача. Познато је да водени екстракти показују јака антиоксидативна својства (Kumar Chandrawanshi et al., 2018).

При алкохолној екстракцији, најчешће коришћено екстракционо средство је етанол. Током етанолне екстракције екстрахују се све компоненте растворљиве у алкохолу, посебно терпени, стероли и флавоноиди.

Табела 7: Принос екстраката гљива (% суве масе гљиве)

Вид гљива	n	Водени екстракт	Етанолни екстракт
		$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$
<i>Suillus granulatus</i>	3	35,07 ± 1,07 ^{aA}	29,82 ± 2,62 ^{aB}
<i>Coriolus versicolor</i>	3	31,11 ± 2,11 ^{aA}	21,67 ± 0,73 ^{bA}
<i>Fuscoporia torulosa</i>	3	17,41 ± 10,05 ^{bA}	15,70 ± 0,02 ^{cA}

^{a,b,c} – вредности истог екстракта различитих врста гљива означене различитим словима статистички се значајно разликују ($p < 0,05$), ANOVA, post hoc Tukey-ев тест.

^{A,B} – вредности различитих екстраката исте врсте гљиве означене различитим словима статистички се значајно разликују ($p < 0,05$), T-тест.

Према подацима у табели 7, може се уочити да се највећим приносом током водене и етанолне екстракције карактерише гљива *S. granulatus* (35,07 ± 1,07%, тј. 29,82 ± 2,62% суве масе гљиве, редом) док се гљива *F. torulosa* карактерише најмањим приносом (17,41 ± 10,05%, тј. 15,70 ± 0,02% суве масе гљиве, редом) што је очекивано с обзиром на карактеристичну дрвенасту структуру ове врсте. Наиме, принос обе врсте екстраката креће према следећем редоследу: *S. granulatus* > *C. versicolor* > *F. torulosa*.

Као резултат водене екстракције принос гљиве *F. torulosa* значајно ($p < 0,05$) је нижи од приноса друге две анализирание гљиве, док при етанолној екстракцији утврђена је значајна ($p < 0,05$) разлика између приноса све три испитиване гљиве. С друге стране, принос гљиве *S. granulatus* добијен при воденој екстракцији значајно ($p < 0,05$) је виши од приноса при етанолној екстракцији.

Неба et al. (2014) утврдили су да је принос метанолног екстракта гљива *T. versicolor* (*C. versicolor*) 1307,5 mg, што је нижа вредност у поређењу са приносом етанолног екстракта гљиве *C. versicolor* у овом истраживању.

Azeem et al. (2018a) су утврдили да је при етанолној екстракцији гљива *P. gilvus* и *P. torulosus* (*F. torulosa*) принос износио 1,44%, односно 0,93%. Ово су сличне вредности са онима које је у свом истраживању добили Azeem et al. (2018b), а који указују на то да се при етанолној екстракцији врсте *Phellinus pachyphloeus* добија принос од 0,99%. Azeem et al. (2018c) при етанолној екстракцији гљива *P. fastuosus* и *P. sanfordii* добили су принос од 2,97%, односно 1,24%. Све ове вредности су ниже у односу на принос добијен етанолном екстракцијом гљиве *F. torulosa* у овом истраживању.

Zengin et al. (2016) су утврдили да се при алкохолној екстракцији гљиве *Trametes gibbosa* добија принос од 6,19%, а принос алкохолног екстракта гљиве *T. hirsuta* износи 4,29%. При воденој екстракцији ове две врсте гљиве, принос је био знатно нижи (4,86%, односно 2,85%), што је такође нижи принос у односу на принос воденог и етанолног екстракта гљиве *C. versicolor* у овом истраживању.

5.4. Хемијска карактеризација екстракта гљива

Екстракција је од велике важности у погледу потпуног искоришћавања потенцијала гљива. Избор методе екстракције и екстрагенса има значајан утицај на издвајање жељених компоненти. Дакле, очекује се да добијени екстракти имају висок садржај биоактивних једињења, а самим тим да имају благотворно дејство на здравље потрошача, са нутритивног, фармаколошког и/или медицинског аспекта (Elmastas et al., 2007; Vidović, 2011).

Екстракција се као поступак може применити на све врсте гљива, али је од посебног значаја за оне гљиве које из неког разлога не могу да се конзумирају свеже или прерађене. Тако, на пример, медицинске гљиве *C. versicolor* и *F. torulosa* имају карактеристичну дрвенасту структуру, па и поред богатог спектра значајних компоненти, не могу се конзумирати свеже. Стога су погодне за поступак екстракције и тиме се њихов потенцијал максимално искоришћава (Mau et al., 2002; Cheung, 2008).

5.4.1. Садржај полисахарида (укупни угљени хидрати и глукани)

Познато је да су гљиве добар извор разних врста угљених хидрата. Подељени су у две групе, на сварљиве и несварљиве, тј. угљене хидрате које људско тело не може да дигестује. Од сварљивих угљених хидрата, најзаступљенији у гљивама су манитол са 0,30–5,50% (Vaz et al., 2011), глукоза са 0,50–3,60% (Kim et al., 2009) и гликоген са 1–1,60% (Díez and Álvarez, 2001). Од несварљивих угљених хидрата најприсутнији су олигосахариди (трехалоза), хитин, β -гљукан и манан. Генерално, од укупних угљених хидрата, најчешћи су пентоза (ксилоза, рибоза), хексоза, глукоза, фруктоза, галактоза, маноза. Превлађују шећерни алкохол манитол, шећерне киселине и хитин (Vidović, 2011).

Полисахариди у гљивама налазе се унутар ћелијских зидова, који су пак сачињени од нерастворљивих влакана, хитина. Водена екстракција је једина клинички доказана метода која омогућава ослобађање угљених хидрата из хитина и

њихову екстракцију. На овај начин, у највећој мери концентришу се α и β -гљукани, који се сматрају главним компонентама када је у питању медицинска активност гљиве (Stengler, 2005). У традиционалној кинеској медицини сматра се да су угљени хидрати медицинске гљиве *T. versicolor* (*C. versicolor*) најконцентрисанији при воденој екстракцији, због њихове лаке растворљивости у води (Kamiyama et al., 2013), а то потврђују и Vulam et al. (2018) који су помоћу водене екстракције успели да издвоје 95,90% укупних угљених хидрата из *G. lucidum*.

Са аспекта имуномодулаторног и антиканцерогеног деловања гљива, присуство гљукана, посебно β -гљукана, је од највеће важности. Сматра се да ова компонента има моћ регулације имунолошког система, снижавања нивоа укупног холестерола и нивоа LDL-а и показује низ других имуномодулаторних ефеката (Ko and Lin, 2004).

Полисахариди су међу најистраженијим компонентама гљива рода *Suillus*, *Trametes* и *Phellinus*. Бројна истраживања указују на широк спектар антимицробних, антиоксидативних, антиканцерогених, имуномодулаторних и хепатопротективних ефеката (Xie et al., 2010; Kozarski et al., 2012).

Садржај укупних угљених хидрата у анализираним екстрактима испитиваних гљива, био је већи у воденим екстрактима гљива *S. granulatus* и *C. versicolor* у поређењу са етанолним екстрактима (табела 8 и табела 9), што је вероватно због чињенице да су угљени хидрати генерално хидросолубилна једињења (Deveci et al., 2019). Наиме, у воденим екстрактима садржај укупних угљених хидрата кретао се од $49,05 \pm 4,05\%$ до $54,08 \pm 4,32\%$ суве масе екстракта, при чему се екстракт гљиве *F. torulosa* карактерише са највећим, али не и статистички значајним садржајем у поређењу са воденим екстрактима гљива *S. granulatus* и *C. versicolor*. У етанолним екстрактима садржај укупних угљених хидрата кретао се од $33,43 \pm 8,12\%$ до $55,40 \pm 5,73\%$ суве масе екстракта, при чему је значајно ($p < 0,05$) највећи садржај забележен у екстракту гљиве *F. torulosa* у односу на етанолног екстракта гљиве *S. granulatus*. Исто тако, констатована је значајна разлика ($p < 0,05$) између воденог и етанолног екстракта гљиве *S. granulatus*.

Табела 8: Садржај укупних угљених хидрата и гљукана у воденим екстрактима гљива (% суве масе екстракта)

Водени екстракт гљива	n	Укупни угљени хидрати	Гљукани		
			Укупни гљукани	α -гљукани	β -гљукани
		$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$
<i>Suillus granulatus</i>	3	$53,73 \pm 3,03^{aA}$	$20,62 \pm 0,04^{aA}$	$3,10 \pm 0,07^{aA}$	$17,52 \pm 0,03^{aA}$
<i>Coriolus versicolor</i>	3	$49,05 \pm 4,05^{aA}$	$28,70 \pm 0,04^{bA}$	$2,73 \pm 0,03^{bA}$	$25,97 \pm 0,09^{bA}$
<i>Fuscoporia torulosa</i>	3	$54,08 \pm 4,32^{aA}$	$35,86 \pm 0,03^{cA}$	$2,95 \pm 0,04^{cA}$	$32,91 \pm 0,04^{cA}$

^{a,b,c} – вредности истог екстракта различитих врста гљива означене различитим словима статистички се значајно разликују ($p < 0,05$), ANOVA, post hoc Tukey-ев тест.

^{A,B} – вредности различитих екстраката исте врсте гљиве означене различитим словима статистички се значајно разликују ($p < 0,05$), T-тест.

Табела 9: Садржај укупних угљених хидрата и глукана у етанолним екстрактима гљива (% суве масе екстракта)

Етанолни екстракт гљива	n	Укупни угљени хидрати	Глукани		
			Укупни глукани	α-глукани	β-глукани
			$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$
<i>Suillus granulatus</i>	3	33,43 ± 8,12 ^{aB}	18,55 ± 0,04 ^{aB}	1,19 ± 0,04 ^{aB}	17,36 ± 0,04 ^{aA}
<i>Coriolus versicolor</i>	3	39,71 ± 4,97 ^{abA}	22,47 ± 0,05 ^{bbB}	4,23 ± 0,04 ^{bbB}	18,24 ± 0,05 ^{bbB}
<i>Fuscoporia torulosa</i>	3	55,40 ± 5,73 ^{ba}	32,69 ± 0,06 ^{cb}	6,19 ± 0,05 ^{cb}	26,50 ± 0,03 ^{cb}

^{a,b,c} – вредности истог екстракта различитих врста гљива означене различитим словима статистички се значајно разликују ($p < 0,05$), ANOVA, post hoc Tukey-ев тест.

^{A,B} – вредности различитих екстраката исте врсте гљиве означене различитим словима статистички се значајно разликују ($p < 0,05$), Т-тест.

С друге стране, водени екстракт ове гљиве садржао је већи проценат укупних угљених хидрата од воденог екстракта гљиве *C. versicolor*, што је вероватно последица структуре присутних угљених хидрата (Diez and Álvarez, 2001), али није утврђена статистички значајна ($p < 0,05$) разлика.

Са аспекта садржаја укупног глукана и β-глукана, може се приметити да се генерално вишим вредностима ($p < 0,05$) карактеришу водени екстракти у поређењу са етанолним екстрактима. У свим воденим екстрактима садржај α-глукана био је нижи и кретао се од $2,73 \pm 0,03\%$ до $3,10 \pm 0,07\%$ суве масе екстракта, односно од $1,19 \pm 0,04\%$ до $6,19 \pm 0,05\%$ суве масе екстракта у етанолним екстрактима, у поређењу са садржајем β-глукана, који је у воденим екстрактима у распону од $17,52 \pm 0,03\%$ до $32,91 \pm 0,04\%$ суве масе екстракта, а у етанолним од $17,36 \pm 0,04\%$ до $26,50 \pm 0,03\%$ суве масе екстракта. Са највишим садржајем β-глукана карактеришу се оба екстракта гљиве *F. torulosa* који су значајно ($p < 0,05$) различити од осталих анализираних екстраката.

Chodakowska et al. (2017) су испитивали садржај 1,3-1,6-β-D-глукана код неколико врста гљива из природних станишта на територији Републике Пољске. Аутори истичу да је у екстракту гљиве *S. granulatus* садржај укупних 1,3-1,6-β-D-глукана износио 13,30%, што је нижа вредност у поређењу са екстрактима у овом истраживању.

Kozarski et al. (2012) наводе да је у воденом екстракту гљиве *T. versicolor* (*C. versicolor*) забележан садржај укупних полисахарида $1,9 \text{ g}/100\text{g}$, садржај укупног глукана $0,8 \text{ g}/100\text{g}$ ($0,06 \text{ g}/100 \text{ g}$ за α-глукан и $0,07 \text{ g}/100 \text{ g}$ за β-глукан) што су ниже вредности у поређењу са истим параметрима у овом истраживању. Садржај β-глукана у врелом воденом екстракту може имати вредност и до $60,788 \text{ g}/100\text{g}$ с.м. (Bulam et al., 2018), што је виша вредност у поређењу са добијеним резултатима истим екстрактом и гљивом у овом истраживању. У метанолном екстракту ове гљиве садржај укупног глукана је износио $203 \text{ mg}/\text{g}$ ($6 \text{ mg}/\text{g}$ за α-глукан, односно $197 \text{ mg}/\text{g}$ за β-глукан) (Matijašević et al., 2016).

Deveci et al. (2019) у својој студији истичу да је у полисахаридном екстракту медицинске гљиве *P. igniarius* садржај укупних угљених хидрата износио 84,32%. У екстракту гљиве *Phellinus pini*, аутори су утврдили виши садржај укупних угљених хидрата, односно 88,27%.

Vazirian et al. (2013) анализирали су водене екстракте гљива *Fomes fomentarius*, *Ganoderma applanatum* и *T. hirsuta*, и утврдили су да је садржај укупних угљених хидрата износио 53,3 μg екв. глукозе/100 μg екстракта, 31,7 μg екв. глукозе/100 μg екстракта и 19,1 μg екв. глукозе/100 μg екстракта, редом.

Saha et al. (2013) су утврдили да је у воденом екстракту гљиве *P. florida* садржај укупних полисахарида 68%, а укупан садржај глукана 11,79% (1,42% за α -глюкан, односно 10,37% за β -глюкан).

Садржај полисахарида у воденом екстракту гљиве *Ganoderma curtisii* је 83,19% при концентрацији од 0,8 mg/mL (Ivone et al., 2016).

5.4.1.1. HPLC анализа моносахаридног састава

Са аспекта моносахаридног састава испитиваних макромицета, помоћу HPLC анализе утврђено је присуство фруктозе, глукозе, галактозе, рамнозе, рибозе и манозе, док сахароза и малтоза нису откривени ни у једном од анализираних екстраката. Према подацима из табеле 10, може се приметити да се водени екстракт гљиве *S. granulatus* одликује највишим садржајем фруктозе (20,92 \pm 0,09% суве масе екстракта), док је међу етанолним екстрактима највиши садржај детектован у узорку гљиве *F. torulosa* (3,47 \pm 0,01% суве масе екстракта). Присуство глукозе утврђено је само у воденом екстракту гљиве *S. granulatus* (8,31 \pm 0,16% суве масе екстракта). Највиши садржај галактозе утврђен је у етанолном екстракту из *F. torulosa* (7,27 \pm 0,01% суве масе екстракта), односно у воденом екстракту гљиве *C. versicolor* (6,17 \pm 0,11% суве масе екстракта), где је такође детектован и највиши садржај рамнозе (1,37 \pm 0,02% суве масе екстракта). Генерално, статистички значајно ($p < 0,05$) највиши просечни садржај испитиваних моносахарида, међу воденим екстрактима забележен је у узорку гљиве *S. granulatus* (30,30 \pm 0,01% суве масе екстракта), док је у етанолним екстрактима значајно ($p < 0,05$) највиши садржај утврђен у екстракту гљиве *F. torulosa* (12,77 \pm 0,03% суве масе екстракта). Забележена је значајна разлика ($p < 0,05$) у просечном саставу моносахарида између водених и етанолних екстраката.

Међутим, иако је у воденим екстрактима највиши укупни садржај анализираних моносахарида утврђен у екстракту гљиве *S. granulatus*, треба нагласити да је то због изузетно високог садржаја фруктозе, у поређењу са осталим моносахаридима. Овај екстракт, поред фруктозе, садржи само глукозу и рамнозу, тј. није утврђено присуство ниједног другог од анализираних моносахарида. Разлика у саставу моносахарида углавном зависи не само од врсте гљива, већ и од услова у којима расту (Kalogeropoulos et al., 2013). У овом случају, с обзиром на то да се ради о врстама гљива из природних станишта, њихов састав је условљен једино природним присуством влаге, сунчеве светлости, повољне температуре ваздуха и слично (Giri et al., 2012).

Табела 10: HPLC анализа моносахаридног састава екстракта гљива (% суве масе екстракта)

Екстракт гљива	Фруктоза	Глукоза	Галактоза	Рамноза	Рибоза	Маноза	Сахароза	Малтоза	Укупно
									$\bar{x} \pm SD$
Водени екстракт гљива									
<i>Suillus granulatus</i>	20,92 ± 0,09 ^{aA}	8,31 ± 0,16	н.д.	1,07 ± 0,06 ^{aA}	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	30,30 ± 0,01 ^{aA}
<i>Coriolus versicolor</i>	4,64 ± 0,13 ^{bA}	н.д.*	6,17 ± 0,11 ^{aA}	1,37 ± 0,02 ^{bA}	н.д.	1,40 ± 0,06	н.д.	н.д.	13,58 ± 0,05 ^{bA}
<i>Fuscoporia torulosa</i>	3,31 ± 0,05 ^{cA}	н.д.	6,10 ± 0,15 ^{aA}	0,11 ± 0,26 ^{cA}	0,68 ± 0,20	н.д.	н.д.	н.д.	10,20 ± 0,36 ^{cA}
Етанолни екстракт гљива									
<i>Suillus granulatus</i>	1,82 ± 0,02 ^{aB}	н.д.	5,58 ± 0,05 ^a	0,91 ± 0,10 ^{aB}	н.д.	0,69 ± 0,03	н.д.	н.д.	9,00 ± 1,53 ^{aB}
<i>Coriolus versicolor</i>	2,96 ± 0,07 ^{bB}	н.д.	5,27 ± 0,01 ^{bB}	0,48 ± 0,23 ^{bB}	1,95 ± 0,08	н.д.	н.д.	н.д.	10,66 ± 0,07 ^{abB}
<i>Fuscoporia torulosa</i>	3,47 ± 0,01 ^{cA}	н.д.	7,27 ± 0,01 ^{cB}	н.д.	н.д.	2,03 ± 0,09	н.д.	н.д.	12,77 ± 0,03 ^{bB}

^{a,b,c} – вредности истог екстракта различитих врста гљива означене различитим словима статистички се значајно разликују ($p < 0,05$), ANOVA, post hoc Tukey-ев тест.

^{A,B} – вредности различитих екстракта исте врсте гљиве означене различитим словима статистички се значајно разликују ($p < 0,05$), T-тест.

*н.д. – није одређено.

5.4.2. Садржај протеина

Протеини су важна компонента у саставу гљива, која између осталог, има за циљ везивање воде. Сматра се да су гљиве један од највећих извора протеина који се може упоредити са садржајем протеина у месу. Поред протеина, гљиве садрже и велике количине аминокиселина, нарочито лизина и леуцина, које су важне у људској исхрани (Celestine et al., 2015). Гљиве садрже лако сварљиве протеине који су присутни са 20 до 40% суве материје, што је много бољи извор од махунарки, соје и кикирикија (Dundar et al., 2008).

Табела 11: Садржај протеина, фенола и флавоноида у воденим екстрактима гљива (% суве масе екстракта)

Водени екстракт гљива	n	Укупни протеини	Укупни феноли	Укупни флавоноиди
		$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$
<i>Suillus granulatus</i>	3	4,70 ± 0,50 ^{aA}	8,67 ± 0,22 ^{aA}	4.15 ± 0,27 ^{aA}
<i>Coriolus versicolor</i>	3	3,78 ± 0,47 ^{aA}	12,88 ± 0,52 ^{bA}	5.95 ± 0,14 ^{aA}
<i>Fuscoporia torulosa</i>	3	8,88 ± 0,25 ^{bA}	19,85 ± 1,81 ^{cA}	7.86 ± 0,20 ^{aA}

^{a,b,c} – вредности истог екстракта различитих врста гљива означене различитим словима статистички се значајно разликују ($p < 0,05$), ANOVA, post hoc Tukey-ев тест.

^{A,B} – вредности различитих екстраката исте врсте гљиве означене различитим словима статистички се значајно разликују ($p < 0,05$), Т-тест.

Табела 12: Садржај протеина, фенола и флавоноида у етанолним екстрактима гљива (% суве масе екстракта)

Етанолни екстракт гљива	n	Укупни протеини	Укупни феноли	Укупни флавоноиди
		$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$
<i>Suillus granulatus</i>	3	2,35 ± 0,44 ^{aB}	7,87 ± 0,69 ^{aA}	4.97 ± 0,29 ^{aA}
<i>Coriolus versicolor</i>	3	7,72 ± 0,27 ^{bB}	10,31 ± 0,28 ^{aB}	7.52 ± 0,26 ^{aA}
<i>Fuscoporia torulosa</i>	3	5,31 ± 0,60 ^{cB}	15,71 ± 1,63 ^{bB}	8.49 ± 0,27 ^{aA}

^{a,b,c} – вредности истог екстракта различитих врста гљива означене различитим словима статистички се значајно разликују ($p < 0,05$), ANOVA, post hoc Tukey-ев тест.

^{A,B} – вредности различитих екстраката исте врсте гљиве означене различитим словима статистички се значајно разликују ($p < 0,05$), Т-тест.

Протеини се генерално сматрају најмање заступљеним компонентама у екстрактима гљива, осим код *Lignosus rhinocerotis* (Kumakura et al., 2019). Могу бити присутни у облику једноставних протеина, гликопротеина или липопротеина, а њихово присуство у екстрактима у великој мери зависи од облика у којој се налазе ова једињења. Сматра се да вода као екстрагенс показује највећи потенцијал за екстракцију функционалних молекула из гљива (Kumakura et al., 2019).

На основу података приказаним у табели 11 и табели 12 може се приметити да водени екстракти гљива *S. granulatus* и *F. torulosa* имају значајно ($p < 0,05$) виши садржај протеина ($4,70 \pm 0,50\%$, односно $8,88 \pm 0,25\%$ суве масе екстракта) у поређењу са етанолним екстрактом. С друге стране, етанолни екстракт гљиве *C. versicolor* има значајно ($p < 0,05$) виши садржај протеина ($7,72 \pm 0,27\%$ суве масе екстракта) у поређењу са његовим воденим екстрактом. Ово је вероватно због већег присуства сложених протеина, попут липопротеина, гликопротеина итд., чији је садржај концентрисанији уз помоћ етанола (Matijašević et al., 2016).

Matijašević et al. (2016) су у свом истраживању открили да у метанолном екстракту гљиве *T. versicolor* (*C. versicolor*) садржај укупних протеина био 8 mg/g , што је виша вредност у поређењу са садржајем протеина у етанолним екстрактом исте гљиве у овом истраживању. Saħa et al. (2013) су утврдили да је у воденом екстракту гљиве *P. florida* садржај протеина износио 4% . Deveci et al. (2019) у својој студији истичу да је у полисахаридном екстракту медицинске гљиве *P. igniarius* садржај укупних протеина износио $5,76\%$, док је у екстракту гљиве *P. pini* садржај протеина износио $5,29\%$.

5.4.3. Садржај укупних фенола и флавоноида

Фенолна једињења су ароматична једињења са једним или више ароматичних прстена и једном или више хидроксилних група. Ту спадају фенолне киселине, флавоноиди, хидроксibenзоеве киселине, хидроксицинаминске киселине, лигани, танини, стилбени и оксидисани полифеноли. Неки од њих стимулишу синтезу ендогених молекула антиоксиданса у ћелији. Познато је да фенолна једињења показују антиоксидативну активност у биолошким системима, делујући као инхибитори слободних радикала, учествујући у разградњи пероксида, инактивацији метала или „хватању кисеоника“ (Sánchez, 2017).

Флавоноиди су компоненте у храни које је тешко категорисати према функцији, јер у различитим ситуацијама доприносе боји или укусу (Coulter, 2009). Због своје хемијске структуре, сматра се да се флавоноиди могу сврстати у групу фенолних једињења са најизраженијом антиоксидативном активношћу, што има директан утицај на антиоксидативни потенцијал гљиве, тј. њихових екстраката (Vidović, 2011). Сматра се да садржај фенола и флавоноида највише доприноси антиоксидативној активности екстраката гљива (Singleton et al., 1999; Barros et al., 2007a; Dubost et al., 2007).

Folin-Ciocalteu метод не даје увек прецизне податке о количини укупних фенолних једињења у екстрактима, због могућег присуства интерферирајућих једињења која реагују на исти начин као фенолна једињења у овој реакцији (Vidović, 2011).

Према приказаним подацима (табеле 11 и 12), може се приметити да је међу воденим екстрактима највиши садржај фенола ($19,85 \pm 1,81\%$ суве масе екстракта) утврђен у екстракту гљиве *F. torulosa* ($p < 0,05$), док је најнижи садржај ($8,67 \pm 0,22\%$ суве масе екстракта) утврђен у екстракту гљиве *S. granulatus*. У погледу етанолних екстраката, садржај фенола се смањује према следећем редоследу: *F. torulosa* > *C. versicolor* > *S. granulatus*. Генерално, може се приметити да је садржај фенола у

испитиваним гљивама значајно виши у воденом екстракту, у поређењу са етанолним екстрактом (Abugria and McElhenneyb, 2013; Ornely et al., 2019).

Из података се види да етанолне екстракте карактерише виши садржај флавоноида (табела 11 и 12) у поређењу са воденим екстрактима, али без статистички значајне ($p < 0,05$) разлике. Садржај флавоноида у обе врсте екстраката смањује се према следећим редоследом: *F. torulosa* > *C. versicolor* > *S. granulatus*, односно $8,49 \pm 0,27\%$ > $7,52 \pm 0,26\%$ > $4,97 \pm 0,29\%$ за етанолне екстракте, тј. $7,86 \pm 0,20\%$ > $5,95 \pm 0,14\%$ > $4,15 \pm 0,27\%$ суве масе екстракта за водене екстракте.

Robaszkiwicz et al. (2010) су утврдили да је у воденом екстракту гљиве *Suillus* sp. садржај фенола износио $6,64 \mu\text{g GAE екв./mg с.м.}$, а садржај флавоноида $3,14 \mu\text{g кверцетина екв./mg с.м.}$ У метанолном екстракту ове гљиве, аутори су констатовали да је садржај фенола био $4,78 \mu\text{g GAE екв./mg с.м.}$, а садржај флавоноида $1,89 \mu\text{g кверцетин екв./mg с.м.}$ Према томе, водени екстракт гљиве *Suillus* sp. је показао боље вредности у поређењу са метанолним екстрактом, што се у потпуности поклапа са садржајем фенола у воденом и етанолном екстракту исте гљиве у овом истраживању.

Kozarski et al. (2012) наводе да је у воденом екстракту гљиве *T. versicolor* (*C. versicolor*) садржај укупних фенола износио $0,04 \text{ g}/100\text{g}$, што су ниже вредности у поређењу са истим параметрима у овом истраживању. Све вредности су веће у поређењу са воденим екстрактом осталих испитиваних гљива: *G. applanatum*, *G. lucidum* и *L. edodes*, док су Matijašević et al. (2016) утврдили да је у метанолном екстракту ове гљиве садржај укупних фенола био $25,8 \text{ mg GAE/g}$, а укупан садржај флавоноида $4,3 \text{ mg CE/g}$. С друге стране, Khadhri et al. (2017) утврдили су да је етанолни екстракт гљиве *T. versicolor* (*C. versicolor*) садржао $60,7 \text{ mg GAE/g}$, полифенола и $8,4 \text{ mg QE/g}$ флавоноида што је нешто више од етанолног екстракта исте гљиве у овом истраживању.

У студији Seerphonkai et al. (2011) која се односи на антиоксидативна својства и садржај укупних фенола неколико врста гљива *Phellinus* sp. са територије Тајланда, аутори су закључили да је садржај укупних фенола у етанолном екстракту гљиве *P. torulosus* (*F. torulosa*) $43,80 \text{ mg GAE}/100 \text{ mg}$ екстракта, што је већа вредност у поређењу са резултатима у овом истраживању. Садржај полифенола у етанолним екстракту гљиве *P. torulosus* (*F. torulosa*) према Khadhri et al. (2017) је $33,1 \text{ mg GAE/g}$, а укупни садржај флавоноида $8,9 \text{ mg QE/g}$ тј. има нижу вредност у поређењу са етанолним екстрактом гљиве *P. torulosus* (*F. torulosa*) у овом истраживању.

Према Ornely et al. (2019) водени екстракт гљиве *P. gilvus* има виши садржај фенола ($5170,91 \text{ mgGAE}/100 \text{ g}$) и флавоноида ($482,91 \text{ mgEQ}/100 \text{ g}$) у поређењу са његовим етанолним екстрактом где је садржај фенола $2475,26 \text{ mgGAE}/100 \text{ g}$, а флавоноида $308,72 \text{ mgEQ}/100 \text{ g}$.

Ramirez-Anguiano et al. (2007) утврдили су да водени екстракти гљиве *B. edulis* садрже 35 mg/g , фенола, *M. esculenta* садрже 25 mg/g , а *L. edodes* садрже 23 mg/g фенола.

Vazirian et al. (2013) анализирали су водене екстракте гљива *F. fomentarius*, *Ganoderma applanatum* и *T. hirsuta*, и утврдили су да је садржај фенола био $9,9 \mu\text{g GAE}/100 \mu\text{g}$ екстракта, $8,2 \mu\text{g GAE}/100 \mu\text{g}$ екстракта и $8,8 \mu\text{g GAE}/100 \mu\text{g}$ екстракта, респективно за сваки анализирани екстракт.

С друге стране, Ivone et al. (2016) указују да је садржај укупних фенола у воденом екстракту гљиве *Ganoderma curtisii* 35,63 mg GAE/g, а у етанолном екстракту 49,14 mg GAE/g.

Генерално, присуство фенола повезано је са способношћу хелирања металних јона, инхибирања пероксидације липида и хватања слободних радикала, док присуство флавоноида корелира са антиоксидативном, антиинфламаторном, антивирусном и антиканцерогеном активношћу гљива (Selvakumar and Sankar, 2015).

5.4.4. FTIR анализа

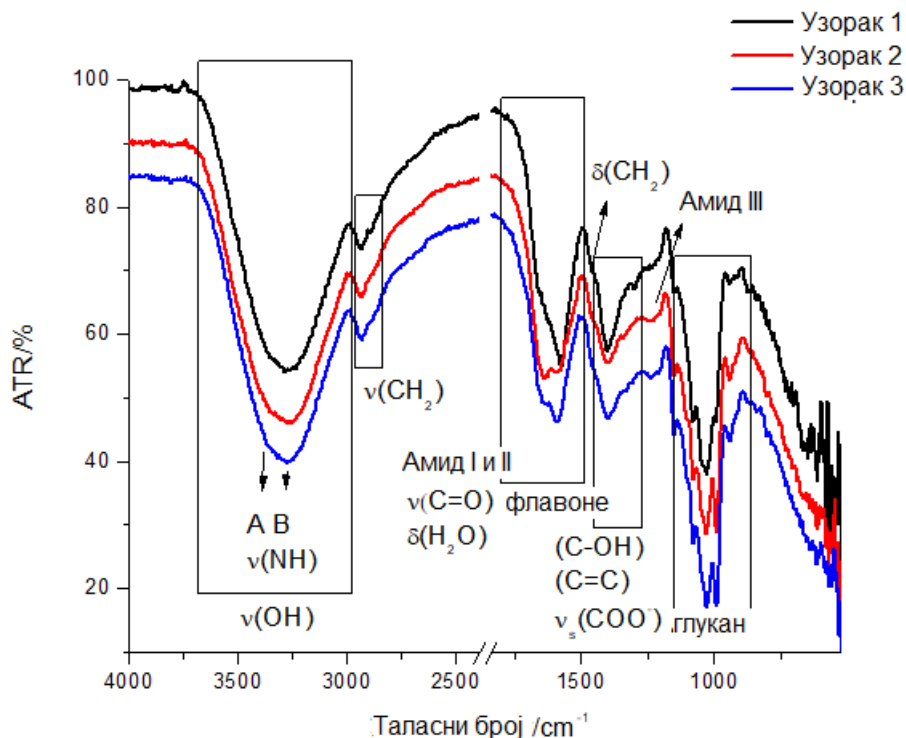
Инфрацрвена спектроскопија је техника која пружа информације о хемијском саставу и молекуларној структури узорка. Најчешће, приликом снимања тзв. „инфрацрвеног спектра“ користи се ефекат апсорпције/ рефлексije инфрацрвеног зрачења анализираниог узорка у опсегу од ~ 1 до 1000 μm . Ова техника се користи за испитивање структуре органских молекула, полиатомских неорганских молекула, за утврђивање присуства чврстих супстанци и одређивање њихове концентрације. Изглед IR спектра је веома карактеристичан за свако једињење јер је у директној вези са структуром молекула, као што су интензитет, положај, облик апсорпционих максима, због чега се и назива „отисак прста молекула“ (Milojković, 2015). Због тога се применом ове методе може извршити недвосмислена идентификација великог броја једињења, будући да се већина функционалних група (OH, C=C, C=O, C \equiv C, NO₂) апсорбује у релативно уским, добро дефинисаним IR-спектралним областима. Фуријеова трансформисана инфрацрвена спектрометрија нуди велики број могућности за обраду спектра и налази примену за анализу структурираних микроузорка (инфрацрвена микроанализа). Предности FTIR у односу на класични дисперзион спектрометар су побољшан однос сигнал/шум (S/N–сигнал/шум), повећана осетљивост, висока тачност одређивања таласне дужине, већи светлосни флуks, механичка једноставност и сл. (Milojković, 2015).

Поред тога, осетљивост и тачност FTIR детектора, заједно са широким спектром софтверских алгоритама, повећали су практичну употребу ове методе за квантитативну анализу.

Спектри водених екстраката гљива *S. granulatos* (узорак 1), *C. versicolor* (узорак 2), и *F. torulosa* (узорак 3) приказани су на слици 20. Узорци 2 и 3 померени су доле по у-оси, ради јаснијих спектра. Подручје између 2380 и 1850 cm^{-1} , где се појављује ATR опсег дијаманта, био је уклоњен из спектра. Приказане су само главне карактеристике IR спектра анализираних водених екстраката три врсте гљиве, јер су врло сличне њиховим етанолним екстрактима. Спектри се могу јасно поделити на неколико општих региона одговарајуће таласне дужине. Прво подручје између 3500 и 3000 cm^{-1} је место где се јављају вибрације истезања OH група глукана, фенола, воде и протеинских бочних ланаца (Barth, 2007).

Лако се могу идентификовати пикови широког појаса на $\nu(\text{OH})$ на таласним дужинама од 3350 и 3250 cm^{-1} подељени на $\nu(\text{NH})$ А и В протеинске везе (слика 20), респективно (Barth, 2007). Друга регија је она између 3000 и 2800 cm^{-1} , где се појављују траке истезања CH₂ група бочног ланца протеина и липида. Доказ за то су пикови

на око 2930, 2886 и 2852 cm^{-1} (слика 20). Трећа регија је између 1800 и 1200 cm^{-1} . Овај регион се може грубо поделити на протеински и регион шећера (Synytsya and Novak, 2014).



Слика 20: IR-ATR спектри узорака 1, 2 и 3 (водени екстракти гљива *Suillus granulatus*, *Coriolus versicolor*, *Fuscoporia torulosa*), са регионима где се јављају посебни опсези функционалне групе и компоненте.

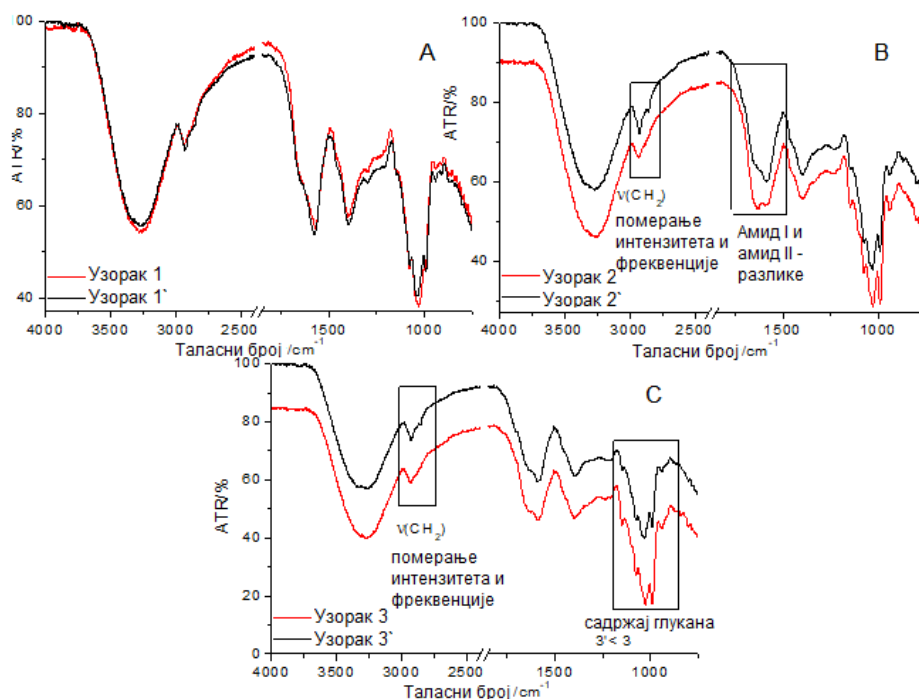
Регија протеина састоји се од трака амида I у распону од око 1650 cm^{-1} , трака амида II у распону од 1550 cm^{-1} , као и трака амида III у распону од 1400 до 1200 cm^{-1} . Међутим, овај протеински регион је додатно оптерећен опсегом $\delta(\text{H}_2\text{O})$ на приближно 1640 cm^{-1} (Matijašević et al., 2016), и тракама фенолних и флавоноидних једињења. Јака трака која се појављује између 1658 и 1619 cm^{-1} , припада $\nu(\text{C}=\text{O})$ флавоноидном прстену, у зависности од присутних флавоноидних једињења (Heneczowski, et al., 2001).

Ароматични прстенови су представљени појавом неколико $\nu(\text{C}=\text{C})$ трака у пределу таласне дужине од 1604 до 1392 cm^{-1} . Слаба трака на 1463 cm^{-1} може се приписати $\delta(\text{CH}_2)$, док се јака трака на 1398 cm^{-1} може приписати вибрацијама $\delta(\text{C}-\text{OH})$ и/или $\nu(\text{C}=\text{C})$ из флавоноида и фенолних једињења (Heneczowski, et al., 2001; Mikkelsen et al., 2010). Трака на 1298 cm^{-1} је амид III изведен из садржаја протеина (Barth, 2007). Овде треба напоменути да се појава опсега од 1398 cm^{-1} такође може односити на $\nu_s(\text{COO}^-)$ аминокиселине (Mata-Miranda et al., 2017), али се никада не јавља са тако високим интензитетом (у поређењу са амидним I и II тракама).

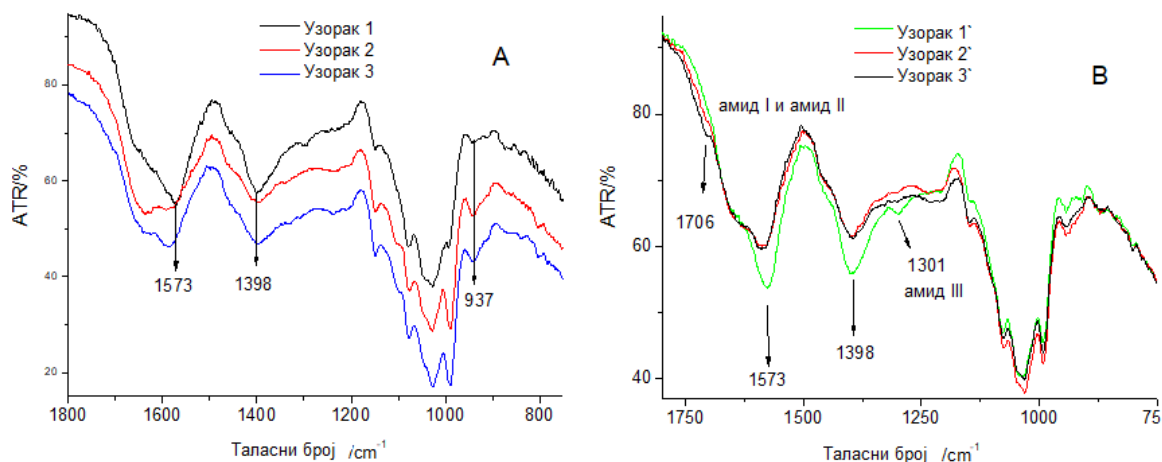
Регија угљених хидрата углавном зависи од вибрација глукана који су доминантни полисахарид у саставу гљива. Траке на 1160 cm^{-1} (појављују се као раменске), 1078 , 1048 и 908 cm^{-1} потичу из присуства β -D-глукана, док траке на 1148 , 1027 и 937 cm^{-1} указују на присуство α -D-глукана (слика 20) (Mikkelsen et al., 2010; Synytsya and Novak, 2014; Matijašević et al., 2016).

На слици 21 приказани су региони у којима постоји изразита разлика између спектара. Спектри В и С померају се дуж осе да би се добила јаснија слика. Регион између 2380 и 1850 cm^{-1} , где се појављује АТР опсег дијманта, је уклоњен из спектра. Са аспекта поређења спектара различитих екстраката исте врсте гљива, на Слици 21А може се видети да нема велике разлике између воденог и етанолног екстракта гљиве *S. granulatus*. Међутим, постоје много веће разлике између воденог и етанолног екстракта гљиве *C. versicolor* (слика 21В). То се одражава у померању траке и подели начина $\nu(\text{CH}_2)$, али и у интензитету веза амида I и амида II, што указује на другачију секундарну структуру екстрахованих протеина. Међутим, узрок ове разлике може бити различит садржај воде у ова два узорка, али и поступак екстракције.

Присутне су и разлике између воденог и етанолног екстракта гљиве *F. torulosa* у $\nu(\text{CH}_2)$ (слика 21С), који су јачи у етанолним екстрактима ове гљиве и могу бити повезани са садржајем фосфолипида (Matijašević et al., 2016). Ово може бити поткрепљено јачим интензитетом опсега 1704 cm^{-1} , који може да потиче из $\nu(\text{C}=\text{O})$ фосфолипида (Matijašević et al., 2016), иако је ова учесталост чешћа за $\nu(\text{C}=\text{O})$ из бочних ланаца аминокиселине из протеина (Barth, 2007).



Слика 21: Упоредни спектри између узорака 1 (водени екстракт гљиве *Suillus granulatus*) и 1' (етанолни екстракт гљиве *Suillus granulatus*) (А), 2 (водени екстракт гљиве *Coriolus versicolor*) и 2' (етанолни екстракт гљиве *Coriolus versicolor*) (В), 3 (водени екстракт гљиве *Fuscoporia torulosa*) и 3' (етанолни екстракт гљиве *Fuscoporia torulosa*) (С).



Слика 22: Упоредни спектри између узорка 1, 2 и 3 (водени екстракти гљива *Suillus granulatus*, *Coriolus versicolor*, *Fuscoporia torulosa*) (A) и 1', 2' и 3' (етанолни екстракти гљива *Suillus granulatus*, *Coriolus versicolor*, *Fuscoporia torulosa*) (B) у регионима угљених хидрата и протеина.

Од посебног интереса је много нижи садржај глукана у етанолним екстрактима гљиве *F. torulosa*, што је вероватно последица његове мање растворљивости у етанолу као растварачу. С друге стране, процес екстракције вероватно не утиче на садржај протеина, флавоноида и фенола.

На слици 22А могу се уочити разлике између водених екстраката гљива *S. granulatus*, *C. versicolor* и *F. torulosa*. Спектри А се померају према y оси, док се спектри В скупљају ближе како би разлике и поређење били упечатљивији. Као што се може видети, постоје велике разлике у регионима протеина, флавоноида и глукана. Чини се да сва три узорка имају различит садржај, тј. врсте присутних протеина. Нарочито се разликује амидна II трака протеина или $\nu(\text{C}=\text{C})$ флавоноида, где се појављује јака и оштра трака на максимуму од 1573 cm^{-1} .

Да овај опсег може бити повезан са садржајем флавоноида, може се даље доказати опсегом од 1398 cm^{-1} , који је најјачи у воденом екстракту гљиве *S. granulatus*. Такође, регион глукана је прилично различит и чини се да је у воденом екстракту гљиве *S. granulatus* α -D-глюкан мање присутан од β -D-глукана, што се примећује кроз интензитет опсега од 937 cm^{-1} . Спектри дати на Слици 22В такође показују исте карактеристике као они приказани на слици 22А, поново наглашавајући разлике у врстама протеина садржаних у узорцима, што се може видети кроз разлике у опсегу интензитета од 1706 cm^{-1} и регионима амида I, II и III. Посебно је трака амида III прилично видљива у етанолном екстракту гљиве *S. granulatus*, а готово невидљива у етанолним екстрактима гљива *C. versicolor* и *F. torulosa*.

Инфрацрвена спектроскопија помаже у одређивању вибрација молекула и поларних веза присутних између атома молекула присутних у узорку (Bains and Tripath, 2016). Аутори истичу да се у екстракту гљиве *P. ostreatus* појављује јак пик на

3264 cm^{-1} , што указује на присуство $-\text{OH}$ групе. Пик на 2921 cm^{-1} знак је да постоје симетрична и асиметрична истезања CH_2 веза.

Deveci et al. (2019) са FTIR анализом полисахаридног екстракта гљиве *T. versicolor* (*C. versicolor*), су утврдили апсорпционе пикове на 3,000–3,500 cm^{-1} ($-\text{OH}$ група), 2,922 cm^{-1} ($-\text{CH}_2$ групе), 1,636 cm^{-1} (ароматични $\text{C}=\text{C}$), 1,636 и 1,411 cm^{-1} (протеини), 1,410–1,310 cm^{-1} (фенолни $-\text{OH}$), 1,155 cm^{-1} (β -гликозидне везе), 1,024 cm^{-1} ($\text{C}-\text{O}$ групе), и 890 cm^{-1} (карактеристичне β -гликозидне везе).

У воденим и метанолним екстрактима гљива *T. versicolor* (*C. versicolor*) и *T. gibbosa*, при FTIR анализи, полисахаридне везе имају најизраженију апсорпцију од 3500 до 3000 cm^{-1} , са варијацијама у зависности од вибрација $\text{O}-\text{H}$ веза. CH_2 асиметрични и симетрични липиди показују највеће пикове на 2923 cm^{-1} и 2850 cm^{-1} . На присуство липида указује и присуство алкилестара, кроз истезање карбонских веза на таласној дужини од 1730 cm^{-1} (Pop et al., 2018).

Zhang et al. (2019) су спровели истраживања у погледу биолошких својстава полисахарида водено-сирћетног екстракта гљиве *Phellinus baumii*. Након FTIR анализе, аутори истичу да је снажан сигнал регистрован на 3439,63 cm^{-1} што указује на истезање $\text{O}-\text{H}$ веза и вибрације присутних водоничних веза. Пик на 2394,77 cm^{-1} карактеристичан је за апсорпцију алифатичних $\text{C}-\text{H}$ веза. Пикови на 1032,27 cm^{-1} и 1069,76 cm^{-1} сугеришу присуство полисахарида.

Xu et al. (2017) истичу да гљиве *Phellinus vaninii* показују пик од 3279 – 3285 cm^{-1} који је карактеристичан за $-\text{OH}$ групе, док је за слабе $\text{C}-\text{H}$ везе карактеристична таласна дужина од 2922 до 2928 cm^{-1} . Пикови који су регистровани на 1641–1643 cm^{-1} могу бити повезани са присуством и вибрацијама карбонилних група ($\text{C}=\text{O}$) полисахарида. Пикови од 1024 до 1030 cm^{-1} указују на присуство $\text{C}-\text{O}$ веза (Xie et al. 2010). Сваки пик регистрован у опсезима 807–810 cm^{-1} и 916–921 cm^{-1} указује на присуство једињења која садрже β -везе (угљени хидрати) (Lim et al. 2005).

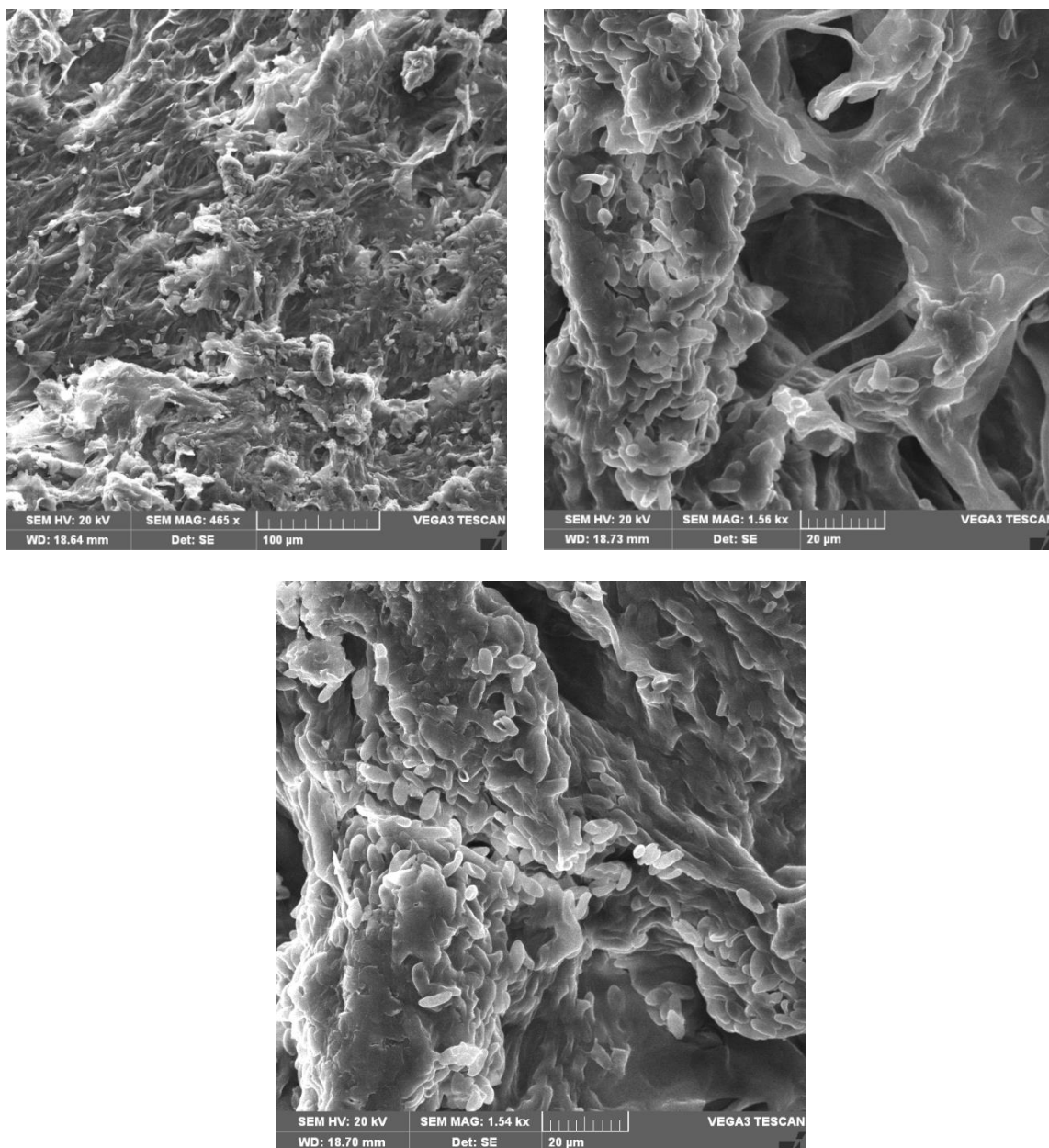
Према Kozarski (2012) спектар полисахарида изолованих из гљиве *G. lucidum* показује карактеристичан пик на око 890 cm^{-1} , који указује на β -оријентисану $\text{C1}-\text{H}$ везу, као и траку на 1080 cm^{-1} , која указује на β - глумопиранозне везе. Трака на 1032 cm^{-1} односи се на α -гликозидне везе. Карактеристична трака која се односи на $\text{O}-\text{H}$ валентне вибрације уочава се у опсегу 3000–3500 cm^{-1} , док се трака на 2922 cm^{-1} односи на CH_2 групе примарних алкохолних група моносахаридних јединица међусобно повезаних гликозидним везама. Примећена је мала количина протеина на основу карактеристичног пика апсорпције на 1635 cm^{-1} .

5.4.5. СЕМ анализа

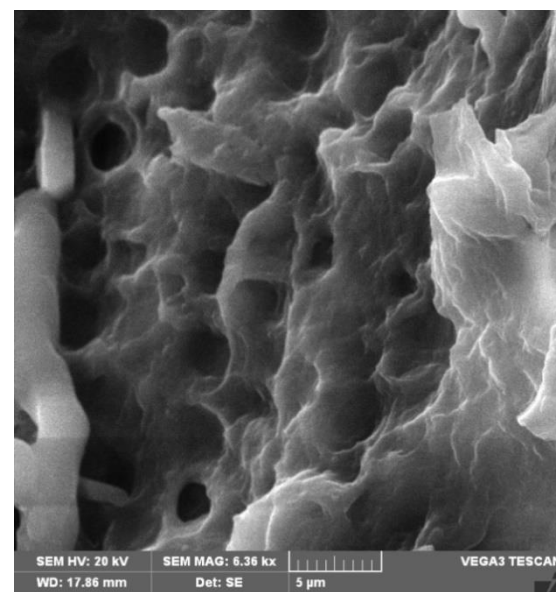
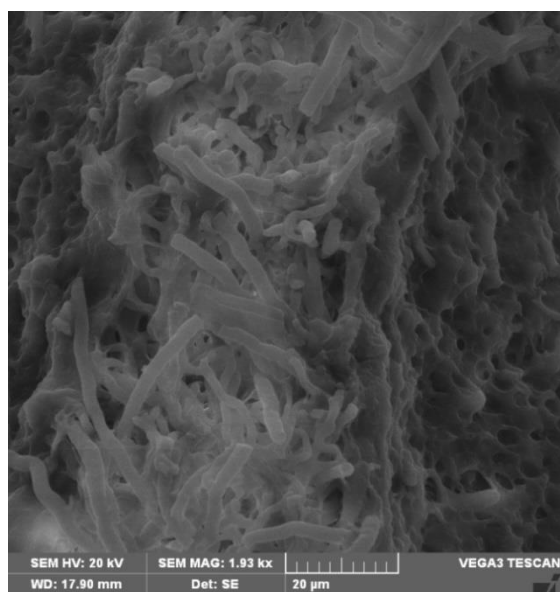
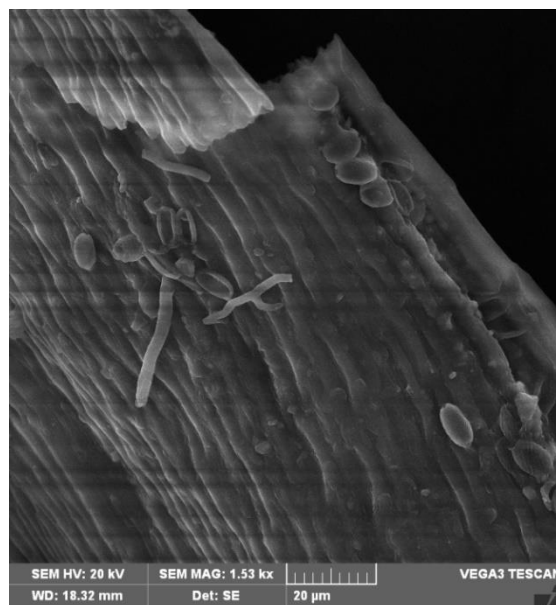
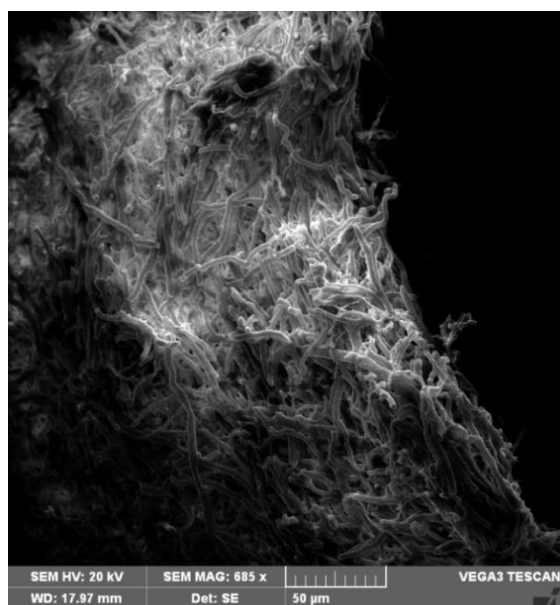
Скенирајућа електронска микроскопија (СЕМ) је моћна истраживачка техника која користи фокусирани електронски сноп за добијање сложених увећаних слика (до 500 000 пута) са површинске топографије узорка. Слика се формира правилним померањем електронског снопа преко површине узорка. Отуда потиче и назив - скенирајући микроскоп, јер се скенира површина узорка, а постоји и могућност формирања 3D слике. Ово омогућава процену квантитативних параметара узорка: број повезаних пора, просечна дужина пора, просечни пречник пора, специфична површина (Khaund and Joshi, 2014; Milojković, 2015). Читав процес формирања слике

настаје одбијањем електрона од површине узорка који у интеракцији са примљеним сигналимa дају информације о морфолошким особинама, хемијском саставу и текстури анализираниог узорка. Притом, за добијање слике узорка користе се секундарни електрони и расејани електрони. Да би узорци били снимљени, морају бити електрично проводљиви. Због тога сваком снимању претходи метализација, односно прекривање узорка слојем метала, најчешће злата, платине, осмијума, иридијума, волфрама или хрома (Milojković, 2015).

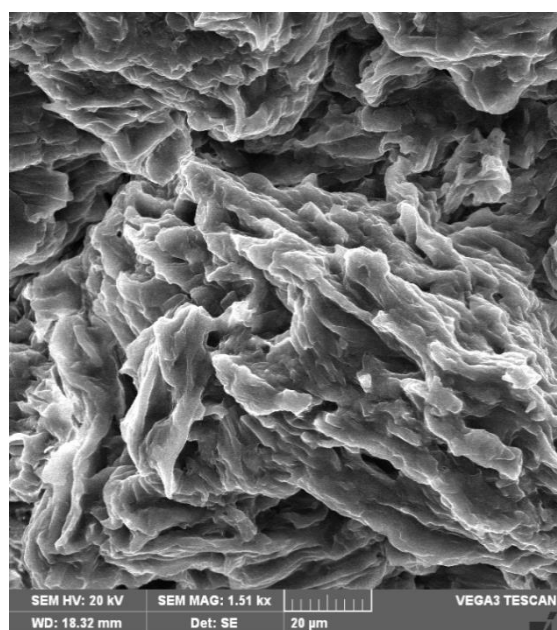
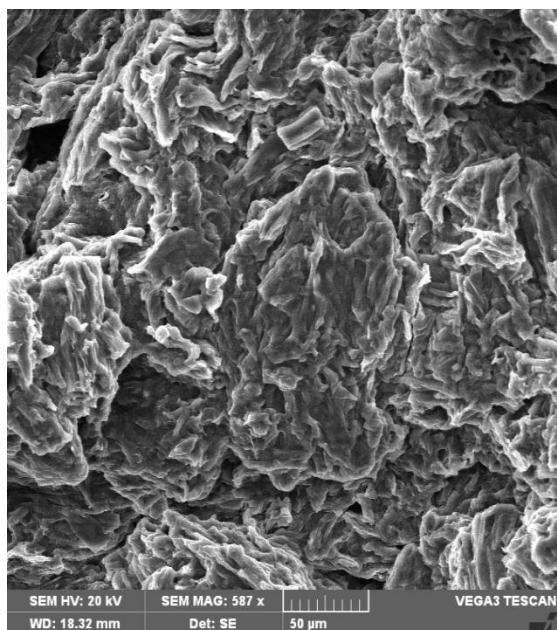
С друге стране, комплементарна употреба скенирајућег електронског микроскопа (SEM) са оптичким микроскопом пружа специфичне карактеристике за одређивање морфологије спора, пружајући тродимензионалну микроархитектуру спора гљива (Khaund and Joshi, 2014).



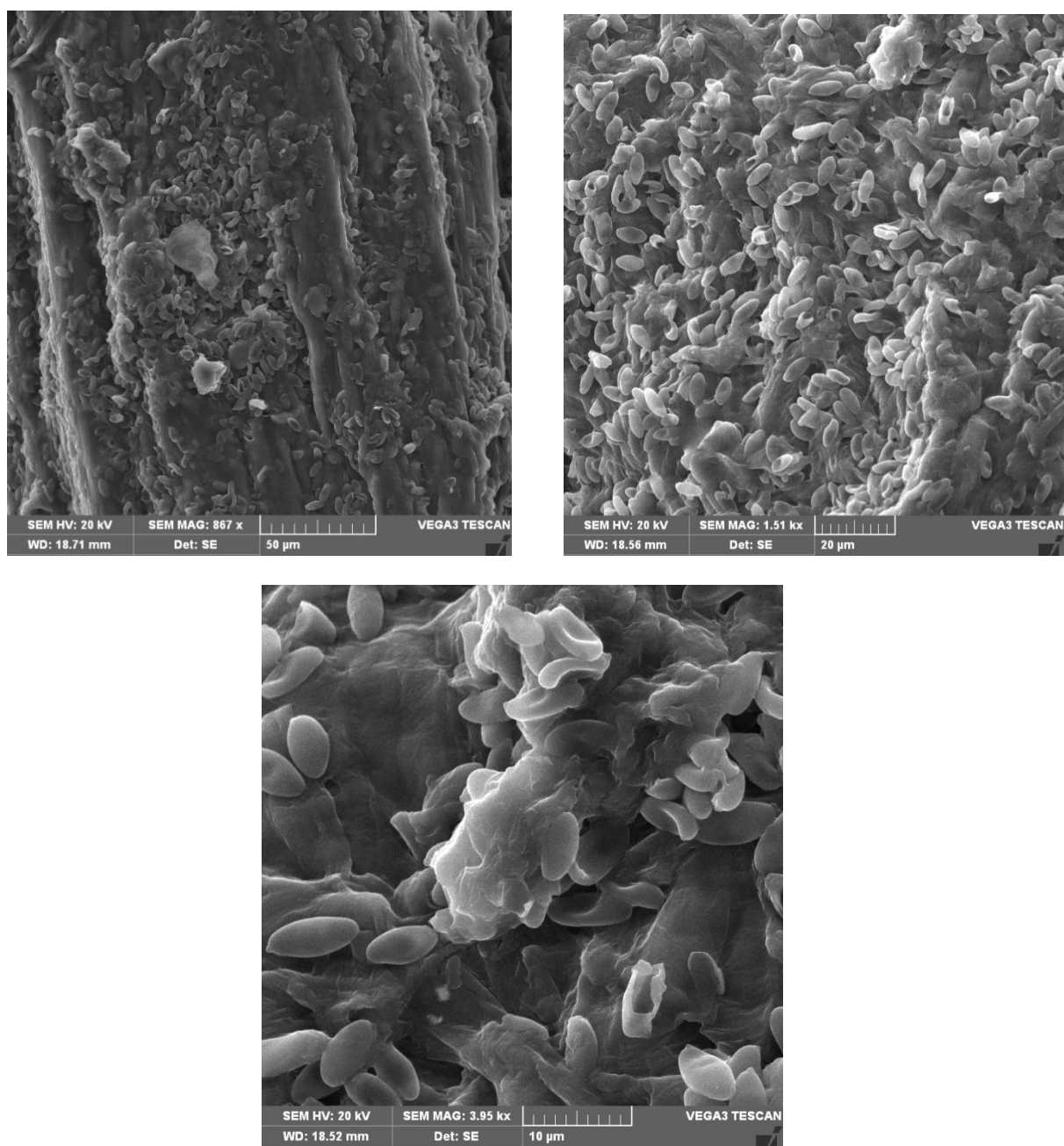
Слика 23: SEM анализа воденог екстракта гљиве *Suillus granulatus*



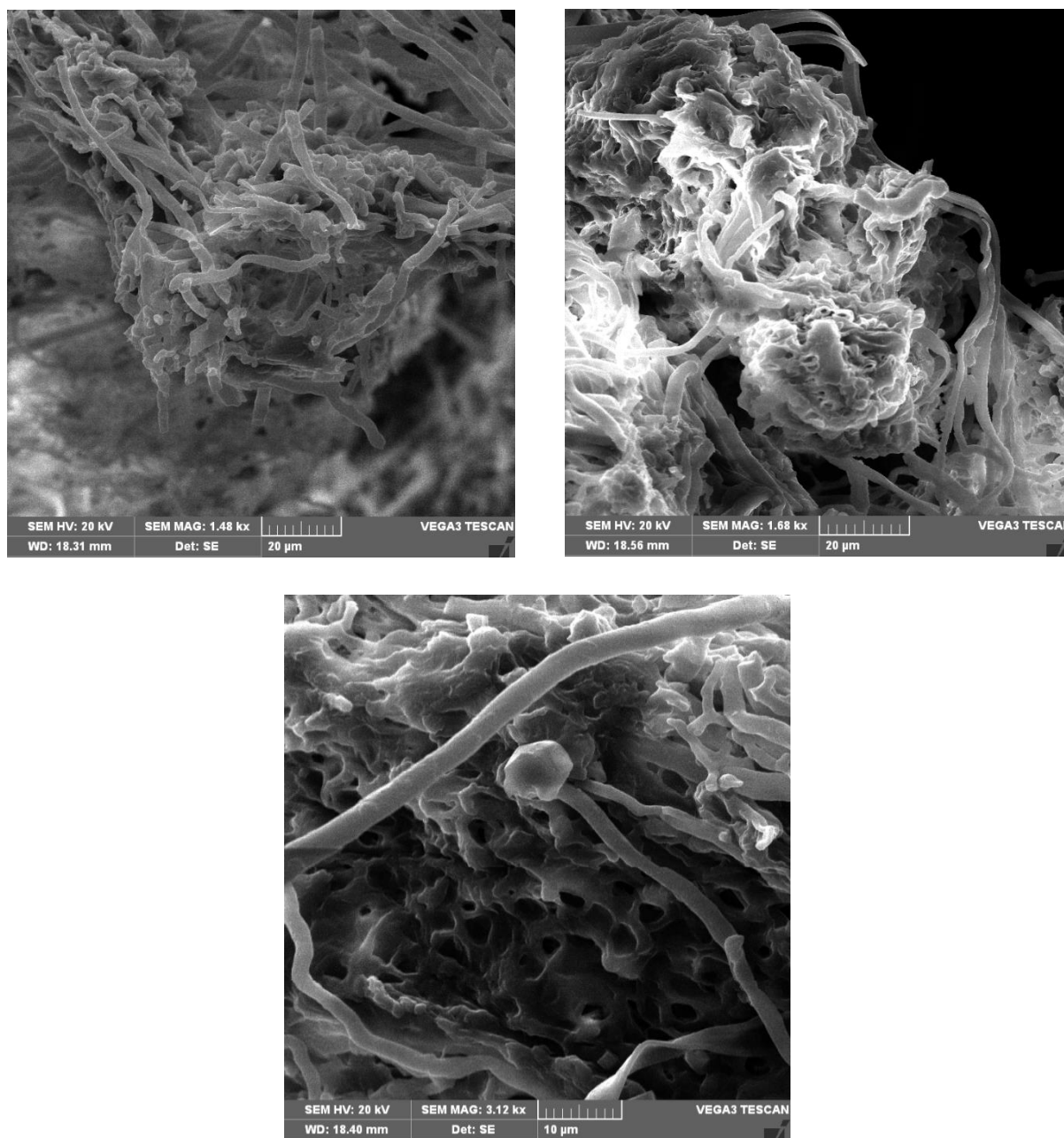
Слика 24: СЕМ анализа воденог екстракта гљиве *Coriolus versicolor*



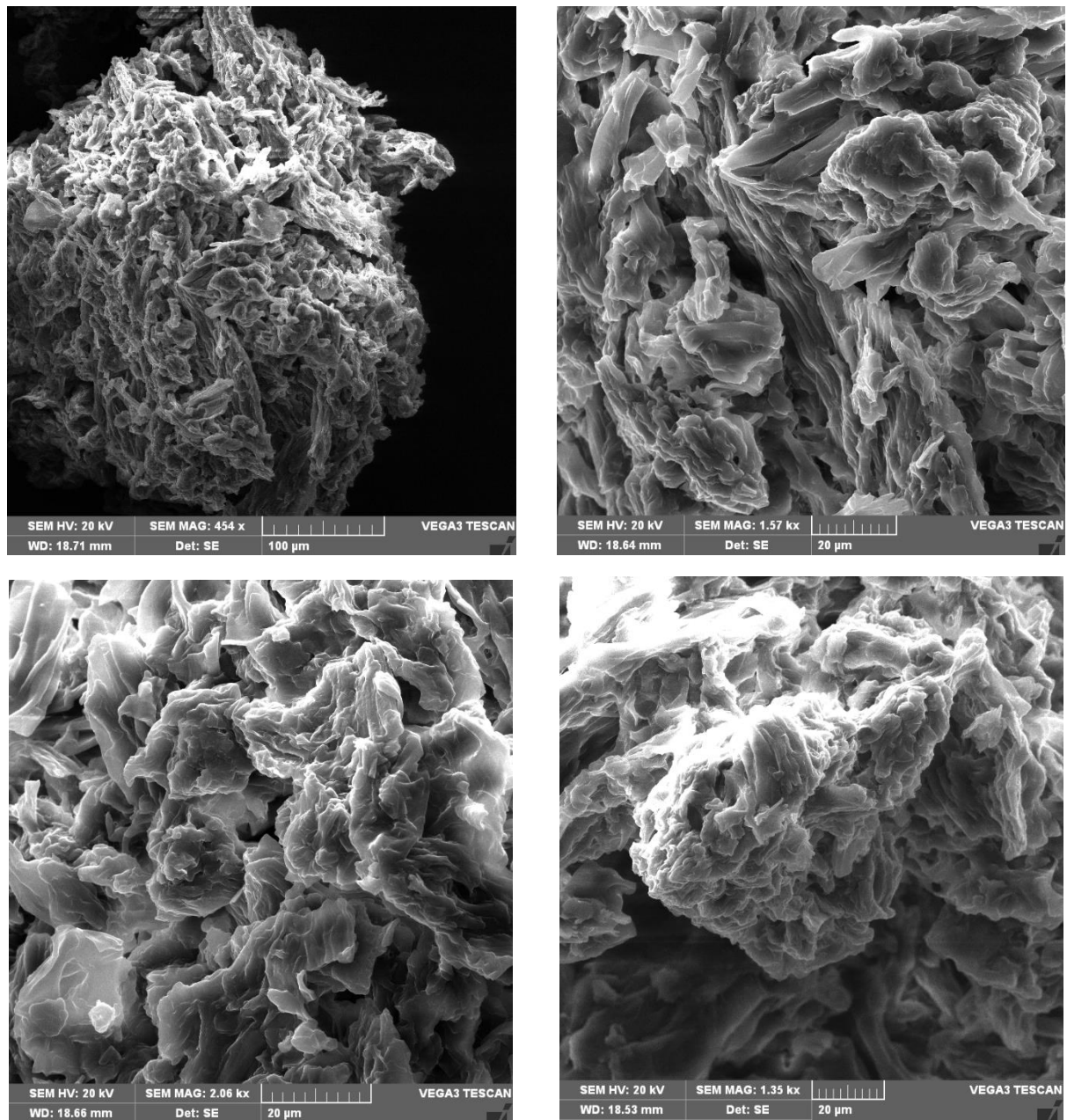
Слика 25: СЕМ анализа воденог екстракта гљиве *Fuscoporia torulosa*



Слика 26: СЕМ анализа етанолног екстракта гљиве *Suillus granulatus*



Слика 27: SEM анализа етанолног екстракта гљиве *Coriolus versicolor*



Слика 28: SEM анализа етанолног екстракта гљиве *Fuscoporia torulosa*

На основу слика добијених SEM анализом, може се приметити да постоје разлике у микроструктури између водених и етанолних екстраката, као и између истих екстраката различитих врста гљива. На слици 23 види се карактеристична храпава структура воденог екстракта гљиве *S. granulatus*, што је генерално последица денатурираних протеина током поступка екстракције. Етанолни екстракти ове гљиве (слика 26) имају глађу површину, јер је екстракција у овом случају изведена на нижој температури. Међутим, у овим екстрактима је приметна карактеристична зрнаста структура.

У воденом екстракту гљиве *C. versicolor* (слика 24) примећује се велика хетерогеност у погледу структурних карактеристика. Наиме, уочава се присуство штапићастих структура које чине мрежу и које су резултат водоничних веза насталих између молекула полисахарида. С друге стране, примећује се одређена порозност структуре, чије су поре различитих величина. Формирање пора углавном је последица N-H веза протеинских молекула или C-O веза полисахарида (Widjanarko et al., 2011). Слична микроструктура је примећена и у етанолним екстрактима гљиве *C. versicolor* (слика 27).

Изузетно храпава површина примећена је и у воденим екстрактима гљиве *F. torulosa* (слика 25), што је вероватно последица пуцања водоничне везе и распадања молекула протеина (Widjanarko et al., 2011). Нешто глађа, кристална и неправилна структура налази се у етанолним екстрактима ове гљиве (слика 28).

Генерално, различити третмани гљива са аспекта коришћења екстрагенса и температуре процеса имају кључни утицај на формирање микроструктуре коначних производа (Tian et al., 2016).

Са СЕМ снимањем могу квалитативно да се анализирају морфолошке промене полисахарида у екстрактима гљива (Zhang et al., 2019). Према ауторима, СЕМ анализа (x500) воденог екстракта гљиве *P. baumii* показала је да екстракт има фрагментирану структуру у облику саћа. При већем увећању (x1000) уочена је неправилна морфолошка структура, као и појава грудвица различитих величина.

Добијени резултати за хемијски састав анализираних водених и етанолних екстраката испитиване гљиве у сагласности су са литературним подацима. Статистички значајна одступања у вредностима испитиваних параметара добијена у овој тези, вероватно су резултат различитог методолошког приступа добијања екстраката, а с друге стране и због различитих климатских услова у којима расту анализиране гљиве.

5.5. Биолошка својства екстраката гљива

Поред богатог нутритивног састава, већина гљива обилује и биоактивним компонентама као што су терпеноиди, стероиди, феноли, нуклеотиди и други деривати, глукопротеини и полисахариди, који показују одређене антимикробне, антиоксидативне и антиканцерогене ефекте на здравље потрошача (Bohn and BeMiller, 1995; Tang et al., 2016).

Познато је да велики број гљива и њихови екстракти показују антиоксидативна својства. Екстракти садрже различите антиоксидативне компоненте карактеристичне за врсту гљиве, међу којима су најважнији феноли, полисахариди, токофероли, флавоноиди, каротеноиди, гликозиди, аскорбинска киселина итд.

Развој антибиотика једно је од најважнијих научних достигнућа у последњих седамдесет година. Ова једињења делују на неколико начина, преко интерферирања у метаболичким процесима микроорганизама или кроз структуру организма, односно нарушавањем синтезе ћелијског зида, модификацијом пропустљивости мембране и спречавањем репликације хромозома или синтезе протеина (WHO, 2012). Данас је озбиљан проблем резистенција многих бактерија на већ познате

антибиотице, због чега је неопходно истражити и пронаћи нова антимикуробна једињења. Са тог аспекта, од велике важности су антимикуробна једињења разноврсне хемијске структуре садржане у гљивама и њиховим екстрактима, као и њихова активност против низа патогених микроорганизама (Alves et al., 2012).

5.5.1. Антимикуробна активност екстракта гљива

Бројне студије указују на антимикуробно дејство гљива и њихових екстракта против Грам-позитивних, Грам-негативних бактерија, као и против патогених гљива. Према литературним подацима екстракти гљива углавном показују бољу антимикуробну активност против Грам-позитивних бактерија у поређењу са Грам-негативним бактеријама (Alves et al., 2012). Међутим, тешко је изоловати појединачне компоненте одговорне за антимикуробну и антифунгалну активност гљиве. Сматра се да велику улогу у томе имају протеини и пептиди мале молекулске масе, угљени хидрати, посебно глукани итд. Потпуним разјашњавањем механизма деловања ових једињења, екстракти гљива могу се даље користити као основа за различита антимикуробна средства у фармацеутској индустрији или у прехранбеној индустрији за производњу функционалне хране (Zjawiony, 2004; Sanodya et al., 2009; Nayak et al., 2010; Trigos and Medellin, 2011; Kamra and Bhatt, 2012; Alves et al., 2013).

5.5.1.1. Диск дифузиони метод

За одређивање антимикуробне активности одређеног екстракта у *in vitro* условима постоји низ лабораторијских метода. Једна од основних метода је метода дифузије са филтер дисковима. Ова метода даје квалитативне резултате категоризацијом микроорганизама као отпорних, средње отпорних и неотпорних у односу на тестиране антибиотике (Balouiri et al., 2016). Међутим, овај метод није погодан за одређивање минималне инхибиторне концентрације (МИС). Главни недостатак је тај што антимикуробна активност испитиваног узорка у великој мери зависи од хидрофилности присутних компоненти, па се сматра неприкладном за одређивање антимикуробних својстава у присуству хидрофобних једињења. (Jorgensen and Ferraro, 2009; Balouiri et al., 2016). Стога овај метод пружа прелиминарна сазнања о антимикуробном потенцијалу, што треба даље доказати другим прецизнијим методама.

Према подацима у табели 13, може се констатовати да су генерално водени екстракти показали боља антимикуробна својства ($p < 0,05$) у поређењу са етанолним екстрактима (осим према *B. cereus* код свих водених екстракта, према *L. monocytopogenes* код воденог екстракта из *C. versicolor* и према *S. neoformans* код воденог екстракта из *F. torulosa*) што је и очекивано, јер водени екстракти садрже поларна једињења која су хидрофилна (као што су протеини и полисахариди), за које се према литературним подацима зна да поседују добра антимикуробна својства (Karaman et al., 2010). С друге стране, сматра се да етанолни екстракти садрже више полифенолних и терпеноидних једињења, која такође имају одређени антимикуробни потенцијал (Cowan, 1999).

Водени екстракт гљиве *F. torulosus* показао је значајно ($p < 0,05$) боља антимикробна својства према *S. aureus* ($15,7 \pm 0,01$ mm), *L. monocytogenes* ($14,5 \pm 0,02$ mm), *E. faecalis* ($19,0 \pm 0,04$ mm), *S. Enteritidis* ($17,0 \pm 0,03$ mm), *E. coli* ($13,5 \pm 0,02$ mm), *Y. enterocolitica* ($16,7 \pm 0,01$ mm), *S. sonnei* ($11,2 \pm 0,02$ mm), *P. vulgaris* ($16,9 \pm 0,02$ mm) и *C. albicans* ($26,0 \pm 0,01$ mm) у поређењу са етанолним екстрактом исте гљиве. Водени екстракт гљиве *C. versicolor* показао је значајно ($p < 0,05$) бољу активност само према *S. aureus* ($14,1 \pm 0,12$ mm), *L. ivanovii* ($11,1 \pm 0,02$ mm), *E. faecalis* ($17,2 \pm 0,01$ mm), *E. coli* ($9,5 \pm 0,02$ mm), *Y. enterocolitica* ($16,0 \pm 0,01$ mm), *S. sonnei* ($12,5 \pm 0,02$ mm), *P. vulgaris* ($15,7 \pm 0,01$ mm) у поређењу са етанолним екстрактом исте гљиве. Водени екстракт гљиве *S. granulatus* показао је значајно ($p < 0,05$) бољу активност према *S. aureus* ($8,0 \pm 0,02$ mm), *L. monocytogenes* ($11,7 \pm 0,15$ mm), *L. ivanovii* ($14,3 \pm 0,25$ mm), *S. Enteritidis* ($7,0 \pm 0,06$ mm), *E. coli* ($6,5 \pm 0,04$ mm), *Y. enterocolitica* ($19,6 \pm 0,03$ mm), *S. sonnei* ($8,0 \pm 0,01$ mm), *P. vulgaris* ($13,3 \pm 0,04$ mm) и *C. neoformans* ($25,5 \pm 0,01$ mm) у поређењу са етанолним екстрактом исте гљиве.

У погледу етанолних екстраката, екстракт гљиве *C. versicolor* имао је значајно ($p < 0,05$) бољу активност према *L. monocytogenes* ($14,0 \pm 0,03$ mm) у поређењу са воденим екстрактом исте гљиве. Етанолни екстракт гљиве *S. granulatus* показао је значајно ($p < 0,05$) боља антимикробна својства према *B. cereus* ($10,5 \pm 0,02$ mm) у поређењу са воденим екстрактом исте гљиве.

Антимикробна активност испитиваних екстраката упоређена је са три позитивне контроле, тј. са антибиотицима чији је антимикробни ефекат већ познат и доказан, и то тетрациклином и хлорамфениколом који делују против широког спектра патогених бактерија и бифоназол који показује антифунгално дејство.

На основу добијених података, може се приметити да су екстракти генерално показали слабији антимикробни и антифунгални ефекат у поређењу са антибиотицима, што је и очекивано. Међутим, може се видети да је водени екстракт гљиве *F. torulosa* у концентрацији од 10 mg/mL показао бољу активност од тетрациклина и хлорамфеникола према *E. faecalis* и *E. coli*, а у поређењу са хлорамфениколом имао је бољу активност према патогеној бактерији *P. vulgaris*, али није утврђена статистичка значајност. Водени екстракт гљиве *C. versicolor* у истој концентрацији показао је бољи ефекат ($p < 0,05$) од тетрациклина према *S. sonnei*, док је водени екстракт из *S. granulatus* показао бољи ефекат према *L. ivanovii* у поређењу са хлорамфениколом, али није утврђена статистичка значајност. Међутим, ниједан етанолни екстракт није показао боље резултате у поређењу са антибиотицима. Такође, ниједан екстракт није показао бољи антифунгални ефекат у поређењу са бифоназолом, при највишој тест концентрацији од 10 mg/mL.

Табела 13: Антимикробна активност водених и етанолних екстраката гљива (диск дифузиони метод, mm)

Микроорганизам	n	Водени екстракт гљива			Етанолни екстракт гљива			Тетрациклин 30 µg/disc	Хлорамфеникол 30 µg/disc	Бифоназол 30 µg/disc
		<i>Suillus granulatus</i>	<i>Coriolus versicolor</i>	<i>Fuscoporia torulosa</i>	<i>Suillus granulatus</i>	<i>Coriolus versicolor</i>	<i>Fuscoporia torulosa</i>			
		$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$			
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923	3	8,0 ± 0,02 ^{aA}	14,1 ± 0,12 ^{aA}	15,7 ± 0,01 ^{aA}	6,9 ± 0,01 ^{aB}	10,0 ± 0,01 ^{aB}	12,1 ± 0,12 ^{aB}	30,0 ± 0,02 ^a	21,5 ± 0,02 ^a	н.д.*
<i>Bacillus cereus</i> ATCC 10876	3	9,0 ± 0,01 ^{bA}	11,0 ± 0,01 ^{bA}	13,0 ± 0,03 ^{bA}	10,5 ± 0,02 ^{bB}	11,5 ± 0,02 ^{bA}	13,5 ± 0,02 ^{bA}	11,8 ± 0,01 ^b	19,0 ± 0,04 ^b	н.д.
<i>Listeria monocytogenes</i> ATCC 19115	3	11,7 ± 0,15 ^{cA}	7,1 ± 0,07 ^{cA}	14,5 ± 0,02 ^{cA}	7,5 ± 0,03 ^{cB}	14,0 ± 0,03 ^{cB}	11,0 ± 0,05 ^{cB}	15,0 ± 0,03 ^c	14,1 ± 0,01 ^c	н.д.
<i>Listeria ivanovii</i> ATCC 19119	3	14,3 ± 0,25 ^{dA}	11,1 ± 0,02 ^{dA}	12,0 ± 0,04 ^{dA}	12,7 ± 0,02 ^{dB}	7,6 ± 0,02 ^{dB}	11,5 ± 0,02 ^{dA}	14,9 ± 0,06 ^d	14,0 ± 0,01 ^d	н.д.
<i>Enterococcus faecalis</i> ATCC 29212	3	5,7 ± 0,15 ^{eA}	17,2 ± 0,01 ^{eA}	19,0 ± 0,04 ^{eA}	5,1 ± 0,07 ^{eA}	15,0 ± 0,01 ^{eB}	13,0 ± 0,04 ^{eB}	16,0 ± 0,02 ^e	17,7 ± 0,02 ^a	н.д.
<i>Salmonella Enteritidis</i> ATCC 13076	3	7,0 ± 0,06 ^{fA}	15,5 ± 0,01 ^{fA}	17,0 ± 0,03 ^{fA}	5,3 ± 0,02 ^{fB}	15,0 ± 0,01 ^{eA}	14,5 ± 0,02 ^{fB}	21,4 ± 0,01 ^f	25,2 ± 0,02 ^f	н.д.
<i>Escherichia coli</i> ATCC 11230	3	6,5 ± 0,04 ^{gA}	9,5 ± 0,02 ^{gA}	13,5 ± 0,02 ^{gA}	4,9 ± 0,03 ^{gB}	8,0 ± 0,01 ^{fB}	11,7 ± 0,04 ^{gB}	11,0 ± 0,02 ^g	12,5 ± 0,02 ^g	н.д.
<i>Yersinia enterocolitica</i> ATCC 27729	3	19,6 ± 0,03 ^{hA}	16,0 ± 0,01 ^{gA}	16,7 ± 0,01 ^{hA}	15,0 ± 0,02 ^{hB}	14,2 ± 0,02 ^{gB}	13,2 ± 0,03 ^{hB}	27,1 ± 0,01 ^h	26,8 ± 0,02 ^h	н.д.
<i>Shigella sonnei</i> ATCC 29930	3	8,0 ± 0,01 ^{iA}	12,5 ± 0,02 ^{iA}	11,2 ± 0,02 ^{iA}	7,3 ± 0,02 ^{iB}	10,0 ± 0,02 ^{aB}	10,5 ± 0,04 ^{iB}	11,8 ± 0,01 ^b	13,1 ± 0,01 ⁱ	н.д.
<i>Proteus vulgaris</i> ATCC 8427	3	13,3 ± 0,04 ^{iA}	15,7 ± 0,01 ^{iA}	16,9 ± 0,02 ^{iA}	4,5 ± 0,01 ^{jB}	14,0 ± 0,01 ^{cB}	16,1 ± 0,02 ^{iA}	18,7 ± 0,01 ⁱ	16,3 ± 0,01 ^j	н.д.
<i>Candida albicans</i> ATCC 10259	3	н.д.	23,5 ± 0,02 ^{kA}	26,0 ± 0,01 ^{kA}	н.д.	23,0 ± 0,04 ^{iA}	23,0 ± 0,01 ^{kB}	н.д.	н.д.	33,5 ± 0,01 ^a
<i>Cryptococcus neoformans</i> ATCC 76484	3	25,5 ± 0,01 ^{kA}	н.д.	20,7 ± 0,02 ^{iA}	22,3 ± 0,18 ^{kB}	н.д.	21,6 ± 0,03 ^{iA}	н.д.	н.д.	28,0 ± 0,03 ^b

^{a-1} – вредности истог екстракта различитих врста гљива означене различитим словима статистички се значајно разликују ($p < 0,05$), ANOVA, post hoc Tukey-ев тест; ^{A,B} – вредности различитих екстраката исте врсте гљиве означене различитим словима статистички се значајно разликују ($p < 0,05$), T-тест; *н.д. – није одређено.

5.5.1.2. Микродилуциони метод

Микродилуциони метод је брз, квантитативни поступак за одређивање МИС на основу промене боје изазване ензимском активношћу вијабилних бактерија. Добро дефинисане крајње тачке настају као резултат метаболичке активности бактерија, тј. редукција ТТС (Klaus et al., 2016).

Према подацима приказаним у табели 14, може се приметити да микродилуциони метод прати тренд методе дифузије са филтер дисковима, тако да су очекивано бољи резултати добијени са воденим екстрактима у односу на етанолне екстракте. Наиме, између испитиваних водених екстраката, екстракт гљиве *F. torulosa* показао је значајно ($p < 0,05$) ниже МИС вредности према *S. aureus* (1,5 mg/mL), *L. monocytogenes* (0,5 mg/mL), *L. ivanovii* (5,0 mg/mL), *E. faecalis* (0,3 mg/mL), *E. coli* (0,3 mg/mL), *P. vulgaris* (0,5 mg/mL) и *C. albicans* (1,5 mg/mL) у поређењу са етанолним екстрактом исте гљиве. Водени екстракт гљиве *C. versicolor* показао је значајно ($p < 0,05$) ниже МИС вредности према *S. aureus* (5,0 mg/mL), *E. faecalis* (1,5 mg/mL), *S. Enteritidis* (0,5 mg/mL), *E. coli* (1,5 mg/mL) и *Y. enterocolitica* (10,0 mg/mL) у поређењу са етанолним екстрактом исте гљиве. Водени екстракт гљиве *S. granulatus* показао је значајно ($p < 0,05$) ниже МИС вредности према *S. aureus* (10,0 mg/mL), *L. ivanovii* (2,5 mg/mL), *E. coli* (5,0 mg/mL), *Y. enterocolitica* (2,5 mg/mL), *S. sonnei* (20,0 mg/mL), *P. vulgaris* (5,0 mg/mL) и *C. neoformans* (0,5 mg/mL) у поређењу са етанолним екстрактом исте гљиве.

Међу испитиваним етанолним екстрактима, екстракт гљиве *F. torulosa* показао је бољи ефекат ($p < 0,05$) према *B. cereus* (1,5 mg/mL) и *C. neoformans* (2,5 mg/mL) у поређењу са воденим екстрактом исте гљиве. Етанолни екстракт гљиве *C. versicolor* показао је бољи ефекат ($p < 0,05$) према *B. cereus* (5,0 mg/mL) и *L. monocytogenes* (2,5 mg/mL) у поређењу са воденим екстрактом исте гљиве, док је код етанолни екстракт гљиве *S. granulatus* утврђена нижа ($p < 0,05$) МИС вредност према *B. cereus* (10,0 mg/mL) у поређењу са воденим екстрактом исте гљиве.

У погледу МВС и МФС, код водени екстракт гљиве *F. torulosa* утврђене су ниже ($p < 0,05$) вредности према *L. monocytogenes*, *L. ivanovii* и *P. vulgaris* (5,0 mg/mL), *E. faecalis* (0,5 mg/mL) и *E. coli* (1,5 mg/mL) у поређењу са етанолним екстрактом исте гљиве. Водени екстракт гљиве *C. versicolor* показао је бољи ефекат ($p < 0,05$) према *E. faecalis*, *S. Enteritidis* и *P. vulgaris* (5,0 mg/mL), *S. sonnei* (20,0 mg/mL) и *C. albicans* (10,0 mg/mL) у поређењу са етанолним екстрактом исте гљиве. Са друге стране, код водени екстракт гљиве *S. granulatus* утврђене су значајно ($p < 0,05$) ниже вредности према *L. ivanovii* (5,0 mg/mL), *E. faecalis* (10 mg/mL), *S. Enteritidis* (20,0 mg/mL) и *C. neoformans* (2,5 mg/mL) у поређењу са етанолним екстрактом исте гљиве.

Генерално, на основу добијених резултата, може се закључити да су сви испитивани екстракти од све три врсте гљиве показали добру антимикуробну активност према тестираним патогеним микроорганизмима. На основу добијених резултата може се приметити да су водени и етанолни екстракати гљива *C. versicolor* и *F. torulosa* показали бољу антимикуробну активност против већине тестираних Грам-позитивних бактерија, док су водени и етанолни екстракати гљиве *S. granulatus* показали боље вредности у односу на већину тестираних Грам-негативних бактерија. Наиме, код свих испитиваних екстраката примећена је одређена антифунгална активност.

Добијени подаци о антимикробној активности испитиваних екстраката у овом истраживању, у великој мери поклапају се са литературним подацима. Многи аутори наводе да водени екстракти показују јаку антимикробну активност (Gerasimenya et al., 2002; Karaman et al., 2013). Сматра се да присуство угљених хидрата (нарочито глукана), протеина, фенола, терпена и других једињења, као и њихови облици, утичу на антимикробну и антифунгалну активност гљиве (Ishmael et al., 2017). Ове компоненте се називају и секундарни метаболити, а њихова примарна функција је заштита гљиве од негативних спољних утицаја. Али с друге стране, делују идентично као синтетички антибиотици и показују јаку антимикробну активност (Özcan and Ertan, 2018). Сматра се да је β -глюкан главни носилац антимикробне активности код гљива (Özcan and Ertan, 2018) што се поклапа са резултатима овог истраживања, односно бољи резултати са воденим екстрактима су вероватно због чињенице да ови екстракти садрже већи садржај β -глукана (Giavasis, 2014). β -глюкани гљива су полимери који садрже (1 \rightarrow 3)- β -везе главног ланца повезаних са појединачним (1 \rightarrow 6)- β -везама сваког трећег остатка D-глукозида. Могу се пронаћи и друге конформације (1 \rightarrow 3)- и (1 \rightarrow 6)- β -везивања које показују биолошку активност (Chang and Miles, 2004). Али, с друге стране, ако се направи поређење са моносахаридним саставом екстраката, може се приметити да водени екстракти гљиве *S. granulatus* и *C. versicolor* имају највећи укупни садржај испитиваних моносахарида, што такође доприноси њиховој антимикробној активности. Разлике између добијених резултата и литературних података објашњавају се различитим поступцима екстракције, јачином екстракционог средства (алкохола), као и условима гајења и хемијског састава гљиве.

Reis et al. (2014) су истраживали да ли гљива *S. granulatus* може бити класификована у групу функционалне хране, а поред осталих својстава утврдили су и антимикробни ефекат метанолног екстракта ове гљиве. Извршена је упоредна анализа између узорака гљиве *S. granulatus* прикупљених на територији Републике Португалије и Републике Србије. Аутори су утврдили да, генерално, гљиве прикупљене на територији Републике Србије дају боље резултате, МИС: 0,04–0,15 mg/mL, односно МВС: 0,05–0,20 mg/mL. Тест је изведен на више патогених бактерија, као нпр. *E. coli* (ATCC 35210), *P. aeruginosa* (ATCC 27853), *S. typhimurium* (ATCC 13311), *Enterobacter cloacae* (ATCC 35030), *S. aureus* (ATCC 6538), *B. cereus* (клинички изолат), *Micrococcus flavus* (ATCC 10240), и *L. monocytogenes* (NCTC 7973). У погледу антифунгалног деловања, добијени су слични резултати код свих испитиваних гљива, и то МИС: 0,025–0,45 mg/mL и МФС: 0,05–0,80 mg/mL. Међутим, аутори истичу да су вредности ниже у поређењу са стандардима за бифоназол и катеконазол (МИС: 0,1–1,0 mg/mL; МФС: 0,2–1,5 mg/mL).

Zaidi et al. (2013) су истраживали антимикробни ефекат и биолошки потенцијал воденог екстракта гљиве *T. versicolor* (*C. versicolor*). Аутори истичу да су најниже вредности за МИС (3 mg/mL и 6 mg/mL) екстракти показали према патогеним *S. pyogenes* и *Microsporium gypsum*, респективно.

Hleba et al. (2014) су истраживали антимикробни ефекат метанолних екстраката гљива *G. lucidum* и *T. versicolor* (*C. versicolor*). Аутори објашњавају да је највећи антимикробни ефекат испитиваних екстраката утврђен према квасцу *S. cerevisiae* са МИС₅₀ вредношћу од 3 μ g/mL за екстракт гљиве *G. lucidum*. Значајно већа МИС₅₀ од 24 μ g/mL добијена је за екстракт гљиве *T. versicolor* (*C. versicolor*).

Табела 14: Антимикробна активност водених и етанолних екстраката гљива (микродилуциони метод)

Микроорганизам	n	mg/mL	Водени екстракт гљива			Етанолни екстракт гљива		
			<i>Suillus granulatus</i>	<i>Coriolus versicolor</i>	<i>Fuscoporia torulosa</i>	<i>Suillus granulatus</i>	<i>Coriolus versicolor</i>	<i>Fuscoporia torulosa</i>
			$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923	3	MIC	10,0 ± 0,0 ^{aA}	5,0 ± 0,0 ^{aA}	1,5 ± 0,0 ^{aA}	20,0 ± 0,0 ^{aB}	10,0 ± 0,0 ^{aB}	2,5 ± 0,0 ^{aB}
		MBC	20,0 ± 0,0 ^{aA}	10,0 ± 0,0 ^{aA}	10,0 ± 0,0 ^{aA}	20,0 ± 0,0 ^{aA}	10,0 ± 0,0 ^{aA}	10,0 ± 0,0 ^{aA}
<i>Bacillus cereus</i> ATCC 10876	3	MIC	20,0 ± 0,0 ^{bA}	10,0 ± 0,0 ^{bA}	5,0 ± 0,0 ^{bA}	10,0 ± 0,0 ^{bB}	5,0 ± 0,0 ^{bB}	1,5 ± 0,0 ^{bB}
		MBC	30,0 ± 0,0 ^{bA}	20,0 ± 0,0 ^{bA}	10,0 ± 0,0 ^{aA}	10,0 ± 0,0 ^{bB}	10,0 ± 0,0 ^{aB}	10,0 ± 0,0 ^{aA}
<i>Listeria monocytogenes</i> ATCC 19115	3	MIC	10,0 ± 0,0 ^{aA}	5,0 ± 0,0 ^{aA}	0,5 ± 0,0 ^{cA}	10,0 ± 0,0 ^{bA}	2,5 ± 0,0 ^{cB}	5,0 ± 0,0 ^{cB}
		MBC	30,0 ± 0,0 ^{bA}	10,0 ± 0,0 ^{aA}	5,0 ± 0,0 ^{bA}	20,0 ± 0,0 ^{aB}	10,0 ± 0,0 ^{aA}	20,0 ± 0,0 ^{bB}
<i>Listeria ivanovii</i> ATCC 19119	3	MIC	2,5 ± 0,0 ^{cA}	5,0 ± 0,0 ^{aA}	5,0 ± 0,0 ^{bA}	10,0 ± 0,0 ^{bB}	5,0 ± 0,0 ^{bA}	10,0 ± 0,0 ^{dB}
		MBC	5,0 ± 0,0 ^{cA}	10,0 ± 0,0 ^{aA}	5,0 ± 0,0 ^{bA}	20,0 ± 0,0 ^{aB}	10,0 ± 0,0 ^{aA}	10,0 ± 0,0 ^{aB}
<i>Enterococcus faecalis</i> ATCC 29212	3	MIC	5,0 ± 0,0 ^{dA}	1,5 ± 0,0 ^{cA}	0,3 ± 0,0 ^{dA}	5,0 ± 0,0 ^{cA}	2,5 ± 0,0 ^{cB}	1,5 ± 0,0 ^{bB}
		MBC	10,0 ± 0,0 ^{cA}	5,0 ± 0,0 ^{cA}	0,5 ± 0,0 ^{cA}	20,0 ± 0,0 ^{aB}	10,0 ± 0,0 ^{aB}	5,0 ± 0,0 ^{cB}
<i>Salmonella Enteritidis</i> ATCC 13076	3	MIC	10,0 ± 0,0 ^{aA}	0,5 ± 0,0 ^{dA}	1,5 ± 0,0 ^{aA}	10,0 ± 0,0 ^{bA}	1,5 ± 0,0 ^{dB}	1,5 ± 0,0 ^{bA}
		MBC	20,0 ± 0,0 ^{aA}	5,0 ± 0,0 ^{cA}	5,0 ± 0,0 ^{bA}	30,0 ± 0,0 ^{cB}	10,0 ± 0,0 ^{aB}	5,0 ± 0,0 ^{cA}
<i>Escherichia coli</i> ATCC 11230	3	MIC	5,0 ± 0,0 ^{dA}	1,5 ± 0,0 ^{cA}	0,3 ± 0,0 ^{dA}	10,0 ± 0,0 ^{bB}	2,5 ± 0,0 ^{cB}	0,5 ± 0,0 ^{cB}
		MBC	20,0 ± 0,0 ^{aA}	5,0 ± 0,0 ^{cA}	1,5 ± 0,0 ^{dA}	20,0 ± 0,0 ^{aA}	5,0 ± 0,0 ^{bA}	5,0 ± 0,0 ^{cB}
<i>Yersinia enterocolitica</i> ATCC 27729	3	MIC	2,5 ± 0,0 ^{cA}	10,0 ± 0,0 ^{bA}	10,0 ± 0,0 ^{eA}	5,0 ± 0,0 ^{cB}	20,0 ± 0,0 ^{cB}	10,0 ± 0,0 ^{dA}
		MBC	5,0 ± 0,0 ^{cA}	20,0 ± 0,0 ^{bA}	30,0 ± 0,0 ^{eA}	5,0 ± 0,0 ^{dA}	н.д.*	20,0 ± 0,0 ^{bB}
<i>Shigella sonnei</i> ATCC 29930	3	MIC	20,0 ± 0,0 ^{bA}	10,0 ± 0,0 ^{bA}	10,0 ± 0,0 ^{eA}	30,0 ± 0,0 ^{dB}	10,0 ± 0,0 ^{aA}	10,0 ± 0,0 ^{dA}
		MBC	40,0 ± 0,0 ^{dA}	20,0 ± 0,0 ^{bA}	20,0 ± 0,0 ^{fA}	40,0 ± 0,0 ^{cA}	30,0 ± 0,0 ^{cB}	20,0 ± 0,0 ^{bA}
<i>Proteus vulgaris</i> ATCC 8427	3	MIC	5,0 ± 0,0 ^{dA}	5,0 ± 0,0 ^{aA}	0,5 ± 0,0 ^{cA}	10,0 ± 0,0 ^{bB}	5,0 ± 0,0 ^{bA}	1,5 ± 0,0 ^{bB}
		MBC	20,0 ± 0,0 ^{aA}	5,0 ± 0,0 ^{cA}	5,0 ± 0,0 ^{bA}	20,0 ± 0,0 ^{aA}	10,0 ± 0,0 ^{aB}	10,0 ± 0,0 ^{bB}
<i>Candida albicans</i> ATCC 10259	3	MIC	н.д.	5,0 ± 0,0 ^{aA}	1,5 ± 0,0 ^{aA}	н.д.	5,0 ± 0,0 ^{bA}	5,0 ± 0,0 ^{cB}
		MFC	н.д.	10,0 ± 0,0 ^{aA}	10,0 ± 0,0 ^{aA}	н.д.	20,0 ± 0,0 ^{dB}	10,0 ± 0,0 ^{aA}
<i>Cryptococcus neoformans</i> ATCC 76484	3	MIC	0,5 ± 0,0 ^{eA}	н.д.	5,0 ± 0,0 ^{bA}	1,5 ± 0,0 ^{dB}	н.д.	2,5 ± 0,0 ^{aB}
		MFC	2,5 ± 0,0 ^{eA}	н.д.	20,0 ± 0,0 ^{fA}	5,0 ± 0,0 ^{dB}	н.д.	20,0 ± 0,0 ^{bA}

^{a-1} – вредности истог екстракта различитих врста гљива означене различитим словима статистички се значајно разликују ($p < 0,05$), ANOVA, post hoc Tukey-ев тест.

^{A, B} – вредности различитих екстраката исте врсте гљиве означене различитим словима статистички се значајно разликују ($p < 0,05$),

T-тест. * Вредности SD су 0,0 јер су резултати три мерења идентични; *н.д. – није одређено.

Awala и Oyetaayo (2015) су спровели хемијска и антимикуробна истраживања на метанолном екстракту гљиве *Trametes elegans* из Нигерије. Аутори су утврдили да је у погледу антимикуробног деловања метанолни екстракт показао најбољи ефекат према *B. cereus* (зона инхибиције 20,50 mm) и *Salmonella typhi* (зона инхибиције 12,17 mm) при концентрацији од 50 mg/mL, а добијени резултати су били бољи у погледу контроле, гентамицина.

С друге стране, Khadhri et al. (2017) су изучавали биоактивне компоненте изоловане из неколико врста гљива са територије Туниса. У погледу антимикуробних својстава, аутори истичу да су етанолни екстракти из врсте *P. torulosus* (*F. torulosa*) имали МИС вредност од 12,5 mg/mL према бактеријама *P. aeruginosa*, *E. faecalis* и *S. aureus*, док су вредности МВС према овим патогенима био 25 mg/mL, што је много слабији ефекат у поређењу са резултатима добијеним у овом истраживању. Етанолни екстракт из *T. versicolor* (*C. versicolor*) показао је најбољу МИС вредност од 6,25 mg/mL према *E. faecalis*, а његова МВС вредност је била 12,5 mg/mL, што је такође слабија антимикуробна активност у поређењу са резултатима истог екстракта у овом истраживању.

Dulger et al. (2005) истраживао је антимикуробни ефекат гљиве *P. torulosus* (*F. torulosa*) против неколико врста микроорганизама. Аутори су открили да сва анализирана екстракциона средства (етанол, етил ацетат, ацетон и хлороформ) за припрему екстракта гљива показују антимикуробно дејство на бројне микроорганизме. Екстракти су имали ефекат према *Kluyveromyces fragilis* (20,0 mm зона инхибиције са етанолним екстрактом), *Rhodotorula rubra* (18,0 mm зона инхибиције са екстрактом етил ацетата) и *C. albicans* (22,2 mm зона инхибиције са етанолним екстрактом). Аутори закључују да етанолни екстракт даје боље резултате код диск дифузионе методе у поређењу са осталим испитиваним екстрагентима.

Balakumar et al. (2011) су истраживали антимикуробни ефекат воденог и метанолног екстракта плодноносних тела гљиве *Phellinus* sp. Аутори истичу да се зона инхибиције патогена у присуству воденог екстракта кретала од 42 до 19 mm, што су веће вредности у поређењу са резултатима воденог екстракта гљиве *F. torulosa* у овом истраживању. Максимална активност од 42 mm је примећена код воденог екстракта из *Phellinus* sp. према *P. aeruginosa*, 34 mm према *S. typhi* и 19 mm према *Streptococcus mutans*. Када је реч о антифунгалном деловању, аутори указују да се зона инхибиције кретала од 20 до 5 mm за водени екстракт и од 35 до 3 mm за метанолни екстракт.

Ishmael et al. (2017) су спровели упоредно истраживање о антимикуробној активности неколико врста гљива, и утврдили су да је метанолни екстракт гљиве *L. deliciosus* показао најбоље резултате према тестираним микроорганизмима као резултат њиховог највећег садржаја фенола (17,25 mg/g). МИС екстракта према тестираним микроорганизмима (*B. cereus*, *B. subtilis*, *P. aeruginosa*, *C. albicans* и *C. neoformans*) износила је 10 mg/mL.

Утврђено је да су се нерастворљиви глукан изолован из пивског квасца и SSG глукан изолован из гљива *Sclerotinia sclerotiorum* показали врло ефикасним компонентама према *Mycobacterium tuberculosis* у *in vitro* условима, док PGG глукан инокулисан код мишева може инхибирати раст *S. aureus* (Giavasis, 2014).

Према Patel et al. (2012) метанолни екстракт гљиве *Pleurotus* sp. показао значајну антимикуробну активност према *E. coli*, *S. epidermidis*, *S. aureus*, као и *Candida*

sp. *Streptococcus* sp. и *Enterococcus* sp. Такође је примећена инхибиција *Bacillus megaterium*, *S. aureus*, *E. coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *C. albicans*, *C. glabrata*, врста из *Trichophyton* и *Epidermophyton*, али вредности су биле ниже у поређењу са стрептомицином и низином. Према ауторима, антимикубно дејство екстраката у великој мери зависи од природе растварача.

Према Reis et al. (2013) метанолни екстракт гљиве *Cordyceps militaris* показао је јак антимикубни потенцијал према *B. cereus* (MIC–0,015mg/mL; MBC–0,03 mg/mL) и *P. aeruginosa* (MIC–0,015 mg/mL; MBC–0,03 mg/mL). Најотпорнија бактерија на овај екстракт била је *S. Typhimurium* (MIC–3,00 mg/mL; MBC–6,25 mg/mL).

Резистентност патогена на све већи број синтетичких антибиотика постаје све већи проблем у медицини, а то намеће потребу за проналажењем нових извора антибиотских једињења која делују на патогене микроорганизме. Због тога многи аутори сматрају да су гљиве одлични извор антибиотских једињења која се лако могу екстраховати и комерцијализовати (Kodiyalmath and Krishnapra, 2017).

Matijašević et al. (2016) третирали су *S. aureus* са метанолним екстрактом гљиве *C. versicolor* и утврдили да су бактерије изгледале издужено и изобличено, а неке су имале рупе на ћелијском зиду. Са друге стране, након третмана бактерије *S. Enteritidis* СЕМ анализом доказали су да су бактерије скраћене са повећаном компактношћу, што указује да ћелије нису успеле да достигну свој пуни раст.

Етанолни екстракт гљиве *Laetiporus sulphureus* из природних станишта показује антимикубну активност према *S. aureus* и *E. coli*, што се може доказати путем СЕМ-а. Наиме, након третмана, општећење ћелија је велико, ћелије су валовите и са многим удубљењима (Younis et al., 2019). С друге стране, Sukmawati et al. (2019) истичу да се са увећањем од 20 000 пута на СЕМ-у, могу видети значајне морфолошке промене на ћелијама патогене бактерије *S. aureus*, као и њихово општећење које је праћено неправилним, заобљеним облицима које се може видети након третмана етанолним екстрактом гљиве *A. auricula*.

5.5.2. Антиоксидативна активност екстраката гљива

Фенолна једињења се убрајају међу најчешће коришћене биљне секундарне метаболите. Способност ових једињења да делују као антиоксиданси данас је добро позната. Полифеноли су мултифункционални антиоксиданси који делују као редуccionи агенси и као донатори водоника (Wong et al., 2009). Гљиве имају способност да акумулирају низ секундарних метаболита, укључујући фенолна једињења, поликетиде, терпене и стероиде. Бројни аутори потврђују да њихова фенолна једињења показују изванредну антиоксидативну активност, а нису мутагена. С друге стране, и флавоноиди показују значајну антиоксидативну активност која се разликује у зависности од њихове структуре и функционалних група (Firuzi et al., 2005; Ramirez-Anguiano et al., 2007; Ivone et al., 2016).

У многим истраживањима је потврђено да неки од најчешће коришћених синтетичких антиоксиданаса у прехранбеној индустрији, као што су бутил хидроксианизол (ВНА) и бутил хидрокситолуен (ВНТ), поседују одређене токсичне особине. Због тога је од посебног значаја коришћење антиоксидативних компоненти природног порекла у индустријској производњи (Vidović, 2011).

5.5.2.1. Способност хватања слободних DPPH радикала

Органско једињење, 1,1-дифенил-2-пикрилхидразил (DPPH), представља тамнољубичасто обојени кристални прах. Метода DPPH тестом је заснована на губитку љубичасте боје раствора DPPH радикала у присуству антиоксиданаса, при чему настаје редуковани облик бледо жуте боје, DPPH-H. Потенцијал „хватања“ слободних радикала испитиваних екстраката одређује се мерењем њихове способности да неутралишу 1,1-дифенил 2-пикрилхидразил радикале (Рашета, 2016; Sirivibulkovit et al., 2018). Неутрализацију слободних радикала DPPH врше првенствено фенолна једињења помоћу два механизма: најпре, фенолно једињење делује као донор водоникових атома при чему настаје редуковани, неутрални DPPH-H облик и арилокси радикал. Затим настали арилокси радикал може реаговати са још једним DPPH радикалом и при то долази до њихове кондензације и преласка у неутралан молекул (Wei and Shibamoto, 2007; Рашета, 2016). Ова метода је једна од најчешће коришћених за одређивање антиоксидативног потенцијала испитиваног материјала.

Применом DPPH теста може се одредити и антиоксидативно деловање познатих супстанци. Тако, ВНТ достиже вредност RSC (капацитет хватања радикала) од 94,52% при концентрацији од 0,02 mg/mL. При истој концентрацији, α -токоферол показује антиоксидативну активност (RSC) од 98,15% (Vidović, 2011). С друге стране, концентрација витамина С која је неопходна за инхибирање дејства 50% DPPH радикала износи 0,005 mg/mL (Vidović, 2011).

Према подацима са графика 1 и графика 2 може се приметити да су у погледу способности хватања DPPH радикала, водени екстракти генерално показали бољу антиоксидативну активност, али није утврђена статистичка значајност. Редослед антиоксидативног капацитета са аспекта хватања DPPH радикала у воденим екстрактима гљива био је: *F. torulosa* > *C. versicolor* > *S. granulatus*, односно $38,08 \pm 0,20\%$ – $82,64 \pm 0,04\%$ > $38,04 \pm 0,32\%$ – $80,66 \pm 0,60\%$ > $35,99 \pm 0,42\%$ – $75,25 \pm 0,07\%$. Исти редослед се могао уочити и у етанолним екстрактима, односно $39,58 \pm 0,47\%$ – $82,54 \pm 0,10\%$ > $39,95 \pm 0,05\%$ – $80,17 \pm 0,13\%$ > $34,65 \pm 0,54\%$ – $74,64 \pm 0,21\%$.

Стога може се видети да су при највишој тест концентрацији од 10 mg/mL, сви испитивани екстракти компетитивни α -токоферолу као позитивној контроли и показали су боље вредности од ВНТ (58,90%).

Најнижа IC₅₀ вредност (табела 16 и табела 17) у воденим и етанолним екстрактима утврђена је у екстракту гљиве *F. torulosa* ($0,02 \pm 0,06$ mg/mL, респективно $0,13 \pm 0,02$ mg/mL). Међу свим испитиваним екстрактима са аспекта IC₅₀ вредности утврђена је значајна разлика ($p < 0,05$) између воденог и етанолног екстракта, као и између испитиваних екстраката гљива за сваки екстракт посебно.

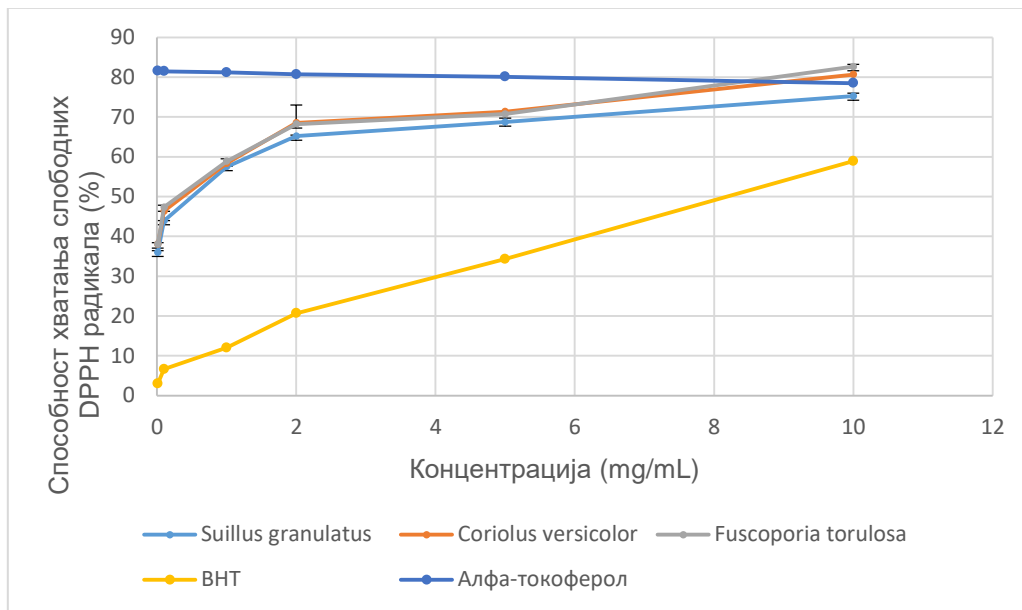


График 1: Способност хватања слободних DPPH радикала водених екстраката гљива ($\bar{x} \pm SD$)

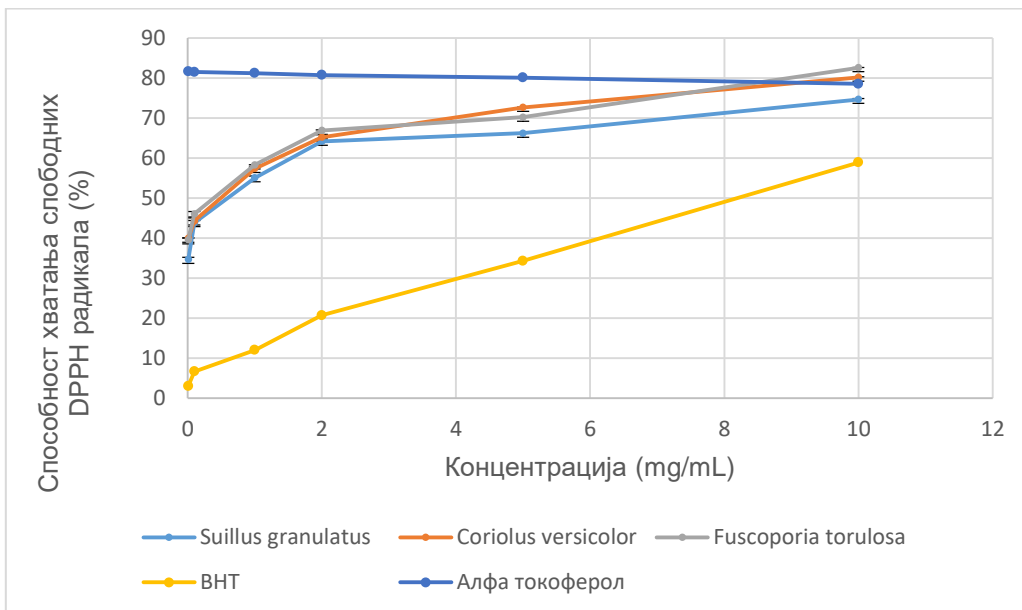


График 2: Способност хватања слободних DPPH радикала етанолних екстраката гљива ($\bar{x} \pm SD$)

Табела 15: Индекс антиоксидативне активности (ААИ) водених и етанолних екстраката гљива

Водени екстракт гљива	n	ААИ	Етанолни екстракт гљива	n	ААИ
		$\bar{x} \pm SD$			$\bar{x} \pm SD$
<i>Suillus granulatus</i>	3	0,06 ± 0,00 ^{aA}	<i>Suillus granulatus</i>	3	0,04 ± 0,03 ^{aB}
<i>Coriolus versicolor</i>	3	0,92 ± 0,02 ^{bA}	<i>Coriolus versicolor</i>	3	0,15 ± 0,02 ^{bB}
<i>Fuscoporia torulosa</i>	3	1,71 ± 0,02 ^{cA}	<i>Fuscoporia torulosa</i>	3	0,31 ± 0,01 ^{cB}

^{a,b,c} – вредности истог екстракта различитих врста гљива означене различитим словима статистички се значајно разликују ($p < 0,05$), ANOVA, post hoc Tukey-ев тест.

^{A,B} – вредности различитих екстраката исте врсте гљиве означене различитим словима статистички се значајно разликују ($p < 0,05$), Т-тест.

Према подацима приказаним у табели 15, на основу вредности за ААИ (индекс антиоксидативне активности), водени екстракт гљиве *F. torulosa* припада групи антиоксиданаса са јаком антиоксидативном активношћу ($1,71 \pm 0,02$), док водени екстракт гљиве *C. versicolor* припада групи антиоксиданаса са умереном антиоксидативном активношћу ($0,92 \pm 0,02$) (Scherer and Godoy, 2009).

5.5.2.2. Способност редукције јона гвожђа

Способност редукције јона гвожђа једна је од метода за одређивање антиоксидативног капацитета испитиваног материјала. Метода зависи од редукције ферри-трипиридилтриазин комплекса (Fe(III)-ТРТЗ) до феро-трипиридилтриазин комплекса (Fe(II)-ТРТЗ) при ниској рН вредности (Benzie and Strain, 1996). Бројне студије су показале да је ово изузетно осетљива метода за одређивање укупног антиоксидативног потенцијала различитих испитиваних материјала, као што су биљке, биолошки флуиди, екстракти итд. (Rattanachitthawat et al., 2010; Szollosi and Varga, 2002).

Према подацима приказаним на графику 3 и графику 4 може се видети да ниједан од испитиваних екстраката није био компетитиван позитивној контроли, аскорбинској киселини, ни у једној од испитиваних концентрација. Међутим, према подацима у табели 16 и табели 17 може се закључити да су значајно ($p < 0,05$) боља редукциона својства показали водени екстракти у поређењу са етанолним екстрактима. IC₅₀ вредности су се повећавале према следећем редоследу: *F. torulosa* < *C. versicolor* < *S. granulatus*, односно $0,09 \pm 0,03$ mg/mL < $0,30 \pm 0,05$ mg/mL < $0,95 \pm 0,02$ mg/mL.

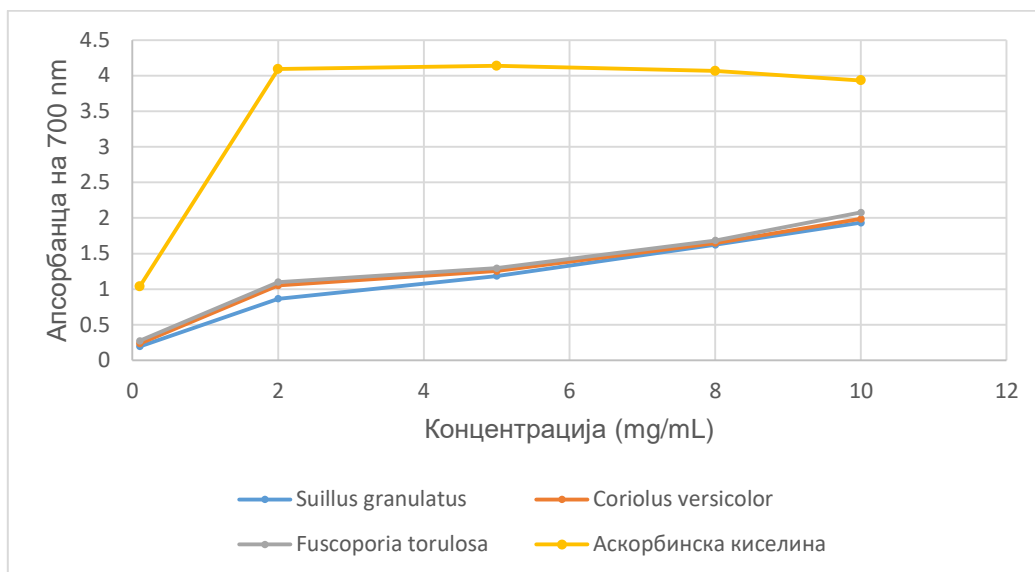


График 3: Редукциона способност водених екстраката гљива ($\bar{x} \pm SD$)

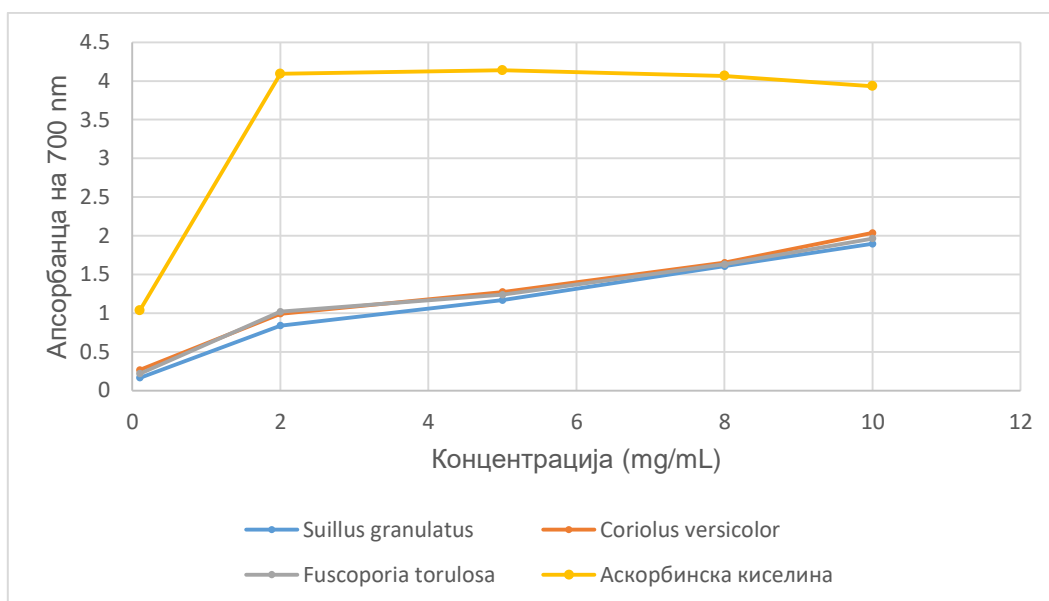


График 4: Редукциона способност етанолних екстраката гљива ($\bar{x} \pm SD$)

5.5.2.3. Способност хелирања јона гвожђа

Антиоксиданси могу деловати на више начина, као што су пренос електрона, пренос атома водоника и хелирање металних јона Fe^{2+} , Cu^{2+} и Zn^{2+} (Prior et al., 2005). Сматра се да је хелирање металних јона један од главних механизма у одређивању антиоксидативне активности екстраката, а бројне студије указују на то да је присуство јона бакра и гвожђа у храни узрок многих дегенеративних болести (Santos

et al., 2017). Такође, присуство ових јона у храни, у зависности од рН вредности околине, може проузроковати липидну пероксидацију, а тиме и нарушити сензорне карактеристике производа (Santos et al., 2017; Schenkeveld et al., 2017). Међутим, употребом хелирајућих агенаса које се компетитивно везују за јоне метала и њиховом конверзијом у растворљиви облик могу се контролисати и смањити присуство ових штетних компоненти (Schenkeveld et al., 2017).

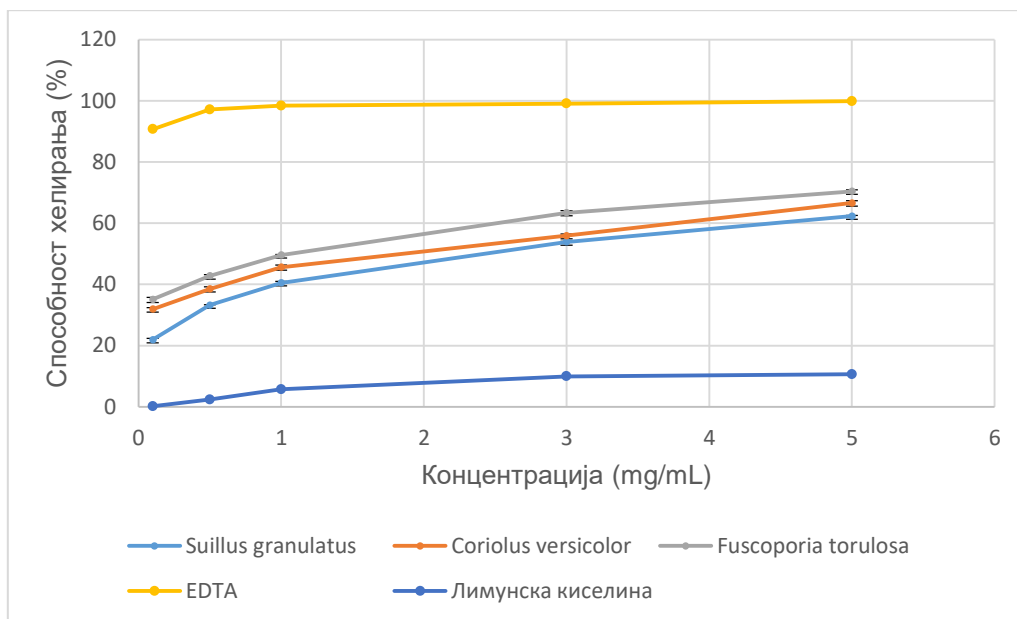


График 5: Способност хелирања јона гвожђа водених екстраката гљива ($\bar{x} \pm SD$)

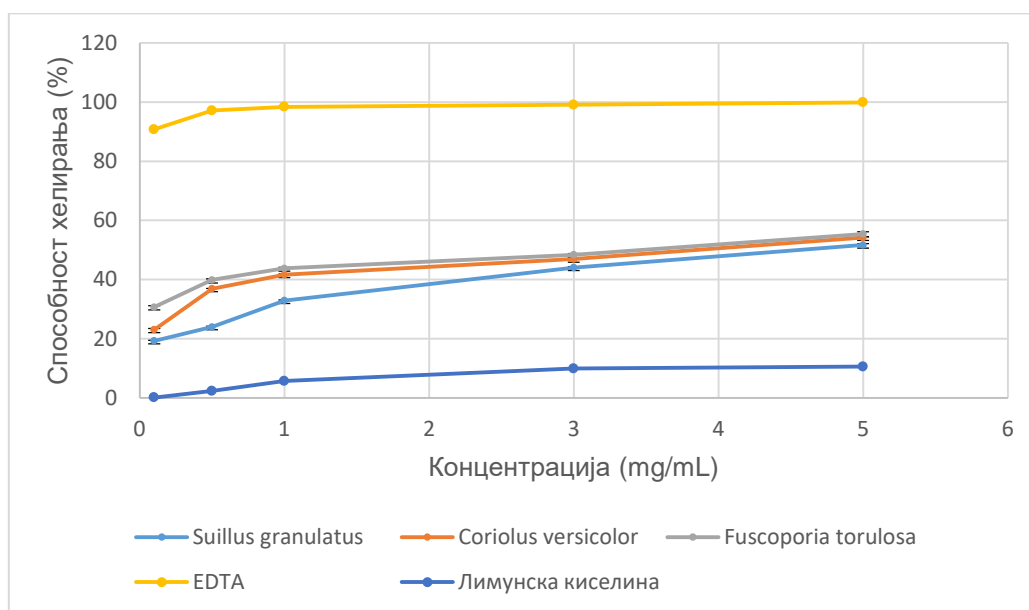


График 6: Способност хелирања јона гвожђа етанолних екстраката гљива ($\bar{x} \pm SD$)

На основу података представљених на графику 5 и графику 6 може се видети да су сви испитивани екстракти показали статистички значајно ($p < 0,05$) боља антиоксидативна својства у погледу хелирања јона гвожђа у поређењу са лимунском киселином, али ниједан од испитиваних екстраката није био компетитиван са EDTA ни у једној од испитиваних концентрација. Генерално, може се приметити да су водени екстракти показали бољу активност у поређењу са етанолним екстрактима.

Вредности водених екстраката кретале су се према следећем редоследу: *F. torulosa* > *C. versicolor* > *S. granulatus*, односно $35,12 \pm 0,68\%$ – $70,40 \pm 0,48\%$ > $31,91 \pm 0,46\%$ – $66,57 \pm 0,76\%$ > $21,93 \pm 0,41\%$ – $62,31 \pm 0,23\%$. Вредности етанолних екстраката кретале су се према следећем редоследу: *F. torulosa* > *C. versicolor* > *S. granulatus*, односно $30,73 \pm 0,42\%$ – $55,42 \pm 0,76\%$ > $23,07 \pm 0,40\%$ – $54,20 \pm 0,32\%$ > $19,28 \pm 0,22\%$ – $51,68 \pm 0,46\%$. Према IC_{50} вредностима (табела 16) за водене екстракте, може се констатовати да је активност расла према следећем редоследу: *F. torulosa* ($1,59 \pm 0,02$ mg/mL) < *C. versicolor* ($2,26 \pm 0,02$ mg/mL) < *S. granulatus* ($2,94 \pm 0,03$ mg/mL). У етанолним екстрактима, способност хелирања јона гвожђа варирала је од 21,93% до 70,40%, односно према IC_{50} вредностима од $3,44 \pm 0,04$ mg/mL до $4,37 \pm 0,03$ mg/mL (табела 17).

5.5.2.4. Одређивање антиоксидативне активности методом коњугованих диена

Једна од многих метода за одређивање антиоксидативног потенцијала одређеног материјала је метода коњугованих диена која се заснива на смањењу присуства коњугованих диена који настају као резултат пероксидације липида. Наиме, у присуству антиоксиданта, пероксидација липида је минимална, све док постоји довољна количина антиоксиданта. У овом случају реакција између антиоксиданта и разграђеног липидног радикала је занемарљива. Метода коњугованих диена заснива се на способности присутног антиоксиданса да успорава оксидацију коњугованих диена, који могу формирати само полинезасићене масне киселине. Ова реакција траје све док се тренутна количина антиоксиданта не потроши (Huang et al., 2005).

С обзиром на то да оксидативни стрес може иницирати пероксидацију липида (Petersen and Doorn, 2004), за извођење овог антиоксидативног теста као супстрат најчешће се користи линоленска киселина, која има способност да формира само једну врсту коњугованог диена. Због тога се сматра да овај метод не може дати потпуну слику и процену способности испитиваног материјала да делује превентивно у прехранбеним производима.

Према подацима представљених на графику 7 и графику 8 може се видети да су сви испитивани екстракти показали боље вредности од аскорбинске киселине при концентрацији од 0,1 mg/mL, иако су екстракти достигли своје максималне вредности при концентрацији од 10 mg/mL. При овој концентрацији екстракти су били компетитивни и са другом позитивном контролом, односно α -токоферолом, јер повећање концентрације α -токоферол, као јак антиоксиданс, показује прооксидацијски ефекат. Генерално, у овом антиоксидативном тесту добијене су боље вредности за етанолне екстракте, према следећем редоследу: *F. torulosa* > *C. versicolor* > *S. granulatus*, односно $45,14 \pm 0,23\%$ – $78,12 \pm 0,11\%$ > $44,68 \pm 0,07\%$ – $76,22 \pm$

0,11% > 43,74 ± 0,06% - 71,14 ± 0,07%. Исти тренд смањења антиоксидативне активности је примећен и код водених екстраката испитиваних гљива.

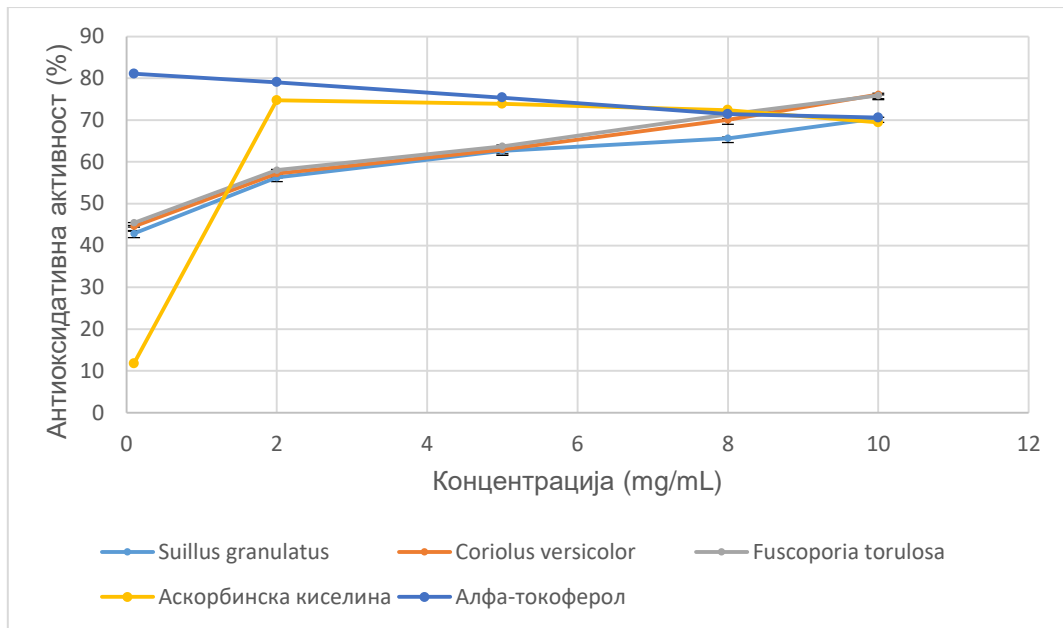


График 7: Антиоксидативна активност водених екстраката гљива (методом коњугованих диена, $\bar{x} \pm SD$)

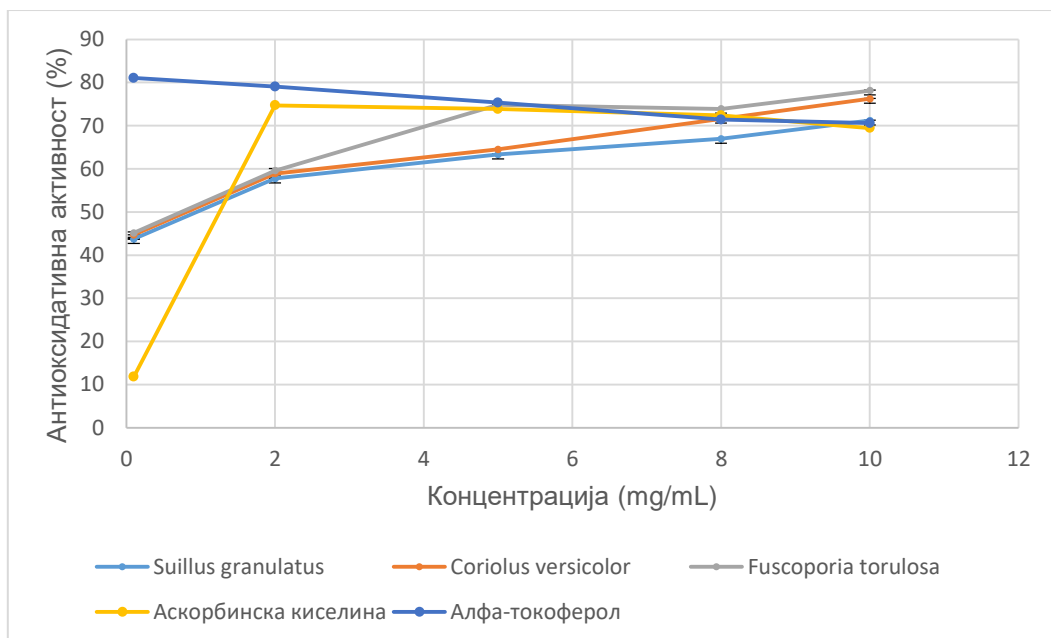


График 8: Антиоксидативна активност етанолних екстраката гљива (методом коњугованих диена, $\bar{x} \pm SD$)

Табела 16: Антиоксидативна активност водених екстраката гљива изражена кроз IC₅₀ вредности

Водени екстракт гљива	n	IC ₅₀ (mg/mL)			
		DPPH	Редукција Fe ³⁺ јона	Хелирање Fe ³⁺ јона	Метод коњугованих диена
		$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$
<i>Suillus granulatus</i>	3	0,61 ± 0,00 ^{aA}	0,95 ± 0,02 ^{aA}	2,94 ± 0,03 ^{aA}	1,12 ± 0,05 ^{aA}
<i>Coriolus versicolor</i>	3	0,04 ± 0,02 ^{bA}	0,30 ± 0,05 ^{bA}	2,26 ± 0,02 ^{bA}	0,82 ± 0,03 ^{bA}
<i>Fuscoporia torulosa</i>	3	0,02 ± 0,06 ^{cA}	0,09 ± 0,03 ^{cA}	1,59 ± 0,02 ^{cA}	0,49 ± 0,04 ^{cA}

^{a,b,c} – вредности истог екстракта различитих врста гљива означене различитим словима статистички се значајно разликују ($p < 0,05$), ANOVA, post hoc Tukey-ев тест.

^{A,B} – вредности различитих екстраката исте врсте гљиве означене различитим словима статистички се значајно разликују ($p < 0,05$), T-тест.

Табела 17: Антиоксидативна активност етанолних екстраката гљива изражена кроз IC₅₀ вредности

Етанолни екстракт гљива	n	IC ₅₀ (mg/mL)			
		DPPH	Редукција Fe ³⁺ јона	Хелирање Fe ³⁺ јона	Метод коњугованих диена
		$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$
<i>Suillus granulatus</i>	3	1,03 ± 0,20 ^{aB}	1,05 ± 0,03 ^{aB}	4,37 ± 0,03 ^{aB}	0,67 ± 0,03 ^{aB}
<i>Coriolus versicolor</i>	3	0,27 ± 0,04 ^{bB}	0,38 ± 0,05 ^{bB}	3,79 ± 0,03 ^{bB}	0,46 ± 0,04 ^{bB}
<i>Fuscoporia torulosa</i>	3	0,13 ± 0,02 ^{cB}	0,45 ± 0,04 ^{bB}	3,44 ± 0,04 ^{cB}	0,38 ± 0,04 ^{bB}

^{a,b,c} – вредности истог екстракта различитих врста гљива означене различитим словима статистички се значајно разликују ($p < 0,05$), ANOVA, post hoc Tukey-ев тест.

^{A,B} – вредности различитих екстраката исте врсте гљиве означене различитим словима статистички се значајно разликују ($p < 0,05$), T-тест.

Из података приказаних у табели 16 и табели 17 може се уочити да су најниже IC₅₀ вредности добијене у етанолном и воденом екстракту гљиве *F. torulosa* (0,38 ± 0,04 mg/mL, односно 0,49 ± 0,04 mg/mL) који су показали статистички значајну разлику ($p < 0,05$) у односу на остале испитиване екстракте. Највеће IC₅₀ вредности добијене су код воденог и етанолног екстракта гљиве *S. granulatus* (1,12 ± 0,05 mg/mL, односно 0,67 ± 0,03 mg/mL). Исто тако, IC₅₀ вредност (0,46 ± 0,04 mg/mL) етанолног екстраката гљиве *C. versicolor* статистички значајно ($p < 0,05$) се разликује од вредност воденог екстраката (0,82 ± 0,03 mg/mL).

Према приказаним подацима може се закључити да су водени екстракти показали боља антиоксидативна својства у погледу способности хватања DPPH радикала, способности смањења јона гвожђа и способности хелирања јона гвожђа, док су етанолни екстракти показали боље вредности антиоксидативног теста за редукцију присуства коњугованих диена. Објашњење за овако добијене активности лежи у томе што се вода као поларно средство за екстракцију показала бољом због већег садржаја већине хемијских компоненти (укупни феноли, угљени хидрати, протеини) за које се сматра да су одговорне за антиоксидативно дејство (Yang, 1999; Santoyo et al., 2009). С друге стране, етанолни екстракти су показали виши садржај флавоноида, али и виши садржај α -глюкана (у екстракту из *C. versicolor* и *F. torulosa*), за који се сматра да доприноси антиоксидативној активности екстраката, а све то потврђују и литературни подаци (Loganathan et al., 2009; Ramesh and Pattar, 2010).

Многа истраживања такође указују на чињеницу да присуство биомолекула одговорних за антиоксидативна својства у гљивама зависи од неколико фактора, као што су врста гљиве, начин узгоја, старост гљива, услови складиштења, методе екстракције и избор екстрагенса (Vamanu and Nita, 2013). Из ових разлога могу се добити различити резултати код исте врсте гљиве која је расла у различитим условима (Mishra et al., 2013). Сматра се да гљиве имају способност акумулирања великог броја једињења са антиоксидативним својствима, а њихово дејство је најизраженије у фази пуне зрелости. Такође се сматра да постоји негативна корелација између садржаја укупних полифенола и IC_{50} вредности гљива (Prasad et al., 2015b).

Антиоксидативна својства компоненти гљива присутних у људској исхрани приписују се биоактивним молекулима, укључујући витамине (нпр. С и Е), флавоноиде и друга фенолна једињења или каротеноиде (Carocho and Ferreira, 2013).

Иако су полисахариди увек сматрани компонентама одговорним за њихова антиоксидативна својства, већина истраживања данас је фокусирана на присуство фенолних компоненти у погледу антиоксидативне активности гљива. Екстракти гљива садрже мешавину полисахарида и фенола који могу да формирају ковалентне везе (Klaus et al., 2011). С друге стране, Klaus et al. (2013) истичу да антиоксидативна активност водених и алкалних екстраката гљиве *L. sulphureus* нађене у природи углавном потиче од присуства α -глюкана. Сматра се да су гљиве богате једињењима која су реактанти у Мајардовој реакцији, попут угљених хидрата, протеина и липида, што резултира стварањем фуранона који имају антиоксидативно дејство (Kamiyama et al., 2013).

Reis et al. (2014) су утврдили да је метанолни екстракт гљиве *S. granulatus* са територије Републике Србије у погледу способности хватања слободних DPPH радикала карактерише ефективна концентрација, EC_{50} вредност од 0,89 mg/mL што је боља вредност у односу на вредност EC_{50} екстракта из *S. granulatus* са територије Републике Португалије (0,98 mg/mL). Са аспекта антиоксидативне активности према методи коњугованих диена, екстракт ове гљиве из Р. Србије имао је EC_{50} вредност од 0,48 mg/mL, а из Р. Португалије EC_{50} вредност од 0,45 mg/mL.

Tel et al. (2013) указују да је метанолни екстракт гљиве *S. granulatus* имао способност хватања DPPH радикала од 64,66%, а етил ацетатни екстракт 91,52% при концентрацији од 400 μ g. Са аспекта хелирања јона гвожђа, при истој концентрацији

метанолни екстракт се карактерисао капацитетом од 20,37%, а етил ацетатни екстракт са капацитетом од 8,01%.

Akgul et al. (2017) су утврдили да је етанолни екстракт гљиве *T. versicolor* (*C. versicolor*) имао већу DPPH активност (26,77%) у поређењу са етанолним екстрактом из *A. auricula* (24,50%) при концентрацији од 1 mg/mL, што је нижа вредност у поређењу са етанолним екстрактом гљиве *C. versicolor* у овом истраживању. Аутори такође истичу да је способност хватања слободних DPPH радикала у етанолном екстракту гљиве управо пропорционална концентрацији, што је у сагласности за добијеним резултатима за све етанолне екстракте овог истраживања.

Knezević et al. (2018) вршили су истраживање на неколико параметара изабраних врста гљиве *Trametes* са територије Републике Србије. На основу FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power Assay) теста за редукацију јона гвожђа, аутори су за етанолни екстракт из *T. versicolor* (*C. versicolor*) добили вредност од 0,037 mM, за *T. gibbosa* 0,015 mM, док је за *T. hirsuta* вредност износила 0,013 mM.

Према Kamiyama et al. (2013) метанолни екстракт гљиве *T. versicolor* (*C. versicolor*) показао је способност хватања слободних DPPH радикала од 45% при концентрацији од 500 µg/mL.

Fagbohunbe и Oyetayo (2014) су утврдили да се етанолни екстракти гљиве *T. versicolor* (*C. versicolor*) са три подручја Нигерије (са ознакама TETAKR, TETO и TETAKK) одликовао већом способношћу хватања слободних DPPH радикала, тј. 84,88%, 80,72% и 66,91%, респективно, при концентрацији од 2 mg/mL, у поређењу са ВНТ контролом, чија вредност је била 86,97%. Ове вредности су веће у поређењу са вредностима добијеним у овом истраживању при концентрацији од 2 mg/mL. Екстракти етил ацетата и n-хексана карактерисале су се нижим вредностима. Аутори објашњавају да је ова разлика резултат вишег садржаја фенолних једињења у етанолном екстракту.

Према Khadhri et al. (2017) у погледу способности хватања слободних DPPH радикала, етанолни екстракт гљиве *T. versicolor* (*C. versicolor*) имао је IC₅₀ вредност од 0,12 mg/mL, а етанолни екстракт из *P. torulosus* (*F. torulosa*) имао IC₅₀ вредност од 0,025 mg/mL. У односу на способност хелирања јона гвожђа, етанолни екстракт из *P. torulosus* (*F. torulosa*) имао је нижу IC₅₀ вредност (0,04 mg/mL) у поређењу са етанолним екстрактом (IC₅₀ = 0,08 mg/mL) из *T. versicolor* (*C. versicolor*). Такође, етанолни екстракт из *P. torulosus* (*F. torulosa*) имао је бољу способност редукације јона гвожђа (IC₅₀ = 0,013 mg/mL) у поређењу са етанолним екстрактом (IC₅₀ = 0,033 mg/mL) из гљиве *T. versicolor* (*C. versicolor*). Све вредности IC₅₀ за ове антиоксидативне тестове ниже су у поређењу са вредностима IC₅₀ утврђеним у овом истраживању.

С друге стране, Seerhonkai et al. (2011) су утврдили да се водени екстракт гљиве *P. torulosus* (*F. torulosa*) са аспекта хватања слободних DPPH радикала карактерисао IC₅₀ вредношћу од 134,27 µg/mL, што је у сагласности са резултатима у овом истраживању, док је 50%-ни етанолни екстракт ове гљиве имао IC₅₀ вредност од 18,88 µg/mL што је нижа вредност у поређењу резултатима у овом истраживању.

Ornely et al. (2019) су анализирали антиоксидативни потенцијал воденог и етанолног екстракта гљиве *P. gilvus* кроз његову способност хватања слободних DPPH радикала. Открили су да је водени екстракт имао бољи антиоксидативни потенцијал (IC₅₀ = 85,88 µg/mL, AAI = 0,58) у поређењу са етанолним екстрактом (IC₅₀ = 136,62 µg/mL, AAI = 0,36).

У студији Devenci et al. (2019) може се приметити да је способност полисахаридног екстракта гљиве *P. igniarius* за DPPH тест имала IC₅₀ вредност од >200 µg/mL, а способност хелирања металних јона била је 54,33%. Вредност IC₅₀ за антиоксидативну активност у систему линоленске киселине била је 3,12 µg/mL. Полисахаридни екстракт из *P. pini* за DPPH тест имао је IC₅₀ вредност од 141,44 µg/mL, а способност хелирања металних јона износила је 66,48%, тј. Имао је боља антиоксидативна својства у поређењу са екстрактом из *P. igniarius*. Међутим, IC₅₀ вредност антиоксидативне активности у систему линоленске киселине била је 7,50 µg/mL.

Saha et al. (2013) су утврдили да је екстракт гљиве *P. florida* имао способност хелирања јона гвожђа од 50% у концентрацији од 0,5 mg/mL, док је у концентрацији од 2 mg/mL имао најбољу способност редукције при апсорбанци од 0,6 на таласној дужини од 700 nm.

Коришћењем неколико тестова, Gursoy et al. (2010) су одредили антиоксидативну активност метанолних екстраката гљива *Ramaria flava*, *Rhizopogon roseolus* и *R. delica*. У погледу активности у систему линоленске киселине, аутори истичу да је најбоље резултате имао екстракт добијен из узорка гљиве *R. roseolus* са инхибиторном способношћу од 90%, који се показао конкурентним са резултатима позитивне контроле (ВНТ). Најмању инхибиторну способност показао је екстракт из *R. delica* са 80%. У погледу способности хватања DPPH радикала, најбоље вредности показао је екстракт из *R. flava* (80% при концентрацији од 8 mg/mL). Овај екстракт је био најбољи у погледу способности редукције јона метала са апсорбанцом од 1,8 при концентрацији од 20 mg/mL на таласној дужини од 700 nm, као и у погледу хелирања металних јона (90% при концентрацији од 2 mg/mL).

Devi et al. (2014) су у свом истраживању, у погледу антиоксидативне активности етанолног екстракта гљиве *L. edodes* открили да је IC₅₀ вредност за DPPH тест износила 0,3 mg/mL. За способност хелирања металних јона ова вредност је износила 0,8 mg/mL, док је за способност редукције металних јона износила 0,5 mg/mL.

5.5.3. Антикancerогена активност екстраката гљива

Бројне студије су потврдиле дејство водених и етанолних екстраката гљива *S. granulatus*, *C. versicolor* и *F. torulosa* према различитим канцерогеним ћелијама, кроз различите механизме: инхибиција раста ћелија заустављањем њиховог развојног циклуса, стимулација имуног одговора ћелије домаћина или путем индукције апоптозе (Houghton et al., 2007; Shamtsyan, 2010). Сматра се да је за ове ефекте одговорно неколико хидросолубилних једињења, као што су β-D-гљукани, β-D-гљукани са хетеросахаридним везама ксилозе, манозе, галактозе, β-D-гљукани са протеинским комплексима (протеогљукани) и феноли који указују на имуномодулаторни и терапеутски ефекат код људи и животиња (Shamtsyan, 2010).

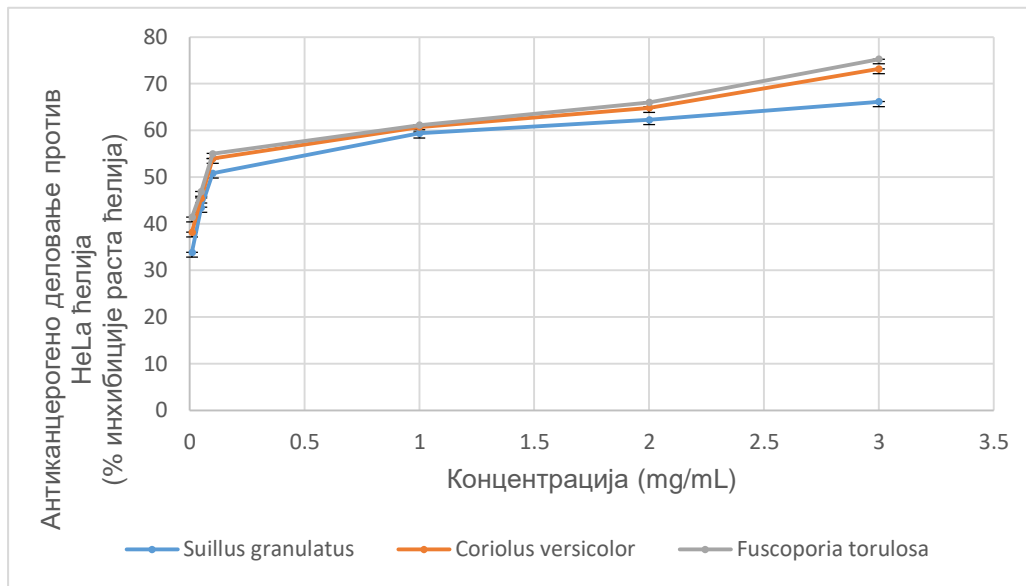


График 9: Антиканцерогена активност водених екстраката гљива према HeLa ћелијама током инкубације од 24h ($\bar{x} \pm SD$)

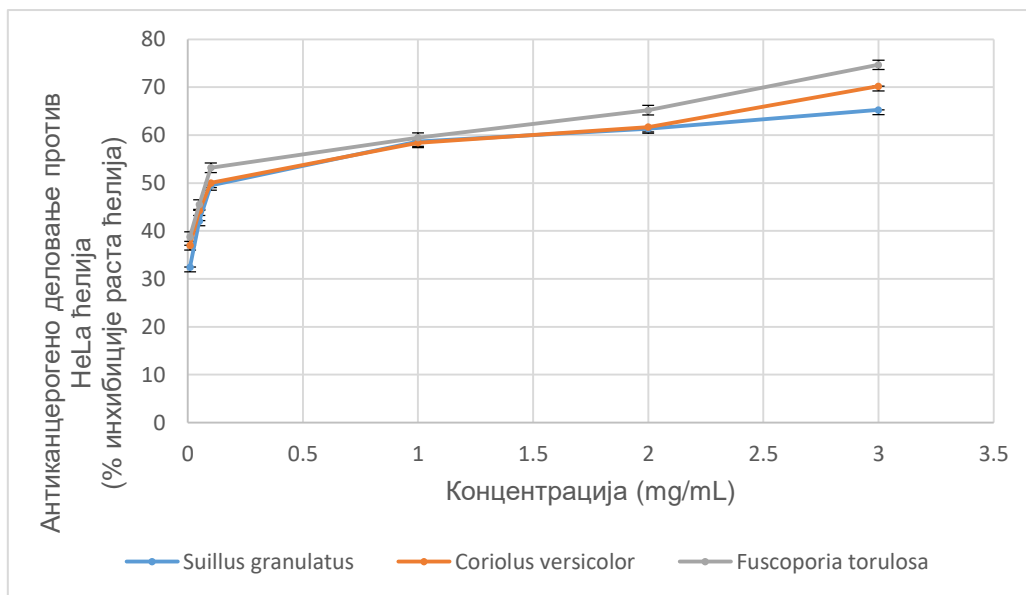


График 10: Антиканцерогена активност етанолних екстраката гљива према HeLa ћелијама током инкубације од 24h ($\bar{x} \pm SD$)

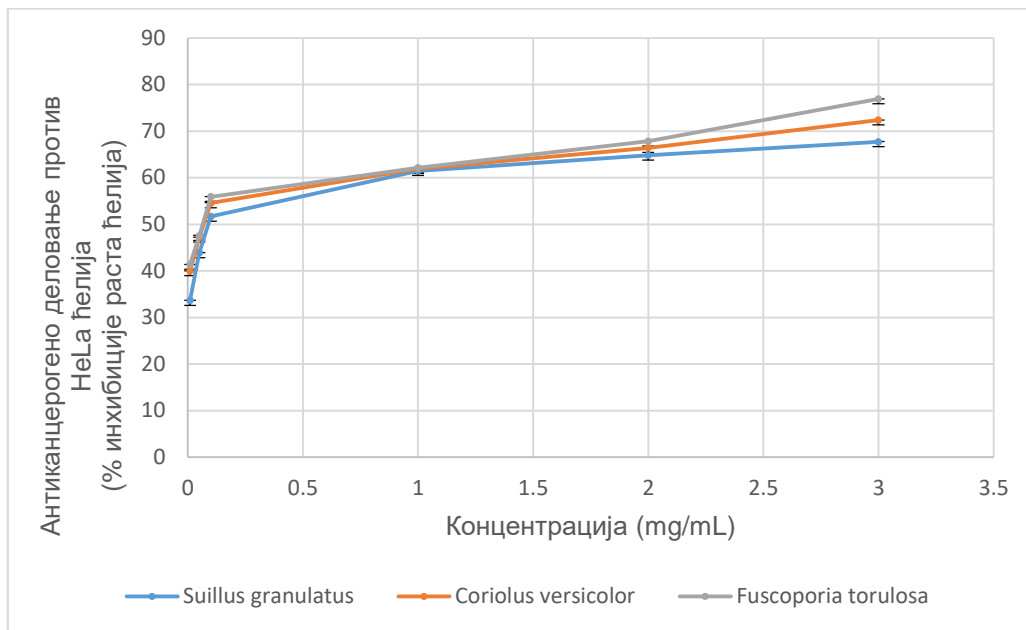


График 11: Антиканцерогена активност водених екстраката гљива према HeLa ћелијама током инкубације од 72h ($\bar{x} \pm SD$)

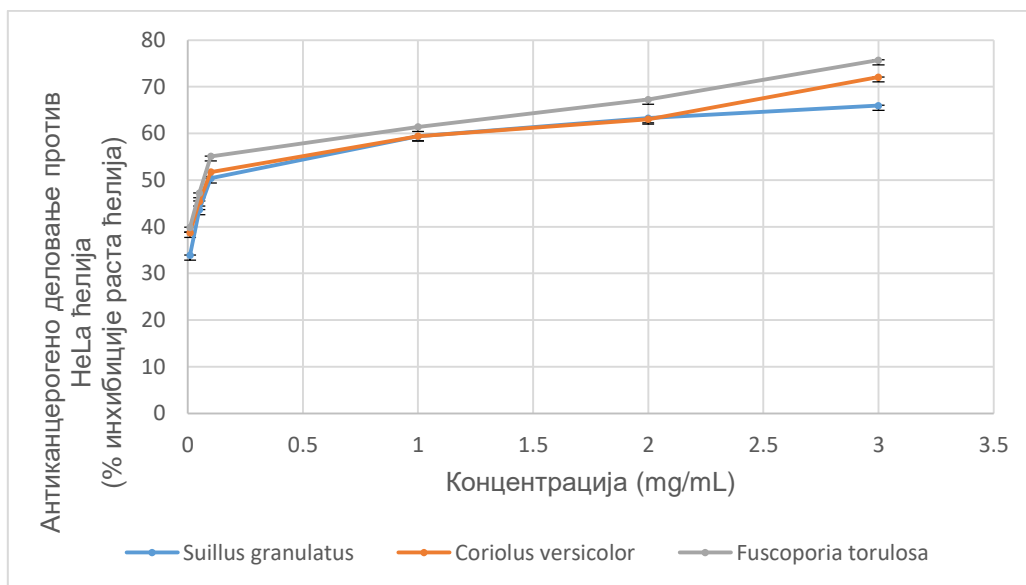


График 12: Антиканцерогена активност етанолних екстраката гљива према HeLa ћелијама током инкубације од 72h ($\bar{x} \pm SD$)

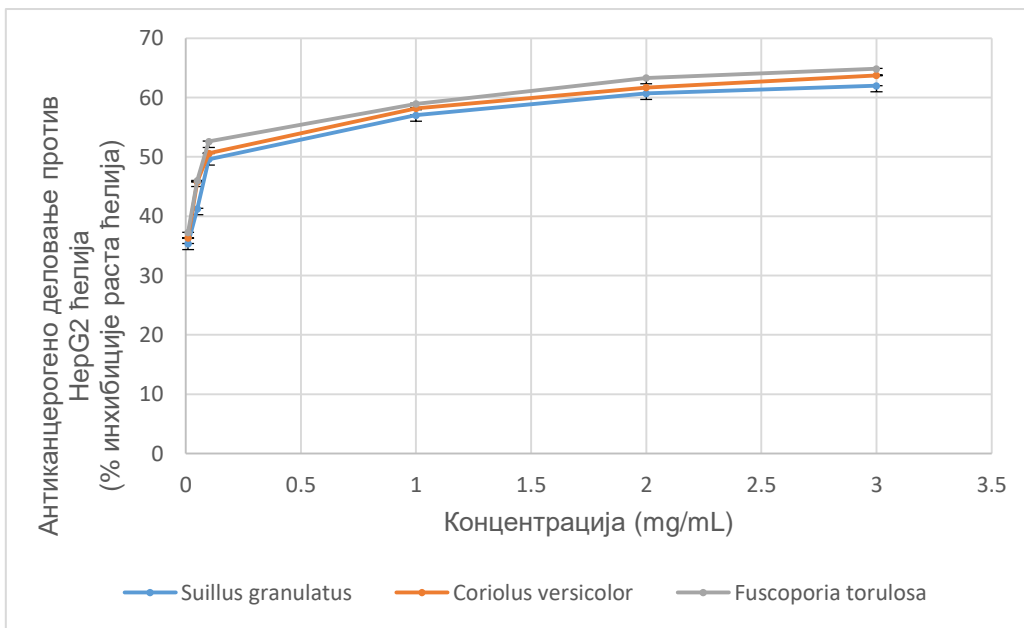


График 13: Антиканцерогена активност водених екстраката гљива према HerG2 ћелијама током инкубације од 24h ($\bar{x} \pm SD$)

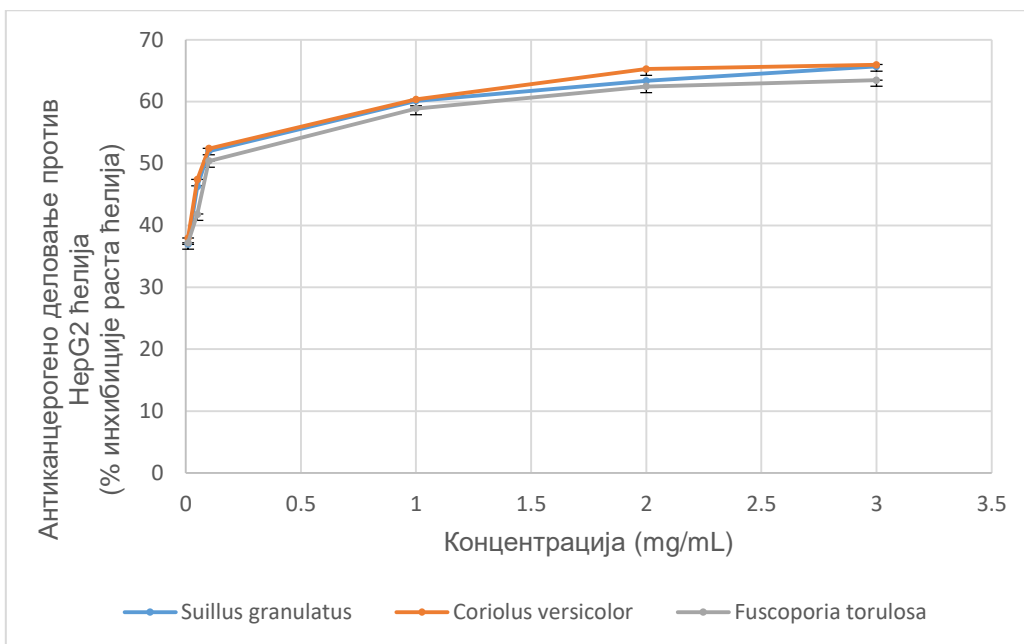


График 14: Антиканцерогена активност етанолних екстраката гљива према HerG2 ћелијама током инкубације од 24h ($\bar{x} \pm SD$)

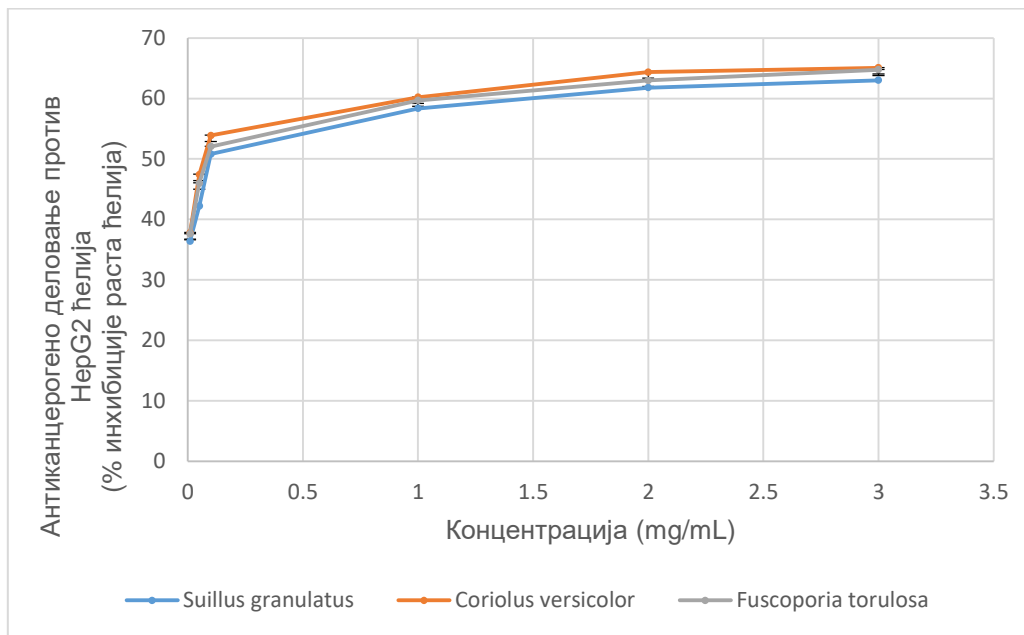


График 15: Антикancerогена активност водених екстраката гљива према HepG2 ћелијама током инкубације од 72h ($\bar{x} \pm SD$)

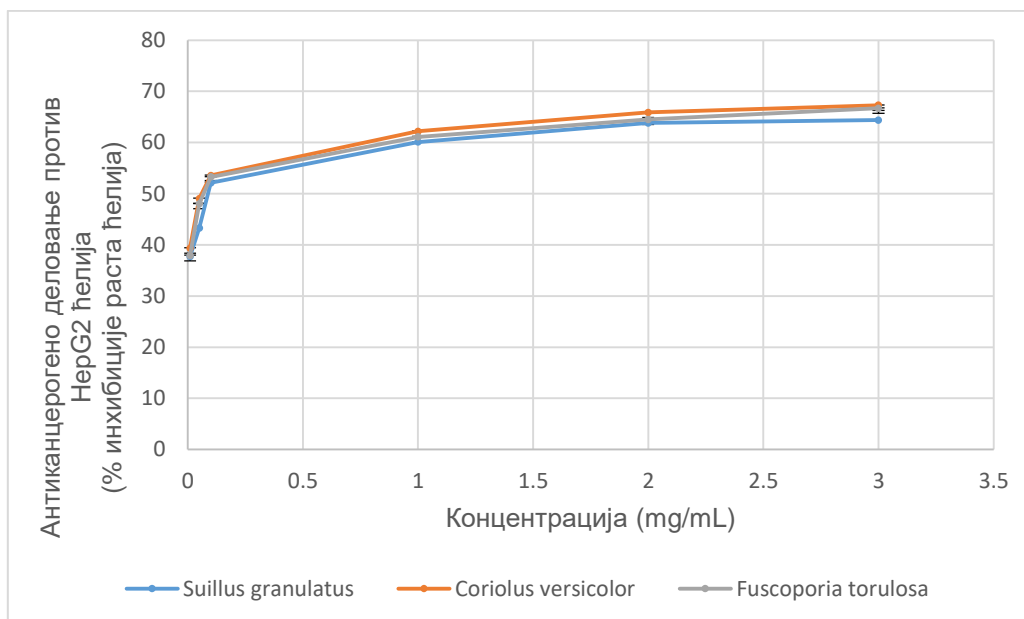


График 16: Антикancerогена активност етанолних екстраката гљива према HepG2 ћелијама током инкубације од 72h ($\bar{x} \pm SD$)

У овом истраживању, утврђена је антикancerогена активност водених и етанолних екстраката гљива *S. granulatus*, *C. versicolor* и *F. torulosa* према HeLa (human cervix adenocarcinoma, тј. канцера грлића материце) и HepG2 (ћелије изоловане из

хепатоцелуларног карцинома) ћелијама помоћу МТТ теста са инкубацијом током 24h и 72h при различним концентрацијама екстраката (од 0,01 mg/mL до 3 mg/mL).

Ефикасност инхибиције пролиферације туморских ћелија је квантитативно изражена као IC₅₀ вредност, односно то је концентрација анализираних супстанци при којој се број тестираних ћелија смањује за 50%.

Према подацима приказаним на графицима од 9 до 16 може се приметити да су сви испитивани екстракти показали умерену до јаку цитотоксичну активност, у различитим испитиваним концентрацијама. Наиме, у свим узорцима, са порастом концентрације, цитотоксични ефекат према испитиваним типовима ћелија пропорционално се повећавао. Тако, узорци су своју највећу активност показали при највишој испитиваној концентрацији од 3 mg/mL. После 24 сата третмана HeLa ћелијама, може се приметити да су водени екстракти дали боље резултате (график 9), према следећем редоследу: *F. torulosa* > *C. versicolor* > *S. granulatus*, односно 41,36 ± 0,07% - 75,25 ± 0,02% > 38,16 ± 0,06% - 73,17 ± 0,04% > 33,86 ± 0,01% - 66,12 ± 0,06% инхибиције раста ћелија. Код етанолних екстраката, вредности су се кретале према следећем редоследу: *F. torulosa* > *C. versicolor* > *S. granulatus*, односно 38,81 ± 0,08% - 74,67 ± 0,03% > 36,98 ± 0,01% - 70,20 ± 0,04% > 32,44 ± 0,04% - 65,25 ± 0,04% инхибиције раста ћелија. Утврђена је значајна разлика ($p < 0,05$) између антиканцерогене активности водених и етанолних екстраката.

Након 24-часовног третмана HepG2 ћелија, може се видети да су етанолни екстракти (график 14) гљива *S. granulatus* (36,94 ± 0,06% - 65,67 ± 0,05% инхибиције раста ћелија) и *C. versicolor* (37,93 ± 0,29% - 65,94 ± 0,12% инхибиције раста ћелија) показали статистички значајно ($p < 0,05$) боље резултате у поређењу са њиховим воденим екстрактима, тј. 35,34 ± 0,03% - 61,98 ± 0,05% и 36,32 ± 0,02% - 63,73 ± 0,07% инхибиције раста ћелија, редом (график 13), док су код гљиве *F. torulosa* значајно ($p < 0,05$) боље резултате показали њихови водени екстракти (37,25 ± 0,05% - 64,85 ± 0,04% инхибиције раста ћелија), у поређењу са етанолног екстракта (37,17 ± 0,03% - 63,45 ± 0,01% инхибиције раста ћелија).

Табела 18: Антиканцерогена активност водених екстраката гљива изражена кроз IC₅₀ вредности

Водени екстракт гљива	n	IC ₅₀ (mg/mL)			
		HeLa 24h	HeLa 72h	HepG2 24h	HepG2 72h
		$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$
<i>Suillus granulatus</i>	3	0,72 ± 0,00 ^{aA}	0,60 ± 0,01 ^{aA}	0,90 ± 0,01 ^{aA}	0,75 ± 0,01 ^{aA}
<i>Coriolus versicolor</i>	3	0,38 ± 0,02 ^{bA}	0,24 ± 0,01 ^{bA}	0,65 ± 0,03 ^{bA}	0,36 ± 0,02 ^{bA}
<i>Fuscoporia torulosa</i>	3	0,22 ± 0,03 ^{cA}	0,15 ± 0,06 ^{cA}	0,51 ± 0,03 ^{cA}	0,50 ± 0,03 ^{cA}

^{a,b,c} – вредности истог екстракта различитих врста гљива означене различитим словима статистички се значајно разликују ($p < 0,05$), ANOVA, post hoc Tukey-ев тест.

^{A,B} – вредности различитих екстраката исте врсте гљиве означене различитим словима статистички се значајно разликују ($p < 0,05$), Т-тест.

Табела 19: Анतिकанцерогена активност етанолних екстраката гљива изражена кроз IC₅₀ вредности

Етанолни екстракт гљива	n	IC ₅₀ (mg/mL)			
		HeLa 24h	HeLa 72h	HepG2 24h	HepG2 72h
		$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$
<i>Suillus granulatus</i>	3	0,88 ± 0,00 ^{aB}	0,71 ± 0,01 ^{aB}	0,50 ± 0,02 ^{aB}	0,56 ± 0,01 ^{aB}
<i>Coriolus versicolor</i>	3	0,63 ± 0,00 ^{bB}	0,47 ± 0,02 ^{bB}	0,39 ± 0,03 ^{bB}	0,20 ± 0,02 ^{bB}
<i>Fuscoporia torulosa</i>	3	0,41 ± 0,02 ^{cB}	0,23 ± 0,02 ^{cA}	0,72 ± 0,02 ^{cB}	0,33 ± 0,02 ^{cB}

^{a,b,c} – вредности истог екстракта различитих врста гљива означене различитим словима статистички се значајно разликују ($p < 0,05$), ANOVA, post hoc Tukey-ев тест.

^{A,B} – вредности различитих екстраката исте врсте гљиве означене различитим словима статистички се значајно разликују ($p < 0,05$), T-тест.

У сагласности са резултатима за проценат антиканцерогене активности анализираних екстраката су и њихове IC₅₀ вредности (табела 18 и табела 19). Код третмана HeLa ћелија најнижу IC₅₀ вредност имао је водени екстракт из гљиве *F. torulosa* (0,22 ± 0,03 mg/mL), док је код третмана HepG2 ћелија, након 24 сата најнижа IC₅₀ вредност добијена применом етанолног екстракта из узорка гљиве *C. versicolor* (0,39 ± 0,03 mg/mL).

Након 72 сата инкубације (график 11 и график 12) може се приметити да су сви испитивани екстракти дали боље резултате у третману HeLa ћелија у поређењу са 24-часовном инкубацијом. Наиме, долази до пропорционалног побољшања ефеката код свих испитиваних екстраката. Активност водених екстраката, који су били значајно ($p < 0,05$) бољи од етанолних била је: *F. torulosa* > *C. versicolor* > *S. granulatus*, односно 41,38 ± 0,04% – 76,92 ± 0,03% > 39,97 ± 0,07% – 73,38 ± 0,03% > 33,63 ± 0,07% – 67,71 ± 0,06% инхибиције раста ћелија. Вредности код етанолних екстраката кретали су се према следећем редоследу: *F. torulosa* > *C. versicolor* > *S. granulatus*, односно 39,89 ± 0,04% – 75,72 ± 0,08% > 38,73 ± 0,09% – 72,06 ± 0,05% > 33,88 ± 0,07% – 65,97 ± 0,04% инхибиције раста ћелија.

Код третмана HepG2 ћелија, након 72 сата инкубације (график 15 и график 16) може се приметити да је етанолни екстракт гљиве *C. versicolor* показао најјачи ефекат (39,37 ± 0,06% – 67,29 ± 0,05% инхибиције раста ћелија). Етанолни екстракт гљиве *S. granulatus* показао је минимално смањење цитотоксичног ефекта у поређењу са резултатима након 24 сата инкубације. Етанолни екстракт гљиве *F. torulosa* показао је статистички значајно ($p < 0,05$) боље резултате (37,88 ± 0,09% – 66,69 ± 0,05% инхибиције раста ћелија) од његовог воденог екстракта (37,61 ± 0,02% – 64,77 ± 0,03% инхибиције раста ћелија). У сагласности са резултатима за проценат цитотоксичне активности, према подацима приказаним у табели 18 и табели 19, може се приметити да су у корелацији и вредности IC₅₀ анализираних екстраката. Најнижа IC₅₀ вредност након 72 сата инкубације HeLa ћелија добијена је са воденим

екстрактом гљиве *F. torulosa* ($0,15 \pm 0,06$ mg/mL), док је у случају HepG2 ћелија најнижа вредност IC₅₀ добијена применом етанолног екстракта гљиве *C. versicolor* ($0,20 \pm 0,02$ mg/mL). Вредности IC₅₀ указују на статистички значајну разлику ($p < 0,05$) између водених и етанолних екстраката, као и између истих екстраката различитих врста гљива.

Водени екстракт гљиве *F. torulosa* показао је најјачу цитотоксичну активност при третману HeLa ћелија, што је повезано са високим садржајем фенола и угљених хидрата, а посебно са садржајем β-гљукана, који се сматрају компонентама са снажном антиканцерогеном активношћу против широког спектра туморних ћелија (Zhang et al., 2007). С друге стране, код третмана HepG2 ћелија, највише се истиче антиканцерогено дејство етанолног екстракта из *C. versicolor*, вероватно због високог садржаја протеина, α и β-гљукана (иако садржај гљукана није био већи од оног у екстракту из *F. torulosa*), што је у складу са литературним подацима (Lau et al., 2004). Поред ове компоненте, сматра се да бројна друга једињења, попут алкохола, естара, алдехида, кумарина итд., доприносе цитотоксичној активности гљива (Grienke et al., 2014).

У МТТ тесту резултати у великој мери зависе од митохондријалне активности, а ако ову активност нарушавају други фактори, може се показати да ћелије нису живе, што би дало лажно позитивне резултате (Houghton et al., 2007).

Бројна истраживања указују на то да су протеини и полисахариди главне антиканцерогене компоненте у протеинском екстракту из гљиве *P. djator*, који показују цитотоксичну активност према HepG2 и MCF-7 ћелијама, полисахариди из гљиве *P. gilvov* значајно инхибирају раст меланома (Bae et al. 2005), док су протеини изоловани из гљиве *L. edodes* главне антиканцерогене компоненте које инхибирају L1210 (леукемија) ћелије (Ngai and Ng, 2003).

Познато је да антиканцерогена активност полисахарида има значајну позитивну корелацију са њиховом структуром, молекулском масом, растворљивошћу, саставом моносахарида и методом екстракције. Такође се показало да хидросолубилни полисахариди показују већу имуномодулаторну активност у поређењу са нерастворљивим полисахаридима (Masri et al., 2017). С друге стране, протеини показују снажан цитотоксични ефекат према HeLa ћелијама (Masri et al., 2017).

Такође, присуство двоструког или троструког хеликса, као структурна карактеристика биополимера, или било које структуре, као и степен разградње шећерних и нешећерних компонената (посебно протеинских комплекса или сумпорних веза), у великој мери утичу на лековита својства гљива (Giavasis, 2014).

Geraci et al. (1992) су истраживали антиканцерогено дејство липидног екстракта гљиве *S. granulatus* на KB ћелије, P-388 ћелије и NSCLC-N6 ћелије. Притом су закључили да је вредност IC₅₀ (μg/mL) износила 0,7; 0,8 и 1,0, респективно за три испитиване ћелије, односно анализирани екстракт је показао снажно цитотоксично дејство.

Према Tomasi et al. (2004) метанолни екстракт гљиве *S. granulatus* показао је јаку антиканцерогену активност (IC₅₀ 4,7 μg/mL) према L1210 ћелијама и према 3LL (IC₅₀ 6,8 μg/mL), што су боље вредности у поређењу са метанолним екстрактом (IC₅₀ >100 μg/mL, односно IC₅₀ 79,5 μg/mL, редом) добијеним из *T. versicolor* (*C. versicolor*). Наиме, према ауторима, цитотоксични ефекат на испитиване ћелије смањивала се

следећим редоследом: *S. granulatus* > *S. luteus* > *Strobilomyces strobilaceus* > *Suillus bovinus* > *Tylophilus felleus* > *B. edulis*.

Santos et al. (2013) су утврдили да су водени и етанолни екстракти гљиве *S. luteus* имали IC₅₀ вредности >400 µg/mL према туморским ћелијама NCI-H460 и MFC-7, док су метанолни екстракти показали IC₅₀ вредност >30,33 µg/mL, односно IC₅₀ >32,25 µg/mL, респективно. Вредности су измерене након 72 сата третмана, а аутори су закључили да се метанолни екстракт одликовао најбољим анти туморним војствима, али су и водени и етанолни екстракти показали добру цитотоксичну активност што је основ за њихову медицинску употребу, у сагласности са резултатима у овом истраживању.

С друге стране, Ünyayar et al. (2006) су закључили да су метанолни екстракти гљиве *T. versicolor* (*C. versicolor*) показали способност инхибирања HeLa ћелија за 45% при концентрацији од 10 µg/mL. При концентрацији од 1 µg/mL, аутори су утврдили смањење дејства до 27%, што је нешто јача анти канцерогена активност у поређењу са резултатима за ефекат етанолног екстракта гљиве *C. versicolor* према HeLa ћелијама у овом истраживању.

У својој студији Knezević et al. (2018) истичу да је етанолни екстракт гљиве *T. versicolor* (*C. versicolor*) имао вредност IC₅₀ 168,54 µg/mL према HeLa ћелијама, што је нижа вредност у поређењу са резултатима овог истраживања. Исто тако, утврђена је IC₅₀ вредност >200 µg/mL према LS174, A549 и MRC5 ћелијама. Аутори су констатовали да ова гљива показује значајан медицински потенцијал.

Према истраживању Lau et al. (2004) водени екстракт гљиве *T. versicolor* (*C. versicolor*) имао је вредност IC₅₀ 269,3 µg/mL према NB-4 ћелијама и IC₅₀ 147,30 µg/mL према KL-60 канцерогеним ћелијама што указује на високу анти канцерогену активност.

Ajith и Janardhanan (2003) истражили су анти канцерогену активност етил ацетатног, метанолног и воденог екстракта медицинске гљиве *P. rimosus* нађене у природи на Dalton's lymphoma ћелије (DLA) и Ehrlich's туморне ћелије (EAC). Према резултатима, за етил ацетатни екстракт аутори су утврдили вредност IC₅₀ (µg/mL) од 184, односно 92, док су за метанолни екстракт ове вредности износиле 534, односно 412, за обе врсте третираних ћелија. Аутори нису утврдили анти канцерогену активност воденог екстракта до концентрације 1 mg/mL.

Samchai et al. (2009) су у свом истраживању утврдили да је метанолни екстракт гљиве *P. linteus* имао вредност IC₅₀ 17,36 µg/mL према MFC 7, тј. 19,14 µg/mL према NCI-H187 ћелијама. У етанолном екстракту утврђена је вредност IC₅₀ од 27,26 µg/mL, односно 40,15 µg/mL, респективно.

Suabjakyong et al. (2015) су код експерименталних мишева код којих је изазван мождани удар, утврдили да је третман са полифенолним екстрактом гљиве *P. igniarius* у концентрацији од 20 µg/kg смањио ризик од болести за 62,2% у поређењу са нетретираним мишевима.

Veljović et al. (2017) су у свом истраживању, поред осталих параметара, утврдили антипролиферативни ефекат етанолног екстракта гљиве *G. lucidum* према HeLa ћелијама. Исто тако, утврдили су да су етанолни екстракти у концентрацији од 500 µg/mL показали цитотоксични ефекат, односно IC₅₀ вредности од 223,1 до >500 µg/mL након 24 сата, односно од 119,3 до 391,2 µg/mL после 48 часова.

Такође је утврђено да водени и етанолни екстракти гљиве *G. lucidum* дају значајне резултате у спречавању туморне пролиферације код мишева, за које се сматра да кључну улогу има присуство полисахарида (Waktola and Temesgen, 2018).

5.6. Корелација између биоактивних компонената, антиоксидативне и антиканцерогене активности екстраката гљива

Према подацима приказаним у табели 20 и табели 21 може се приметити да постоји позитивна корелација између неких испитиваних хемијских параметара и антиоксидативних и цитотоксичних својстава екстраката, што је очекивано и у складу је са литературним подацима (Wong et al., 2013; Petrović et al. 2014; Ivone et al. 2016; Ishmael et al., 2017; Yang et al., 2018).

Табела 20: Корелација између анализираних параметара код водених екстраката

Корелирани параметри	Водени екстракт гљива (r ⁺)		
	<i>Suillus granulatus</i>	<i>Coriolus versicolor</i>	<i>Fuscoporia torulosa</i>
Феноли – DPPH	0,99**	0,99**	0,99**
Феноли – редуциона способност	0,98**	0,96**	0,98**
Феноли – способност хелирања	н.д.*	н.д.	0,35**
Феноли – с-м линоленске к-не	0,95**	0,96**	0,93**
Флавоноиди – DPPH	0,89**	0,87**	0,90**
Флавоноиди – редуциона способност	0,89**	0,75**	0,72**
Флавоноиди – способност хелирања	н.д.	н.д.	0,21**
Флавоноиди – с-м линоленске к-не	0,91**	0,83**	0,92**
Угљени хидрати – HeLa 72h	0,99**	0,92**	0,99**
Протеини – HeLa 72h	0,45**	0,51**	0,39**
Угљени хидрати – HepG2 72h	0,90**	0,90**	0,96**
Протеини – HepG2 72h	0,38**	0,47**	0,42**

** значајна корелација ($p < 0,01$), Pearson-ова корелација; *н.д. – није одређено.

Као што је већ објашњено, феноли и флавоноиди се сматрају носиоцима антиоксидативних својстава гљива. Тако, у овом истраживању, може се видети да постоји јака позитивна корелација између садржаја укупних фенола и способности хватања слободних DPPH радикала ($r = +0.99^{**}$) у воденим екстрактима из све три врсте гљиве на нивоу значајности 0,01. Јака позитивна корелација између ова два параметра примећена је и у етанолним екстрактима гљива *S. granulatus* ($r = +0.97^{**}$), *S. versicolor* и *F. torulosa* ($r = +0.81^{**}$) на нивоу значајности 0,01. Позитивна корелација је примећена и у односу на друге антиоксидативне тестове, осим способности хелирања Fe^{3+} јона са водених екстраката, док се приликом примене етанолних екстраката уочава умерена позитивна корелација између овог антиоксидативног теста и садржаја укупних фенола ($r = +0.39^{**}$) на нивоу значајности 0,01.

Табела 21: Корелација између анализираних параметара код етанолних екстраката

Етанолни екстракт гљива (r^+)			
Корелирани параметри	<i>Suillus granulatus</i>	<i>Coriolus versicolor</i>	<i>Fuscoporia torulosa</i>
Феноли – DPPH	0,97 ^{**}	0,81 ^{**}	0,81 ^{**}
Феноли – редуциона способност	0,75 ^{**}	0,79 ^{**}	0,71 ^{**}
Феноли – способност хелирања	0,39 ^{**}	0,39 ^{**}	0,39 ^{**}
Феноли – с-м линоленске к-не	0,91 ^{**}	0,93 ^{**}	0,93 ^{**}
Флавоноиди – DPPH	0,76 ^{**}	0,79 ^{**}	0,88 ^{**}
Флавоноиди – редуциона способност	0,83 ^{**}	0,77 ^{**}	0,72 ^{**}
Флавоноиди – способност хелирања	0,55 ^{**}	0,58 ^{**}	0,55 ^{**}
Флавоноиди – с-м линоленске к-не	0,89 ^{**}	0,86 ^{**}	0,90 ^{**}
Угљени хидрати – HeLa 72h	0,90 ^{**}	0,91 [*]	0,94 ^{**}
Протеини – HeLa 72h	0,65 ^{**}	0,65 ^{**}	0,65 ^{**}
Угљени хидрати – HepG2 72h	0,88 ^{**}	0,89 ^{**}	0,82 ^{**}
Протеини – HepG2 72h	0,47 ^{**}	0,45 ^{**}	0,46 ^{**}

^{**} значајна корелација ($p < 0,01$), Pearson-ова корелација.

Слични резултати добијени су и за садржај укупних флавоноида у односу на антиоксидативне тестове. Тако, у погледу антиоксидативног капацитета у систему линоленске киселине, примећена је јака позитивна корелација у воденим екстрактима гљива *S. granulatus* ($r = +0.91^{**}$), *C. versicolor* ($r = +0.83^{**}$) и *F. torulosa* ($r = +0.92^{**}$) на нивоу значајности 0,01, а у етанолним екстрактима из *S. granulatus* ($r = +0.89^{**}$), *C. versicolor* ($r = +0.86^{**}$) и *F. torulosa* ($r = +0.90^{**}$) на нивоу значајности 0,01. Слаба до умерена корелација примећена је код свих врста екстраката гљива у погледу способности хелирања Fe^{3+} јона.

Са аспекта антиканцерогене активности екстраката, сматра се да су главни носиоци ове особине угљени хидрати и протеини. Тако је код водених и етанолних екстраката утврђена јака позитивна корелација између садржаја укупних угљених хидрата и ефекта на HeLa ћелије након инкубације током 72 сата, односно: *S. granulatus* ($r = +0.99^{**}$), *C. versicolor* ($r = +0.92^{**}$) и *F. torulosa* ($r = +0.99^{**}$) на нивоу значајности 0,01 код водених екстраката и *S. granulatus* ($r = +0.90^{**}$), *C. versicolor* ($r = +0.91^{**}$) и *F. torulosa* ($r = +0.94^{**}$) на нивоу значајности 0,01 код етанолних екстраката. Утврђена је слаба до умерена позитивна корелација између садржаја протеина и цитотоксичног ефекта на HepG2 ћелије након 72 сата инкубације, односно *S. granulatus* ($r = +0.38^{**}$), *C. versicolor* ($r = +0.47^{**}$) и *F. torulosa* ($r = +0.42^{**}$) на нивоу 0,01 код водених екстраката и *S. granulatus* ($r = +0.47^{**}$), *C. versicolor* ($r = +0.45^{**}$) и *F. torulosa* ($r = +0.46^{**}$) на нивоу значајности 0,01 код етанолних екстраката.

Према истраживањима Petrović et al. (2014) постоји јака позитивна корелација између FRAP и TEAC (Trolox Equivalent Antioxidant Capacity) теста, слаба позитивна корелација између TEAC и укупног садржаја фенола, као и јака позитивна корелација између FRAP теста и укупног садржаја фенола.

Друге студије су показале да екстракти медицинских биљака и гљива не показују позитивну корелацију између антиоксидативних својстава и садржаја фенола и флавоноида. Ова појава је објашњена хемијском структуром присутних фенола и флавоноида, односно одговарајућом оријентацијом њихових функционалних група према циљним једињењима. Према томе, феноли који имају шесточлани прстен показују боља антиоксидативна својства у поређењу са фенолима који имају петочлани прстен (Wong et al., 2013). Према Wong et al. (2013) постоји слаба позитивна корелација између способности хелирања металних јона и садржаја фенола ($r = +0.16$) и садржаја флавоноида ($r = +0.13$) на нивоу значајности 0,05, што је у складу са резултатима у овом истраживању.

Ivone et al. (2016) су утврдили јаку позитивну корелацију између DPPH теста и садржаја укупних фенола у воденом и етанолном екстракту *G. curtisii* ($r = +0.96$).

Полифеноли као примарни антиоксиданси инактивирају пренос слободних радикала водоника, пренос електрона и хелирање металних јона. Стога, постоји јака позитивна корелација између садржаја фенола и DPPH теста ($r = +0.956^*$) и између садржаја фенола и FRAP ($r = +0.966^{**}$) теста (Yang et al., 2018).

5.7. Биолошка карактеризација лиофилизованих екстраката гљива

Екстракти добијени из различитих врста гљива често показују различиту структуру и морфологију, од прашкастих до полутечних или лепљивих. Због тога нису увек погодни за примену у прехранбеним производима, посебно када се њихова структура значајно разликује од структуре производа у које треба да буду аплицирани. Због тога је неопходно извршити одговарајући поступак како би се промениле физичке особине екстракта, а истовремено смањиле могућности за његову хемијску промену и разградњу важних компоненти.

Са аспекта примене екстраката у дехидрираним производима, они треба да буду у облику праха. У том циљу, у прехранбеној индустрији примењују се различити поступци припреме екстраката, укључујући и лиофилизацију.

Леофилизација је сложен и скуп технолошки поступак којим се добија најоптималнија концентрација и највећа хемијска стабилност фитокомплекса. Леофилизовани екстракти такође имају најбољу биорасположивост, структура ткива остаје углавном непромењена и очувана, постиже се велика порозност осушеног производа, што обезбеђује лаку и брзу рехидрацију. Денатурација протеина као и нежељене оксидативне промене у осушеном производу су сведене на минимум (Tambunan et al., 2013; Vuthijumnok et al., 2013). Стандардне комерцијалне методе које се користе за сушење биљног материјала могу разградити важне биолошки активне компоненте и променити осетљиву биохемијску равнотежу. С друге стране, истраживања показују да се лиофилизацијом штите ефикасност, биохемијски потенцијал и ензимска активност присутних биолошки активних компонената (Abascal et al., 2005; Ciuzyńska and Lenart, 2011).

Биохемијски профил лиофилизованог екстракта готово је идентичан изворној свежој гљиви, али много концентрованији због уклоњене воде. Леофилизовани производи одликују се великом порозношћу, а самим тим и великом површинском активношћу, услед чега врло лако упијају влагу и кисеоник (Ciuzyńska and Lenart, 2011; Tarafdar et al., 2017).

5.7.1. Антимикробна активност лиофилизованих екстраката гљива

Према подацима у табели 22 може се приметити да је од анализираних лиофилизованих водених екстраката, статистички значајно ($p < 0,05$) најбоља антимикробна својства показао екстракт гљиве *F. torulosa* према већини тестираних микроорганизама (*S. aureus*, *B. cereus*, *L. monocytogenes*, *E. faecalis*, *S. Enteritidis*, *E. coli* и *C. albicans*).

Леофилизовани екстракт добијен из гљиве *S. granulatus* показао је значајно ($p < 0,05$) најбољи ефекат према сојевима *L. ivanovii*, *Y. enterocolitica* и *C. neoformans*, у поређењу са остали два водени екстракти, док је екстракт гљиве *C. versicolor* показао најбољи ефекат ($p < 0,05$) према бактеријама *S. sonnei* и *P. vulgaris*, у поређењу са остали два водени екстракти. Бољи ефекат у поређењу са антибиотиком тетрациклином показао је само екстракт из гљиве *F. torulosa* и то према *E. faecalis*.

Са аспекта лиофилизованих етанолних екстраката (табела 22), може се приметити да је поново екстракт гљиве *F. torulosa* имао најбоља антимикробна

својства према већини тестираних микроорганизама (*S. aureus*, *B. cereus*, *E. coli*, *P. vulgaris* и *C. albicans*) у поређењу са остали два етанолни екстракти. Лиофилизоване етанолни екстракт из гљиве *C. versicolor* имао је најбољи ефекат ($p < 0,05$) према *L. monocytogenes*, *E. faecalis*, *S. Enteritidis* и *S. sonnei*, у поређењу са остали два етанолни екстракти.

Ако се резултати из табеле 22 упореде са резултатима антимикуробног потенцијала екстраката испитиване гљиве, приметитиће се да вредности, генерално, показују минимално смањење, а неке од њих су непромењене. Занимљиво је да су лиофилизоване водени екстракти гљива *C. versicolor* и *F. torulosa* показали боље вредности према *S. aureus* и *S. Enteritidis*, а лиофилизоване водени екстракти из *S. granulatus* показао је бољу активност према *E. faecalis*, у поређењу са истим параметрима водених екстраката. С друге стране, лиофилизоване етанолни екстракт гљиве *S. granulatus* показао је бољи ефекат према *E. faecalis*, а лиофилизоване етанолни екстракт из *F. torulosa* је имао бољи антимикуробни ефекат према *B. cereus*, у поређењу са истим параметрима етанолних екстраката. Обзиром на то да је лиофилизација метода чији је једини циљ уклањање воде, без употребе високе температуре и уз примену контролисаног притиска, хемијски састав, антимикуробни и антиоксидативни потенцијал крајњег производа могу бити непромењени или може доћи до повећања вредности, као резултат смањене количине воде и концентрације присутних хемијских и нутритивних параметара (Czurzyńska and Lenart, 2011; Tambunan et al., 2013; Tarafdar et al., 2017), што се у потпуности поклапа са резултатима добијеним у овом истраживању. Током лиофилизације смањује се садржај воде, без промене стабилности присутних компонената и њихове активности (Fissore and Pisano, 2015). Ако су феноли одговорни за антимикуробни потенцијал, они би могли бити супстрат за оксидативне ензиме, као што су пероксидазе или полифенолоксидазе, који су присутни у гљивама. Тако, у случају лиофилизације, ови ензими могу да се активирају или да дођу у контакт са потенцијалним супстратима и да их оксидишу, чиме се смањују њихова антимикуробна својства (Santoyo et al., 2009), што се сматра разлогом минималног смањења антимикуробног потенцијала код неких тестираних микроорганизама. Наведено се поклапа са резултатима добијеним за антимикуробну активност лиофилизованих екстраката у овом истраживању.

Иако понекад може бити скупљи поступак, лиофилизација је метода која се широко користи за очување хранљиве вредности екстраката, гљиве, воћа или поврћа (Vuthijumnok et al., 2013). Када је реч о примени лиофилизованих екстраката у дехидрираним производима, од посебне важности је да лиофилизат има високу способност рехидрације, јер у том процесу не долази до оштећења ћелија (Czurzyńska and Lenart, 2011), што се у потпуности поклапа са добијеним лиофилизованим екстрактима као и њиховом применом у дехидрираним супама у овом истраживању.

Табела 22: Антимикробна активност лиофилизованих водених и етанолних екстраката гљива (mm)

Микроорганизам	n	Водени екстракт гљива			Етанолни екстракт гљива			Тетрациклин 30 µg/disc	Хлорамфеникол 30 µg/disc	Бифоназол 30 µg/disc
		<i>Suillus granulatus</i>	<i>Coriolus versicolor</i>	<i>Fuscoporia torulosa</i>	<i>Suillus granulatus</i>	<i>Coriolus versicolor</i>	<i>Fuscoporia torulosa</i>			
		$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$			
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923	3	8,0 ± 0,00 ^{aA}	14,5 ± 0,00 ^{aB}	16,0 ± 0,05 ^{aC}	6,1 ± 0,02 ^{aA}	9,2 ± 0,03 ^{aB}	12,0 ± 0,03 ^{aC}	30,0 ± 0,02 ^a	21,5 ± 0,02 ^a	н.д.*
<i>Bacillus cereus</i> ATCC 10876	3	6,9 ± 0,00 ^{bA}	9,3 ± 0,00 ^{bB}	10,1 ± 0,03 ^{bC}	9,9 ± 0,01 ^{bA}	10,7 ± 0,02 ^{bB}	13,7 ± 0,02 ^{bC}	11,8 ± 0,01 ^b	19,0 ± 0,04 ^b	н.д.
<i>Listeria monocytogenes</i> ATCC 19115	3	11,0 ± 0,00 ^{bA}	7,1 ± 0,01 ^{cB}	13,6 ± 0,04 ^{cC}	7,2 ± 0,00 ^{cA}	14,0 ± 0,01 ^{cB}	10,1 ± 0,05 ^{cC}	15,0 ± 0,03 ^c	14,1 ± 0,01 ^c	н.д.
<i>Listeria ivanovii</i> ATCC 19119	3	13,2 ± 0,00 ^{dA}	9,0 ± 0,02 ^{dB}	10,7 ± 0,10 ^{dC}	12,1 ± 0,05 ^{dA}	7,0 ± 0,01 ^{dB}	11,3 ± 0,01 ^{dC}	14,9 ± 0,06 ^d	14,0 ± 0,03 ^d	н.д.
<i>Enterococcus faecalis</i> ATCC 29212	3	7,5 ± 0,00 ^{eA}	15,7 ± 0,02 ^{eB}	17,0 ± 0,03 ^{eC}	5,5 ± 0,03 ^{eA}	14,8 ± 0,01 ^{eB}	12,7 ± 0,01 ^{eC}	16,0 ± 0,02 ^e	17,7 ± 0,02 ^e	н.д.
<i>Salmonella Enteritidis</i> ATCC 13076	3	6,2 ± 0,05 ^{fA}	17,8 ± 0,02 ^{fB}	19,6 ± 0,05 ^{fC}	5,0 ± 0,03 ^{eA}	14,5 ± 0,01 ^{eB}	14,1 ± 0,04 ^{eB}	21,4 ± 0,01 ^f	25,2 ± 0,02 ^f	н.д.
<i>Escherichia coli</i> ATCC 11230	3	3,9 ± 0,06 ^{gA}	5,6 ± 0,01 ^{gB}	9,9 ± 0,03 ^{gC}	4,7 ± 0,03 ^{fA}	8,0 ± 0,06 ^{eB}	10,9 ± 0,02 ^{cC}	11,0 ± 0,02 ^g	12,5 ± 0,02 ^g	н.д.
<i>Yersinia enterocolitica</i> ATCC 27729	3	19,1 ± 0,02 ^{hA}	14,2 ± 0,02 ^{hB}	13,1 ± 0,04 ^{hC}	14,3 ± 0,00 ^{gA}	13,5 ± 0,02 ^{fB}	12,0 ± 0,03 ^{aC}	27,1 ± 0,01 ^h	26,8 ± 0,02 ^h	н.д.
<i>Shigella sonnei</i> ATCC 29930	3	7,9 ± 0,02 ^{aA}	10,9 ± 0,01 ^{iB}	10,0 ± 0,04 ^{bgB}	7,1 ± 0,01 ^{cA}	9,2 ± 0,03 ^{gB}	9,0 ± 0,07 ^{fB}	11,8 ± 0,01 ^b	13,1 ± 0,01 ⁱ	н.д.
<i>Proteus vulgaris</i> ATCC 8427	3	8,5 ± 0,04 ^{jA}	10,4 ± 0,01 ^{iB}	9,2 ± 0,03 ^{iC}	4,3 ± 0,02 ^{fA}	13,8 ± 0,03 ^{fB}	16,0 ± 0,00 ^{gC}	18,7 ± 0,01 ⁱ	16,3 ± 0,01 ⁱ	н.д.
<i>Candida albicans</i> ATCC 10259	3	н.д.	19,2 ± 0,07 ^{kA}	23,5 ± 0,01 ^{jB}	н.д.	19,0 ± 0,02 ^{hA}	22,3 ± 0,00 ^{hB}	н.д.	н.д.	33,5 ± 0,01 ^a
<i>Cryptococcus neoformans</i> ATCC 76484	3	21,1 ± 0,04 ^{iA}	н.д.	14,0 ± 0,04 ^{kB}	22,0 ± 0,01 ^{hA}	н.д.	21,1 ± 0,01 ^{iB}	н.д.	н.д.	28,0 ± 0,03 ^b

^{a,b,c} – вредности истог екстракта различитих врста гљива означене различитим словима статистички се значајно разликују ($p < 0,05$), ANOVA, post hoc Tukey-ев тест; ^{A,B} – вредности различитих екстраката исте врсте гљиве означене различитим словима статистички се значајно разликују ($p < 0,05$), T-тест; *н.д. – није одређено.

5.7.2. Антиоксидативна активност лиофилизованих екстраката гљива

Према подацима приказаним у табели 23 и табели 24 може се видети да, генерално, постоји благи пад антиоксидативне активности обе врсте екстраката, када је реч о способности хватања слободних DPPH радикала и методи коњугованих диена.

Са аспекта DPPH теста (табела 23), у лиофилизованим воденим екстрактима, може се приметити да се са статистички значајно ($p < 0,05$) најнижом IC₅₀ вредношћу одликовао лиофилизовани екстракт гљиве *F. torulosa* ($0,24 \pm 0,01$ mg/mL), где је забележен губитак од 1,35% у поређењу са воденим екстрактом исте гљиве. Најмањи пад способности хватања слободних DPPH радикала примећен је код лиофилизованих водених екстраката гљиве *S. granulatus* (0,95%).

Табела 23: Антиоксидативна активност лиофилизованих водених екстраката гљива изражена кроз IC₅₀ вредности

Водени лиофилизовани екстракт	n	IC ₅₀ (mg/mL)			
		DPPH	Губитак активности (%) у односу на нелиофилизоване екстракте	Метод коњугованих диена	Губитак активности (%) у односу на нелиофилизоване екстракте
		$\bar{x} \pm SD$		$\bar{x} \pm SD$	
<i>Suillus granulatus</i>	3	$1,91 \pm 0,01^{aA}$	0,95 ^{aA}	$2,06 \pm 0,02^{aA}$	1,67 ^{aA}
<i>Coriolus versicolor</i>	3	$1,20 \pm 0,02^{bA}$	1,99 ^{bA}	$1,23 \pm 0,03^{bA}$	1,85 ^{bA}
<i>Fuscoporia torulosa</i>	3	$0,24 \pm 0,01^{cA}$	1,35 ^{cA}	$0,83 \pm 0,01^{cA}$	0,97 ^{cA}

^{a,b,c} – вредности истог екстракта различитих врста гљива означене различитим словима статистички се значајно разликују ($p < 0,05$), ANOVA, post hoc Tukey-ев тест.

^{A,B} – вредности различитих екстраката исте врсте гљиве означене различитим словима статистички се значајно разликују ($p < 0,05$), T-тест.

Са аспекта методе коњугованих диена (табела 23), са статистички значајно ($p < 0,05$) најнижом IC₅₀ вредношћу поново се издвојио лиофилизовани водени екстракт гљиве *F. torulosa* ($0,83 \pm 0,01$ mg/mL), где је примећен и најмањи губитак антиоксидативне активности (0,97%), у поређењу са воденим екстрактом исте гљиве. Највећи губитак активности према овом тесту (1,85%) утврђен је у лиофилизованом воденом екстракту гљиве *S. versicolor*, у поређењу са његовим воденим екстрактом.

У погледу лиофилизованих етанолних екстраката, у оба антиоксидативна теста (табела 24), најмања IC₅₀ вредност запажена је код екстракта гљиве *F. torulosa* ($1,05 \pm 0,03$ mg/mL, т.е. $0,48 \pm 0,07$ mg/mL, респективно). Највећи, статистички значајан ($p < 0,05$) губитак (1,91%) при DPPH тесту утврђен је код лиофилизованог етанолног екстракта гљиве *S. versicolor* у поређењу са осталим етанолним екстрактима, док је код методе коњугованих диена највећи статистички значајан ($p < 0,05$) губитак (2,05%) антиоксидативне активности био код лиофилизованог

етанолног екстрака гљиве *S. granulatus* у поређењу са воденим екстрактом исте гљиве (1,67%). Генерално, може се приметити да су лиофилизоване водени екстракти гљиве *S. granulatus* имали статистички значајан ($p < 0,05$) нижи губитак антиоксидативне активности код оба антиоксидативна теста у поређењу са њиховим лиофилованим етанолним екстрактима, док је водени екстракт гљиве *F. torulosa* показао статистички значајан ($p < 0,05$) губитак (0,97%) у поређењу са етанолним екстрактом исте гљиве (1,35%).

Табела 24: Антиоксидативна активност лиофилованих етанолних екстраката гљива изражена кроз IC₅₀ вредности

Етанолни лиофиловани екстракт	n	IC ₅₀ (mg/mL)			
		DRPH	Губитак активности (%) у односу на нелиофиловане екстракте	Метод коњугованих диена	Губитак активности (%) у односу на нелиофиловане екстракте
		$\bar{x} \pm SD$		$\bar{x} \pm SD$	
<i>Suillus granulatus</i>	3	2,18 ± 0,05 ^{aB}	1,68 ^{aB}	1,38 ± 0,05 ^{aB}	2,05 ^{aB}
<i>Coriolus versicolor</i>	3	1,51 ± 0,11 ^{bB}	1,91 ^{bA}	0,82 ± 0,02 ^{bB}	1,50 ^{bB}
<i>Fuscoporia torulosa</i>	3	1,05 ± 0,03 ^{cB}	1,13 ^{cB}	0,48 ± 0,07 ^{cB}	1,35 ^{cB}

^{a,b,c} – вредности истог екстракта различитих врста гљива означене различитим словима статистички се значајно разликују ($p < 0,05$), ANOVA, post hoc Tukey-ев тест.

^{A,B} – вредности различитих екстраката исте врсте гљиве означене различитим словима статистички се значајно разликују ($p < 0,05$), Т-тест.

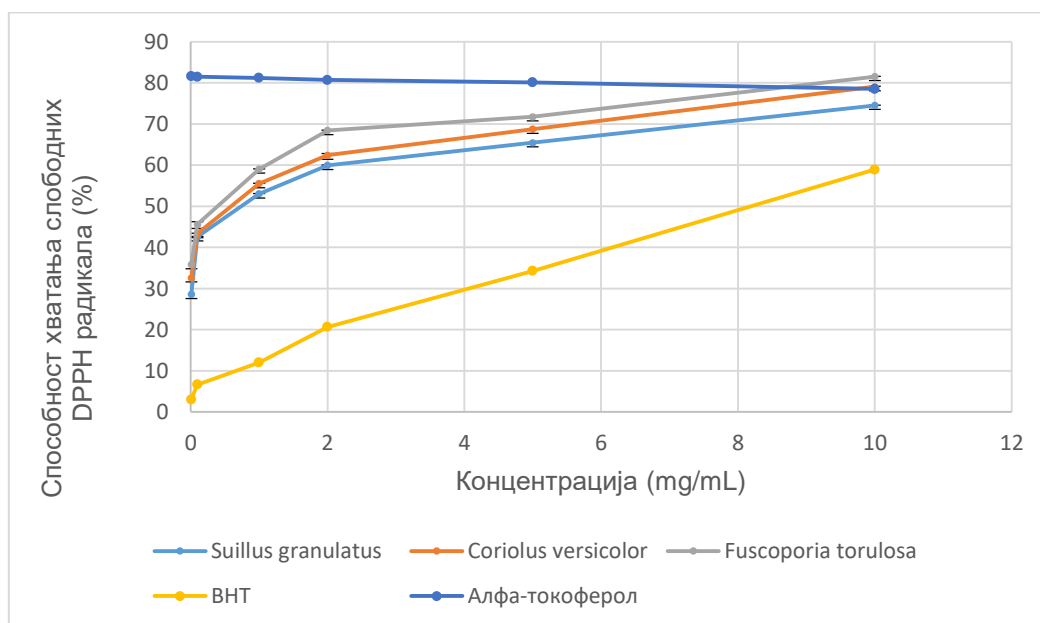


График 17: Способност хватања слободних DRPH радикала лиофилованих водених екстраката гљива ($\bar{x} \pm SD$)

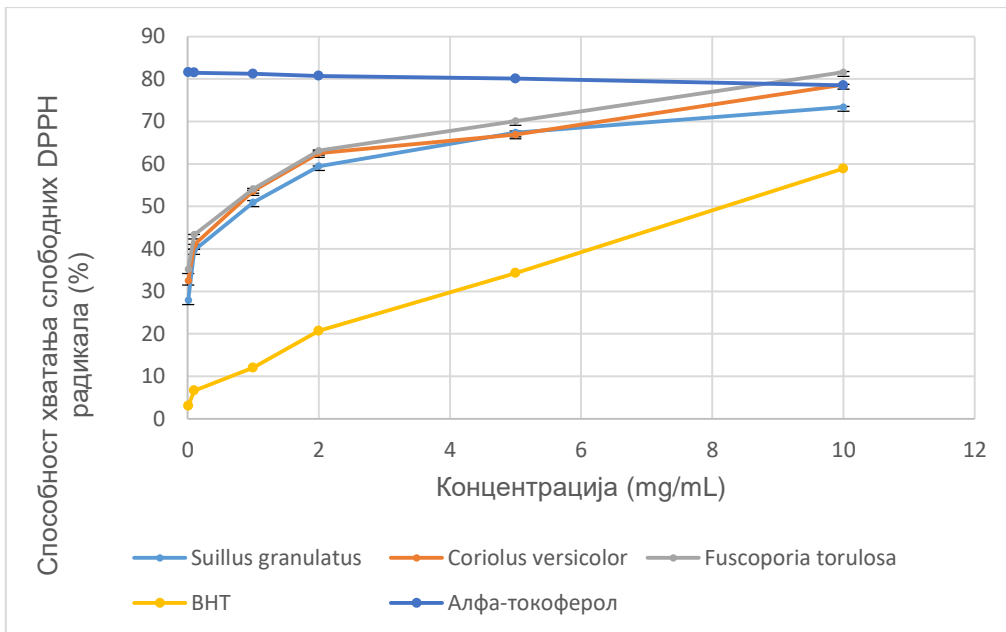


График 18: Способност хватања слободних DPPH радикала лиофилизованих етанолних екстраката гљива ($\bar{x} \pm SD$)

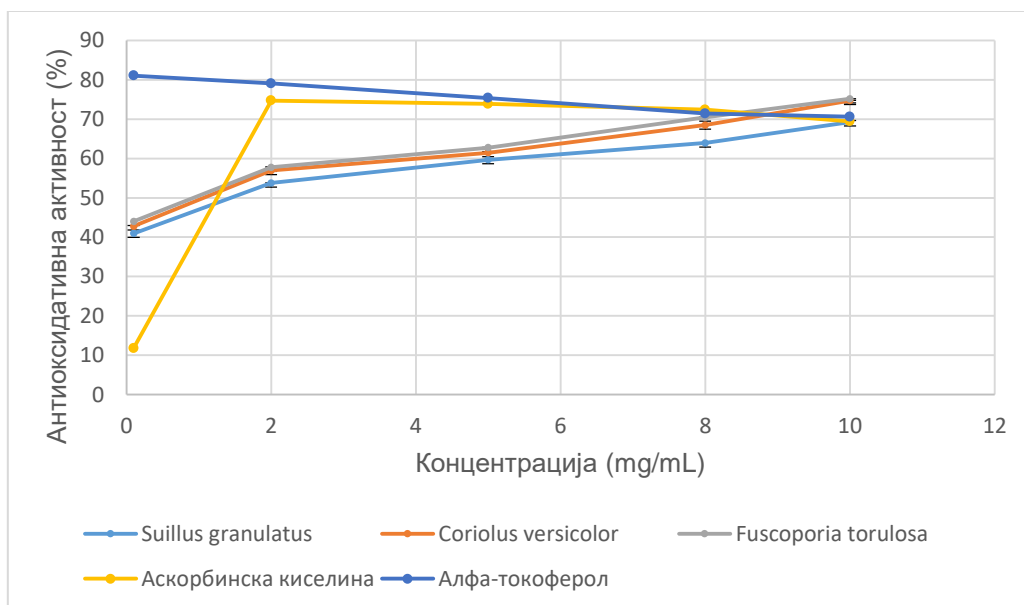


График 19: Антиоксидативна активност лиофилизованих водених екстраката гљива у систему линоленске киселине ($\bar{x} \pm SD$)

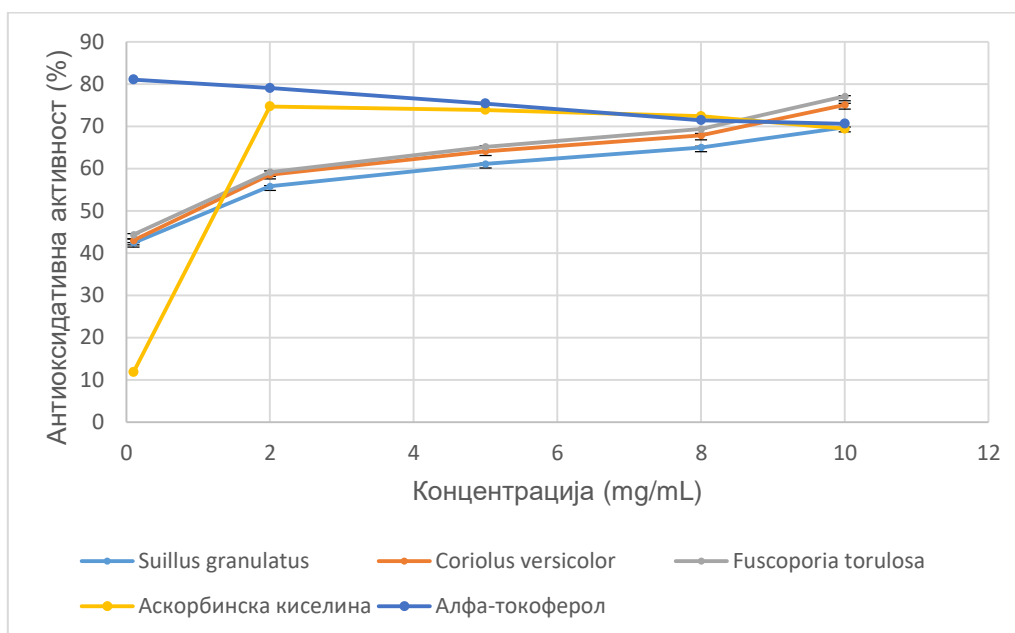


График 20: Антиоксидативна активност лиофилизованих етанолних екстраката гљива у систему линоленске киселине ($\bar{x} \pm SD$)

Из података приказаним на графицима 17, 18, 19 и 20 види се да су и након поступка лиофилизације сви испитивани екстракти компетитивни позитивним контролама. Наиме, сви екстракти на DPPH тесту показали су боље резултате у поређењу са ВНТ, при свим анализираним концентрацијама. Са аспекта методе коњугованих диена, при највећој испитиваној концентрацији (10 mg/mL), лиофилизовани водени и етанолни екстракти гљива *C. versicolor* и *F. torulosa* компетитивни су обема позитивним контролама, аскорбинској киселини и α -токоферолу. Ипак, лиофилизовани етанолни екстракти показали су боље резултате код методе коњугованих диена ($F. torulosa > C. versicolor > S. granulatus$, односно $44,36 \pm 0,24\% - 77,06 \pm 0,15\% > 42,97 \pm 0,36\% - 75,07 \pm 0,37\% > 42,42 \pm 0,04\% - 69,72 \pm 0,07\%$) у поређењу са лиофилизованим воденим екстрактима ($F. torulosa > C. versicolor > S. granulatus$, односно $43,99 \pm 0,09\% - 75,15 \pm 0,05\% > 42,80 \pm 0,04\% - 74,71 \pm 0,05\% > 40,97 \pm 0,04\% - 69,25 \pm 0,42\%$).

У поступку лиофилизације у гљивама или њиховим екстрактима, долази до ослобађања садржаја фенола из матрице гљиве или екстракта, а самим тим антиоксидативни потенцијал или остаје непромењен или се повећава (Tarafdar et al., 2017). Применом лиофилизације концентришу се неке компоненте, као што су еуџенол, елимицин, сесквитерпен, β -еудесмол, задржавају се испарљиве компоненте одговорне за арому производа, одржава се садржај кверцетина, неки полифеноли, али се садржај каротеноида смањује (Abascal et al., 2005). Стога је лиофилизација екстраката од велике важности у погледу очувавања њихових биолошких активности, посебно антиоксидативног капацитета, као што је случај са резултатима у овом истраживању.

5.8. Утицај лиофилизованих екстраката гљива на хемијски и нутритивни састав и биолошку активност индустријски произведених дехидрираних супа

Супе су намирнице које представљају извор важних нутритивних компонената, попут угљених хидрата, протеина, витамина и минералних материја, а с друге стране одликују се ниским садржајем масти. Нутритивна вредност супе, пре свега, зависи од састојака који се користе у њиховој производњи. Ту спадају различите биљне врсте, попут мркве, парадајза, кромпира, лука, белог лука, грашка, пашканата, целера, али и различита жита попут хељде, проса, квиноје итд. Индустријски произведене дехидриране супе врло су практичне за свакодневну употребу и штеде много времена за њихову припрему. Једина негативна страна ових готових производа су бројни адитиви који се примењују у циљу побољшања одређених сензорних својстава: укуса, мириса или боје. Због тога су данас све важнији производи који су, с једне стране, обогаћени одређеним састојцима који повећавају њихову нутритивну вредност, а код којих је, с друге стране, употреба хемијских адитива смањена или потпуно елиминисана. Истраживања у овој области заправо представљају равнотежу између потрошача с једне и индустрије с друге стране (Martins et al., 2008; Ghorai et al., 2011; Стојанова, 2018).

Осим тога, екстракти гљива, као додатак основном рецепту дехидрираних супа, представљају важну компоненту која побољшава хемијски и хранљиви састав супа, доприноси повећању антиоксидативног дејства, а с друге стране може бити медијум са добром основом за смањену употребу неких хемијских адитива који штете здрављу потрошача.

5.8.1. Хемијски састав дехидрираних супа

Састав супе зависи од полазног материјала од кога се припремају. Све врсте супа након кувања имају висок удео воде; месне супе садрже више протеина и минералних материја као што су цинк, калцијум, гвожђе и електролити, а супе са поврћем су богате дијетним влакнима, витаминима и фитохемикалијама. Фитохемикалије обично одређују боју супе, па је супа од парадајза црвена због садржаја антиоксиданса ликопена, супа од тикве је наранџаста због β -каротена, а супа од броколија је зелена због биљног пигмента хлорофила. Стога је јасно да вредни молекули из поврћа и меса остају у супи током припреме (Buren et al., 2019).

Велика предност супе је то што као самосталан оброк, истовремено обезбеђује неопходну течност и нутритивну вредност и то у облику у којем их организам најлакше апсорбује и самим тим се најлакше користи у циљу одржавања здравља.

Табела 25: Хемијска анализа дехидрираних супа 0, 15, 30, 45, 60. и 90. дан након производње

Параметар	n	Дани производње	Варијанта 1 (контрола)	Варијанта 2	Варијанта 3	Варијанта 4	Варијанта 5	Варијанта 6	Варијанта 7
			$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$
Угљени хидрати (g/100g с.м.)	3	0	53,03 ± 0,02 ^{aA}	55,59 ± 0,01 ^{bA}	54,72 ± 0,02 ^{cA}	55,68 ± 0,01 ^{bA}	54,85 ± 0,06 ^{cA}	54,91 ± 0,02 ^{cA}	56,19 ± 0,10 ^{dA}
	3	15	53,05 ± 0,01 ^{aA}	55,52 ± 0,03 ^{bA}	54,70 ± 0,03 ^{cA}	55,63 ± 0,07 ^{bA}	54,83 ± 0,02 ^{cA}	54,89 ± 0,01 ^{cA}	56,11 ± 0,08 ^{dA}
	3	30	53,00 ± 0,06 ^{aA}	55,55 ± 0,01 ^{bA}	54,68 ± 0,03 ^{cA}	55,60 ± 0,03 ^{bA}	54,80 ± 0,04 ^{cA}	54,88 ± 0,09 ^{cA}	56,22 ± 0,12 ^{dA}
	3	45	53,01 ± 0,01 ^{aA}	55,57 ± 0,03 ^{bA}	54,73 ± 0,01 ^A	55,65 ± 0,02 ^{bA}	54,82 ± 0,02 ^{cA}	54,90 ± 0,08 ^{cA}	56,17 ± 0,05 ^{dA}
	3	60	53,02 ± 0,06 ^{aA}	55,53 ± 0,01 ^{bA}	54,75 ± 0,07 ^{cA}	55,63 ± 0,03 ^{bA}	54,80 ± 0,04 ^{cA}	54,91 ± 0,01 ^{cA}	56,17 ± 0,01 ^{dA}
	3	90	53,01 ± 0,02 ^{aA}	55,50 ± 0,05 ^{bA}	54,75 ± 0,01 ^{cA}	55,62 ± 0,01 ^{bA}	54,80 ± 0,03 ^{cA}	54,90 ± 0,07 ^{cA}	56,19 ± 0,03 ^{dA}
Протеини (g/100g с.м.)	3	0	8,71 ± 0,01 ^{aA}	9,18 ± 0,03 ^{bA}	9,09 ± 0,02 ^{bA}	9,46 ± 0,07 ^{cA}	8,97 ± 0,03 ^{bA}	9,42 ± 0,06 ^{cA}	9,35 ± 0,03 ^{cA}
	3	15	8,70 ± 0,03 ^{aA}	9,19 ± 0,01 ^{bA}	9,02 ± 0,01 ^{bA}	9,43 ± 0,00 ^{cA}	8,92 ± 0,02 ^{bA}	9,45 ± 0,09 ^{cA}	9,31 ± 0,05 ^{cA}
	3	30	8,72 ± 0,02 ^{aA}	9,17 ± 0,05 ^{bA}	9,01 ± 0,03 ^{bA}	9,45 ± 0,09 ^{cA}	8,91 ± 0,07 ^{bA}	9,40 ± 0,01 ^{cA}	9,34 ± 0,01 ^{cA}
	3	45	8,70 ± 0,01 ^{aA}	9,19 ± 0,03 ^{bA}	9,07 ± 0,05 ^{bA}	9,45 ± 0,01 ^{cA}	8,95 ± 0,01 ^{bA}	9,41 ± 0,03 ^{cA}	9,32 ± 0,02 ^{cA}
	3	60	8,71 ± 0,11 ^{aA}	9,20 ± 0,09 ^{bA}	9,05 ± 0,02 ^{bA}	9,46 ± 0,01 ^{cA}	8,97 ± 0,08 ^{bA}	9,40 ± 0,06 ^{cA}	9,33 ± 0,01 ^{cA}
	3	90	8,72 ± 0,03 ^{aA}	9,19 ± 0,07 ^{bA}	9,03 ± 0,07 ^{bA}	9,45 ± 0,05 ^{cA}	8,94 ± 0,02 ^{bA}	9,40 ± 0,03 ^{cA}	9,30 ± 0,09 ^{cA}
Масли (g/100g с.м.)	3	0	5,50 ± 0,01 ^{aA}	5,66 ± 0,02 ^{bA}	5,62 ± 0,21 ^{bA}	5,69 ± 0,02 ^{bA}	5,77 ± 0,05 ^{cA}	5,73 ± 0,01 ^{cA}	5,78 ± 0,03 ^{cA}
	3	15	5,53 ± 0,01 ^{aA}	5,70 ^{bA} ± 0,01	5,66 ± 0,05 ^{bA}	5,68 ± 0,09 ^{bA}	5,76 ± 0,13 ^{cA}	5,75 ± 0,04 ^{cA}	5,72 ± 0,02 ^{cA}
	3	30	5,52 ^{aA} ± 0,03	5,60 ± 0,02 ^{bA}	5,65 ± 0,02 ^{bA}	5,70 ± 0,05 ^{bA}	5,72 ± 0,03 ^{cA}	5,71 ± 0,07 ^{cA}	5,79 ± 0,03 ^{cA}
	3	45	5,51 ± 0,0 ^{aA}	5,63 ± 0,03 ^{bA}	5,61 ± 0,03 ^{bA}	5,67 ± 0,02 ^{bA}	5,73 ± 0,08 ^{cA}	5,76 ± 0,06 ^{cA}	5,75 ± 0,02 ^{cA}
	3	60	5,50 ± 0,06 ^{aA}	5,62 ± 0,01 ^{bA}	5,63 ± 0,07 ^{bA}	5,66 ± 0,03 ^{bA}	5,75 ± 0,04 ^{cA}	5,75 ± 0,07 ^{cA}	5,77 ± 0,01 ^{cA}
	3	90	5,52 ± 0,07 ^{aA}	5,60 ± 0,01 ^{bA}	5,62 ± 0,05 ^{bA}	5,68 ± 0,02 ^{bA}	5,70 ± 0,01 ^{cA}	5,72 ± 0,02 ^{cA}	5,76 ± 0,09 ^{cA}

^{a,b,c} – вредности истог дана различитих варијанти супа означене различитим словима статистички се значајно разликују ($p < 0,05$), ANOVA, post hoc Tukey-ев тест.

^{A,B} – вредности исте варијанте супа различитих дана означене различитим словима статистички се значајно разликују ($p < 0,05$), ANOVA, post hoc Tukey-ев тест.

Табела 25а: Хемијска анализа дехидрираних супа 0, 15, 30, 45, 60. и 90. дан након производње

Параметар	n	Дани производње	Варијанта 1 (контрола)	Варијанта 2	Варијанта 3	Варијанта 4	Варијанта 5	Варијанта 6	Варијанта 7
			$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$
Влага (% с.м.)	3	0	4,92 ± 0,03 ^{aA}	5,03 ± 0,03 ^{bA}	4,98 ± 0,05 ^{aA}	4,85 ± 0,01 ^{aA}	4,87 ± 0,02 ^{aA}	5,00 ± 0,02 ^{bA}	4,90 ± 0,06 ^{aA}
	3	15	4,90 ± 0,05 ^{aA}	5,06 ± 0,03 ^{bA}	4,93 ± 0,03 ^{aA}	4,89 ± 0,01 ^{aA}	4,85 ± 0,02 ^{aA}	5,04 ± 0,02 ^{bA}	4,88 ± 0,02 ^{aA}
	3	30	4,95 ± 0,02 ^{aA}	5,01 ± 0,01 ^{bA}	4,99 ± 0,01 ^{aA}	4,83 ± 0,04 ^{aA}	4,88 ± 0,03 ^{aA}	5,02 ± 0,08 ^{bA}	4,91 ± 0,01 ^{aA}
	3	45	4,93 ± 0,02 ^{aA}	5,05 ± 0,05 ^{bA}	4,92 ± 0,01 ^{aA}	4,87 ± 0,02 ^{aA}	4,89 ± 0,02 ^{aA}	5,05 ± 0,06 ^{bA}	4,93 ± 0,02 ^{aA}
	3	60	4,95 ± 0,01 ^{aA}	5,02 ± 0,03 ^{bA}	4,98 ± 0,02 ^{aA}	4,90 ± 0,02 ^{aA}	4,93 ± 0,01 ^{aA}	5,03 ± 0,03 ^{bA}	4,97 ± 0,03 ^{aA}
	3	90	4,94 ± 0,02 ^{aA}	5,03 ± 0,03 ^{bA}	4,96 ± 0,07 ^{aA}	4,92 ± 0,03 ^{aA}	4,96 ± 0,05 ^{aA}	5,04 ± 0,07 ^{bA}	4,99 ± 0,01 ^{aA}
Минералне материје (% с.м.)	3	0	5,05 ± 0,01 ^{aA}	5,50 ± 0,01 ^{bA}	5,59 ± 0,06 ^{bA}	5,55 ± 0,02 ^{bA}	5,45 ± 0,06 ^{bA}	5,50 ± 0,04 ^{bA}	5,53 ± 0,01 ^{bA}
	3	15	5,06 ± 0,03 ^{aA}	5,45 ± 0,02 ^{bA}	5,52 ± 0,07 ^{bA}	5,50 ± 0,00 ^{bA}	5,48 ± 0,01 ^{bA}	5,47 ± 0,03 ^{bA}	5,51 ± 0,03 ^{bA}
	3	30	5,07 ± 0,05 ^{aA}	5,48 ± 0,02 ^{bA}	5,51 ± 0,02 ^{bA}	5,52 ± 0,01 ^{bA}	5,45 ± 0,03 ^{bA}	5,49 ± 0,09 ^{bA}	5,55 ± 0,05 ^{bA}
	3	45	5,05 ± 0,03 ^{aA}	5,47 ± 0,03 ^{bA}	5,53 ± 0,02 ^{bA}	5,51 ± 0,01 ^{bA}	5,46 ± 0,02 ^{bA}	5,48 ± 0,11 ^{bA}	5,54 ± 0,08 ^{bA}
	3	60	5,06 ± 0,01 ^{aA}	5,45 ± 0,02 ^{bA}	5,55 ± 0,01 ^{bA}	5,50 ± 0,04 ^{bA}	5,43 ± 0,01 ^{bA}	5,50 ± 0,01 ^{bA}	5,52 ± 0,06 ^{bA}
	3	90	5,05 ± 0,02 ^{aA}	5,42 ± 0,02 ^{bA}	5,54 ± 0,05 ^{bA}	5,51 ± 0,02 ^{bA}	5,45 ± 0,05 ^{bA}	5,48 ± 0,02 ^{bA}	5,53 ± 0,01 ^{bA}
Енергетска вредност (кЈ)	3	0	1067,86 ± 0,05 ^{aA}	1116,20 ± 0,02 ^{bA}	1101,28 ± 0,03 ^{cA}	1122,49 ± 0,07 ^{bA}	1106,97 ± 0,02 ^{cA}	1112,63 ± 0,03 ^{bA}	1131,42 ± 0,02 ^{dA}
	3	15	1069,11 ± 0,03 ^{aA}	1116,84 ± 0,01 ^{bA}	1101,50 ± 0,03 ^{cA}	1121,00 ± 0,05 ^{bA}	1105,62 ± 0,02 ^{cA}	1113,51 ± 0,02 ^{bA}	1127,52 ± 0,06 ^{dA}
	3	30	1068,32 ± 0,02 ^{aA}	1113,28 ± 0,07 ^{bA}	1100,71 ± 0,05 ^{cA}	1121,60 ± 0,01 ^{bA}	1103,58 ± 0,03 ^{cA}	1111,19 ± 0,01 ^{bA}	1132,07 ± 0,05 ^{dA}
	3	45	1067,81 ± 0,03 ^{aA}	1114,95 ± 0,03 ^{bA}	1100,77 ± 0,04 ^{cA}	1121,19 ± 0,01 ^{bA}	1104,79 ± 0,05 ^{cA}	1113,46 ± 0,02 ^{bA}	1129,61 ± 0,07 ^{dA}
	3	60	1067,72 ± 0,01 ^{aA}	1114,16 ± 0,07 ^{bA}	1101,51 ± 0,06 ^{cA}	1120,68 ± 0,09 ^{bA}	1105,53 ± 0,03 ^{cA}	1113,09 ± 0,05 ^{bA}	1130,49 ± 0,01 ^{dA}
	3	90	1068,46 ± 0,01 ^{aA}	1112,86 ± 0,02 ^{bA}	1100,86 ± 0,03 ^{cA}	1121,14 ± 0,06 ^{bA}	1103,26 ± 0,01 ^{cA}	1111,84 ± 0,03 ^{bA}	1129,98 ± 0,05 ^{dA}

^{a,b,c} - вредности истог дана различитих варијанти супа означене различитим словима статистички се значајно разликују ($p < 0,05$), ANOVA, post hoc Tukey-ев тест.

^{A,B} - вредности исте варијанте супа различитих дана означене различитим словима статистички се значајно разликују ($p < 0,05$), ANOVA, post hoc Tukey-ев тест.

Према подацима за хемијски састав супа (табела 25 и табела 25а), може се приметити да су у супама у које су додати лиофилизоване екстракти гљива, очекивано, добијене статистички значајно ($p < 0,05$) више вредности за све испитиване параметре током свих дана испитивања, у поређењу са контролном варијантом.

Наиме, константно највише вредности садржаја угљених хидрата ($\approx 56,19$ g/100g производа) и масти ($\approx 5,78$ g/100g производа) добијене су у супама варијанте 7. Међу супама које су обogaћене лиофилованим екстрактима гљива, најнижа вредност за садржај угљених хидрата добијена је у супама варијанте 5 ($\approx 54,85$ g/100g производа). Супе варијанте 4 одликовале су се највишим садржајем протеина ($\approx 9,46$ g/100g производа), Најнижи садржај угљених хидрата ($\approx 53,03$ g/100g производа), протеина ($\approx 8,71$ g/100g производа) и масти ($\approx 5,50$ g/100g производа) имале су супе контролне варијанте.

Садржај влаге у свим анализираним варијантама у складу је са прописима према Правилницима о квалитету супа (Службени лист РМ, 95/2012; Службени лист СЦГ, 56/2003 и 4/2004–др. правилник), тј. $< 10\%$ и није утврђена статистички значајна ($p < 0,05$) разлика ни у једној од анализираних варијанти. Садржај минералних материја (табела 25а) био је статистички значајно ($p < 0,05$) виши код свих варијанти обogaћених лиофилованим екстрактима и сушеним вргањом ($\approx 5,45\%$ у супи варијанте 5 до $\approx 5,59\%$ у супи варијанте 3), у поређењу са супом из контролне варијанте ($\approx 5,05\%$). Са статистички значајно ($p < 0,05$) највећом енергетском вредношћу карактерисале су се супе варијанте 7 ($\approx 1131,42$ kJ) у поређењу са контролном и осталим анализираним варијантама. Објашњење за овакав резултат је углавном највиши садржај масти у овој варијанти, који се приликом израчунавања енергетске вредности множи највећим коефицијентом.

Генерално, све варијанте супа обogaћене лиофилованим екстрактима показале су статистички значајно ($p < 0,05$) вишу енергетску вредност у поређењу са контролном варијантом, што је очекивано због вишег садржаја укупног нутритивног састава (угљени хидрати, протеини и масти).

Из података за хемијску анализу дехидрираних супа може се приметити да су слични резултати добијени током свих дана испитивања након производње (минималне разлике у вредностима су у оквиру тзв. лабораторијске грешке), због чега се може закључити да се добијене супе свих испитиваних варијанти одликују стабилношћу и конзистентношћу у погледу хемијског састава. Више вредности за испитиване параметре у супама у којима су примењени лиофиловани екстракти гљива у поређењу са контролном варијантом, резултат су повољног хемијског и нутритивног састава примењених екстраката, који само допуњују основни састав конвенционално произведене супе. Упоредјујући ове резултате са резултатима хемијских анализа екстраката, може се приметити да садржај параметара у супама обogaћеним лиофилованим екстрактима прати садржај истих параметара у екстрактима, тј. водени и етанолни екстракти гљиве *F. torulosa* имали су највиши садржај угљених хидрата и протеина, а сразмерно томе супе обogaћене овим екстрактима одликовале су се највишим садржајем ових параметара. Нешто нижи садржај испитиваних параметара утврђен је у екстрактима гљиве *S. granulatus*, а тај тренд примећен је и у супама обogaћеним лиофилованим воденим, односно етанолним екстрактом ове гљиве. Стога, може се констатовати да добијен производ

испуњава очекивања у погледу повећане хранљиве вредности и побољшаног хемијског састава.

Потребне нутритивне компоненте присутне у супама имају велики утицај на њихово прихватање од стране потрошача. Стабилност квалитета и хранљивих својстава супа током складиштења настаје као резултат додавања екстраката гљива (Mohamed et al., 2020), а лиофилизација екстраката само смањује садржај воде, што може довести до концентрисања неких од параметара (Fissore and Pisano, 2015). С друге стране, низак садржај влаге доприноси још већој стабилности коначног производа са микробиолошког, хемијског и антиоксидативног аспекта што је у сагласности са резултатима у овом истраживању. Виши садржај влаге повећава могућност физичко-хемијских и микробиолошких промена производа током његовог складиштења (Mohamed et al., 2020).

5.8.2. Микробиолошка анализа дехидрираних супа

Дехидриране супе су производи добијени мешањем различитих врста сушеног поврћа и других састојака, који се мељу, мешају и подвргавају различитим технолошким операцијама, обично без присуства топлоте. Стога иницијална микрофлора таквих производа зависи искључиво од микрофлоре која је присутна на сировини која се користи, као и од начина спровођења даљих технолошких поступака. Дехидриране производе карактеришу низак садржај влаге (7–9%) и ниска a_w вредност (0,10–0,35), што су неповољни услови за већину микроорганизама. Генерално, укупан број аеробних мезофилних бактерија у овим производима креће се од 10^3 до 10^5 cfu/g. Потенцијална опасност за ове производе је патогена бактерија *S. aureus*, а најкритичнији поступак за њено активирање сматра се рехидратација супа, посебно ако се ради директно са врућом водом (између 30 °C и 50 °C), а не постепеним загревањем. Присуство других патогених бактерија у дехидрираним супама је обично ретко (Roberts et al., 2005).

Према подацима приказаним у табели 26, може се приметити да су током свих дана испитивања након производње, супе показале константан микробиолошки статус у погледу анализираних микроорганизама како са аспекта критеријума за хигијену производног процеса, тако и са аспекта микробиолошких критеријума за безбедност хране. Наиме, највећи укупан број аеробних мезофилних бактерија забележен је код супа контролне варијанте ($2,8\text{--}3,1 \cdot 10^1$ cfu/g), док је најмањим број забележен код супа варијанте 4 и варијанте 7 ($1,4\text{--}2,1 \cdot 10^1$ cfu/g). Укупан број аеробних мезофилних бактерија у супама варијанте 2 и варијанте 3 био је $2,5 \cdot 10^1$ cfu/g, односно $2,7 \cdot 10^1$ cfu/g. Овај број микроорганизама у супама варијанте 5 и 6 био је $2,6 \cdot 10^1$ cfu/g, односно $2,8 \cdot 10^1$ cfu/g.

Табела 26: Микробиолошка анализа дехидрираних супа (cfu/g) 0, 15, 30, 45, 60. и 90. дан након производње

Параметар	n	Дани производње	Варијанта 1 (контрола)	Варијанта 2	Варијанта 3	Варијанта 4	Варијанта 5	Варијанта 6	Варијанта 7
			$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$
Укупан број аеробних мезофилних бактерија	3	0	$2,9 \cdot 10^1 \pm 0,04^{aA}$	$1,7 \cdot 10^1 \pm 0,03^{bA}$	$1,8 \cdot 10^1 \pm 0,04^{cA}$	$1,5 \cdot 10^1 \pm 0,04^{dA}$	$1,7 \cdot 10^1 \pm 0,02^{bA}$	$1,9 \cdot 10^1 \pm 0,05^{cA}$	$1,4 \cdot 10^1 \pm 0,03^{dA}$
	3	15	$2,8 \cdot 10^1 \pm 0,02^{aA}$	$1,8 \cdot 10^1 \pm 0,02^{bA}$	$1,8 \cdot 10^1 \pm 0,01^{bA}$	$1,4 \cdot 10^1 \pm 0,0^{cA}$	$1,7 \cdot 10^1 \pm 0,01^{bA}$	$1,8 \cdot 10^1 \pm 0,02^{bA}$	$1,4 \cdot 10^1 \pm 0,02^{cA}$
	3	30	$2,9 \cdot 10^1 \pm 0,02^{aA}$	$1,8 \cdot 10^1 \pm 0,03^{bA}$	$1,7 \cdot 10^1 \pm 0,01^{bA}$	$1,5 \cdot 10^1 \pm 0,02^{cA}$	$1,8 \cdot 10^1 \pm 0,02^{bA}$	$1,9 \cdot 10^1 \pm 0,03^{bA}$	$1,5 \cdot 10^1 \pm 0,03^{cA}$
	3	45	$3,1 \cdot 10^1 \pm 0,01^{aB}$	$2,5 \cdot 10^1 \pm 0,02^{bB}$	$2,7 \cdot 10^1 \pm 0,02^{cB}$	$2,1 \cdot 10^1 \pm 0,01^{dB}$	$2,6 \cdot 10^1 \pm 0,01^{bB}$	$2,8 \cdot 10^1 \pm 0,02^{cB}$	$2,0 \cdot 10^1 \pm 0,03^{dB}$
	3	60	$3,0 \cdot 10^1 \pm 0,03^{aB}$	$2,5 \cdot 10^1 \pm 0,01^{bB}$	$2,6 \cdot 10^1 \pm 0,05^{cB}$	$2,2 \cdot 10^1 \pm 0,02^{dB}$	$2,5 \cdot 10^1 \pm 0,03^{bB}$	$2,9 \cdot 10^1 \pm 0,01^{aB}$	$2,0 \cdot 10^1 \pm 0,05^{dB}$
	3	90	$3,1 \cdot 10^1 \pm 0,02^{aB}$	$2,6 \cdot 10^1 \pm 0,05^{bB}$	$2,7 \cdot 10^1 \pm 0,01^{cB}$	$2,2 \cdot 10^1 \pm 0,02^{dB}$	$2,5 \cdot 10^1 \pm 0,01^{bB}$	$3,1 \cdot 10^1 \pm 0,03^{aB}$	$2,1 \cdot 10^1 \pm 0,01^{dB}$
Плесни	3	0	н.д.*	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.
	3	15	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.
	3	30	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.
	3	45	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.
	3	60	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.
	3	90	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.
<i>Staphylococcus aureus</i>	3	0	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.
	3	15	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.
	3	30	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.
	3	45	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.
	3	60	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.
	3	90	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.
<i>Salmonella</i> sp.	3	45	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.
	3	60	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.
	3	90	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.

^{a,b,c} – вредности истог дана различитих варијанти супа означене различитим словима статистички се значајно разликују ($p < 0,05$), ANOVA, post hoc Tukey-ев тест.

^{A,B} – вредности исте варијанте супа различитих дана означене различитим словима статистички се значајно разликују ($p < 0,05$), ANOVA, post hoc Tukey-ев тест; *н.д. – није одређено.

Мањи број аеробних мезофилних бактерија у супама обогаћеним лиофилизованим екстрактима у поређењу са контролном варијантом је последица антимикуробне активности додатих лиофилизованих екстраката (табела 22). С друге стране, није примећено присуство плесни и бактерије *S. aureus* ни у једној од анализираних варијанти. Сви подаци су у складу са вредностима прописаним

Правилником о микробиолошким критеријумима за безбедност хране (Службени лист РСМ, 229/2020) и нису утврђена одступања ни у једној од испитиваних варијанти. До 90. дана након производње може се приметити да нема присуства патогених бактерија *Salmonella* sp., ни у једној од испитиваних варијанти што је у складу са Правилником о микробиолошким критеријумима за безбедност хране (Службени лист РСМ, 229/2020; Službeni glasnik RS, 72/2010, 62/2018).

Генерално, може се приметити да се све анализирани супе одликују микробиолошком стабилношћу током складиштења, односно примећен је минимални пораст у погледу укупног броја аеробних мезофилних бактерија 45. дана након производње, што показује статистички значајну разлику ($p < 0,05$) у свим варијантама у поређењу са 0, 15. и 30. даном након производње. Најнижа вредност ($2,0 \cdot 10^1$ cfu/g) добијена је у супама варијанте 7.

Сматра се да додати екстракти гљива, воћа, или поврћа имају значајан утицај на микробиолошку стабилност производа током складиштења (Avila-Sosa et al. 2008), што потврђују и резултати добијени у овом истраживању.

5.8.3. Антимикробна активност дехидрираних супа

Природни антимикробни додаци у прехранбеним производима првенствено имају за циљ заштиту производа од појаве патогених микроорганизама, а самим тим директно утичу на одрживост производа током складиштења. Најчешћи природни адитиви који се додају у циљу постизања антимикробне активности су разне врсте биљних екстраката, екстракти гљива, есенцијална уља, жита, као и неко воће и поврће. Такви додаци у храни могу показати добар ефекат према одређеним врстама патогених бактерија попут *Salmonella* sp., *E. coli*, *L. monocytogenes*, *Campylobacter* sp., *S. aureus* и др. (Arshad and Batool, 2017).

У табелама 27, 27a/b/c/d/e приказани су подаци о антимикробном потенцијалу анализираних дехидрираних супа, при чему је утврђена константна антимикробна активност у свим варијантама током свих дана испитивања. Наиме, може се приметити да су супе обогаћене лиофилизованим воденим и етанолним екстрактима гљива показале знатно ($p < 0,05$) јачи антимикробни потенцијал према испитиваним патогеним микроорганизмима, у односу на конвенционално произведену супу.

Са аспекта супе обогаћене лиофилизованим воденим екстрактима, статистички значајно ($p < 0,05$) најбољи резултати за већину тестираних сојева (*S. aureus*, *E. faecalis*, *S. Enteritidis*, *E. coli* и *S. sonnei*) током свих дана испитивања добијени су са супама варијанте 4, у поређењу са варијантом 2 и варијантом 3. Супе варијанте 3 показале су статистички значајно ($p < 0,05$) најбољу активност према *P. vulgaris* и *C. albicans*, у поређењу са варијантом 2 и варијантом 4, а супе варијанте 2 су имале најбоља антимикробна својства ($p < 0,05$) према сојевима *L. ivanovii*, *Y. enterocolitica* и *C. neoformans*, у поређењу са варијантом 3 и варијантом 4.

Табела 27: Антимикробна активност (диск дифузиони метод, mm) дехидрираних супа на почетку (0. дана производње)

Микроорганизам	n	Варијанта 1 (контрола)	Варијанта 2	Варијанта 3	Варијанта 4	Варијанта 5	Варијанта 6	Варијанта 7	Тетраци- клин 30 µg/disc	Хлорамфе- никол 30 µg/disc	Бифоназол 30 µg/disc
		$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923	3	1,9 ± 0,02 ^{aA}	6,1 ± 0,03 ^{aB}	11,1 ± 0,05 ^{aC}	13,1 ± 0,03 ^{aD}	4,3 ± 0,01 ^{aE}	5,2 ± 0,05 ^{aF}	10,5 ± 0,01 ^{aG}	30,0 ± 0,02 ^a	21,5 ± 0,02 ^a	Н.д.*
<i>Bacillus cereus</i> ATCC 10876	3	Н.д.	5,0 ± 0,00 ^{bA}	7,2 ± 0,05 ^{bB}	8,6 ± 0,01 ^{bC}	4,9 ± 0,0 ^{aA}	8,6 ± 0,01 ^{bC}	11,9 ± 0,00 ^{bD}	11,8 ± 0,01 ^b	19,0 ± 0,04 ^b	Н.д.
<i>Listeria monocytogenes</i> ATCC 19115	3	Н.д.	8,8 ± 0,01 ^{cA}	6,3 ± 0,02 ^{cB}	11,0 ± 0,03 ^{cC}	6,0 ± 0,01 ^{bB}	11,5 ± 0,02 ^{cD}	7,1 ± 0,00 ^{cE}	15,0 ± 0,03 ^c	14,1 ± 0,01 ^c	Н.д.
<i>Listeria ivanovii</i> ATCC 19119	3	Н.д.	10,7 ± 0,03 ^{dA}	6,8 ± 0,03 ^{cB}	7,9 ± 0,02 ^{dC}	8,1 ± 0,01 ^{cD}	5,8 ± 0,01 ^{aE}	9,0 ± 0,02 ^{dF}	14,9 ± 0,06 ^d	14,0 ± 0,01 ^d	Н.д.
<i>Enterococcus faecalis</i> ATCC 29212	3	Н.д.	6,0 ± 0,03 ^{aA}	12,4 ± 0,03 ^{dB}	14,3 ± 0,01 ^{eC}	5,2 ± 0,05 ^{dD}	13,2 ± 0,02 ^{dE}	11,5 ± 0,02 ^{bF}	16,0 ± 0,02 ^e	17,7 ± 0,02 ^e	Н.д.
<i>Salmonella Enteritidis</i> ATCC 13076	3	2,6 ± 0,01 ^{bA}	5,1 ± 0,01 ^{bB}	14,7 ± 0,03 ^{eC}	17,0 ± 0,03 ^{fD}	3,9 ± 0,02 ^{eE}	13,2 ± 0,03 ^{dF}	12,7 ± 0,01 ^{eG}	21,4 ± 0,01 ^f	25,2 ± 0,02 ^f	Н.д.
<i>Escherichia coli</i> ATCC 11230	3	1,5 ± 0,02 ^{aA}	2,2 ± 0,04 ^{eB}	2,8 ± 0,01 ^{fC}	6,5 ± 0,01 ^{gD}	3,0 ± 0,01 ^{eC}	6,6 ± 0,04 ^{eE}	8,9 ± 0,01 ^{dF}	11,0 ± 0,02 ^g	12,5 ± 0,02 ^g	Н.д.
<i>Yersinia enterocolitica</i> ATCC 27729	3	Н.д.	15,6 ± 0,05 ^{fA}	10,1 ± 0,05 ^{gB}	11,5 ± 0,01 ^{cC}	13,4 ± 0,01 ^{fD}	12,8 ± 0,01 ^{fE}	9,1 ± 0,00 ^{dF}	27,1 ± 0,01 ^h	26,8 ± 0,02 ^h	Н.д.
<i>Shigella sonnei</i> ATCC 29930	3	Н.д.	4,7 ± 0,01 ^{gA}	7,8 ± 0,03 ^{bB}	8,1 ± 0,01 ^{bC}	6,2 ± 0,00 ^{bD}	8,7 ± 0,03 ^{bE}	7,8 ± 0,02 ^{cB}	11,8 ± 0,01 ^b	13,1 ± 0,01 ⁱ	Н.д.
<i>Proteus vulgaris</i> ATCC 8427	3	Н.д.	4,2 ± 0,00 ^{gA}	9,0 ± 0,05 ^{hB}	6,9 ± 0,03 ^{gC}	2,7 ± 0,03 ^{gD}	11,1 ± 0,02 ^{fE}	14,6 ± 0,03 ^{fF}	18,7 ± 0,01 ⁱ	16,3 ± 0,01 ^j	Н.д.
<i>Candida albicans</i> ATCC 10259	3	Н.д.	Н.д.	15,6 ± 0,01 ^{iA}	17,7 ± 0,01 ^{fB}	Н.д.	17,5 ± 0,03 ^{gB}	19,7 ± 0,03 ^{gC}	Н.д.	Н.д.	33,5 ± 0,01 ^a
<i>Cryptococcus neoformans</i> ATCC 76484	3	Н.д.	13,7 ± 0,01 ^{hA}	Н.д.	11,9 ± 0,02 ^{cB}	15,2 ± 0,03 ^{hC}	Н.д.	13,9 ± 0,03 ^{hD}	Н.д.	Н.д.	28,0 ± 0,03 ^b

^{a,b,c} – вредности исте варијанте различитих врсте микроорганизама означене различитим словима статистички се значајно разликују ($p < 0,05$), ANOVA, post hoc Tukey-ев тест; ^{A,B,C} – вредности различитих варијанта означене различитим словима статистички се значајно разликују ($p < 0,05$), ANOVA, post hoc Tukey-ев тест; *н.д. – није одређено.

Табела 27а: Антимикробна активност (диск дифузиони метод, mm) дехидрираних супа 15. дана након производње

Микроорганизам	n	Варијанта 1 (контрола)	Варијанта 2	Варијанта 3	Варијанта 4	Варијанта 5	Варијанта 6	Варијанта 7	Тетраци- клин 30 µg/disc	Хлорамфе- никол 30 µg/disc	Бифоназол 30 µg/disc
		$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923	3	1,9 ± 0,02 ^{aA}	6,2 ± 0,02 ^{aB}	11,1 ± 0,05 ^{aC}	13,1 ± 0,03 ^{aD}	4,3 ± 0,01 ^{aE}	5,2 ± 0,05 ^{aF}	10,5 ± 0,01 ^{aG}	30,0 ± 0,02 ^a	21,5 ± 0,02 ^a	н.д.*
<i>Bacillus cereus</i> ATCC 10876	3	н.д.	5,0 ± 0,00 ^{bA}	7,2 ± 0,05 ^{bB}	8,6 ± 0,01 ^{bC}	4,9 ± 0,01 ^{aA}	8,6 ± 0,01 ^{bC}	11,9 ± 0,00 ^{bD}	11,8 ± 0,01 ^b	19,0 ± 0,04 ^b	н.д.
<i>Listeria monocytogenes</i> ATCC 19115	3	н.д.	8,8 ± 0,01 ^{cA}	6,3 ± 0,02 ^{cB}	11,0 ± 0,03 ^{cC}	6,0 ± 0,01 ^{bD}	11,5 ± 0,02 ^{cE}	7,1 ± 0,00 ^{cF}	15,0 ± 0,03 ^c	14,1 ± 0,01 ^c	н.д.
<i>Listeria ivanovii</i> ATCC 19119	3	н.д.	10,7 ± 0,03 ^{dA}	6,7 ± 0,01 ^{cB}	7,9 ± 0,02 ^{dC}	8,1 ± 0,01 ^{cD}	5,9 ± 0,02 ^{aE}	8,9 ± 0,01 ^{dF}	14,9 ± 0,06 ^d	14,0 ± 0,01 ^d	н.д.
<i>Enterococcus faecalis</i> ATCC 29212	3	н.д.	6,0 ± 0,03 ^{aA}	12,4 ± 0,03 ^{bB}	14,2 ± 0,06 ^{cC}	5,2 ± 0,03 ^{dD}	13,2 ± 0,02 ^{dE}	11,5 ± 0,02 ^{bF}	16,0 ± 0,02 ^e	17,7 ± 0,02 ^e	н.д.
<i>Salmonella</i> Enteritidis ATCC 13076	3	2,6 ± 0,01 ^{bA}	5,2 ± 0,05 ^{bB}	14,7 ± 0,03 ^{cC}	17,0 ± 0,03 ^{dD}	3,9 ± 0,02 ^{eE}	13,2 ± 0,03 ^{dF}	12,7 ± 0,01 ^{eG}	21,4 ± 0,01 ^f	25,2 ± 0,02 ^f	н.д.
<i>Escherichia coli</i> ATCC 11230	3	1,5 ± 0,02 ^{aA}	2,2 ± 0,04 ^{eB}	2,8 ± 0,01 ^{fC}	6,6 ± 0,03 ^{gD}	3,0 ± 0,0 ^{eE}	6,6 ± 0,04 ^{eD}	8,9 ± 0,01 ^{dF}	11,0 ± 0,02 ^g	12,5 ± 0,02 ^g	н.д.
<i>Yersinia enterocolitica</i> ATCC 27729	3	н.д.	15,6 ± 0,05 ^{fA}	10,1 ± 0,05 ^{gB}	11,5 ± 0,01 ^{cC}	13,4 ± 0,01 ^{dD}	12,8 ± 0,01 ^{fE}	9,1 ± 0,00 ^{dF}	27,1 ± 0,01 ^h	26,8 ± 0,02 ^h	н.д.
<i>Shigella sonnei</i> ATCC 29930	3	н.д.	4,7 ± 0,01 ^{gA}	7,8 ± 0,03 ^{bB}	8,1 ± 0,01 ^{bC}	6,2 ± 0,00 ^{bD}	8,6 ± 0,05 ^{bE}	7,8 ± 0,02 ^{cB}	11,8 ± 0,01 ^b	13,1 ± 0,01 ⁱ	н.д.
<i>Proteus vulgaris</i> ATCC 8427	3	н.д.	4,2 ± 0,00 ^{gA}	9,0 ± 0,01 ^{hB}	6,9 ± 0,02 ^{gC}	2,8 ± 0,03 ^{gD}	11,1 ± 0,02 ^{fE}	14,6 ± 0,03 ^{fF}	18,7 ± 0,01 ⁱ	16,3 ± 0,01 ^j	н.д.
<i>Candida albicans</i> ATCC 10259	3	н.д.	н.д.	15,6 ± 0,01 ^{iA}	17,7 ± 0,01 ^{fB}	н.д.	17,5 ± 0,03 ^{gB}	19,7 ± 0,03 ^{gC}	н.д.	н.д.	33,5 ± 0,01 ^a
<i>Cryptococcus neoformans</i> ATCC 76484	3	н.д.	13,7 ± 0,01 ^{hA}	н.д.	11,9 ± 0,02 ^{cB}	15,2 ± 0,03 ^{hC}	н.д.	13,9 ± 0,03 ^{hA}	н.д.	н.д.	28,0 ± 0,03 ^b

^{a,b,c} – вредности исте варијанте различитих врсте микроорганизама означене различитим словима статистички се значајно разликују ($p < 0,05$), ANOVA, post hoc Tukey-ев тест; ^{A,B,C} – вредности различитих варијаната означене различитим словима статистички се значајно разликују ($p < 0,05$), ANOVA, post hoc Tukey-ев тест; *н.д. – није одређено.

Табела 27b: Антимикробна активност (диск дифузиони метод, mm) дехидрираних супа 30. дана након производње

Микроорганизам	n	Варијанта 1 (контрола)	Варијанта 2	Варијанта 3	Варијанта 4	Варијанта 5	Варијанта 6	Варијанта 7	Тетраци- клин 30 µg/disc	Хлорамфе- никол 30 µg/disc	Бифоназол 30 µg/disc
		$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923	3	1,9 ± 0,02 ^{aA}	6,1 ± 0,03 ^{aB}	11,1 ± 0,05 ^{aC}	13,1 ± 0,03 ^{aD}	4,3 ± 0,01 ^{aE}	5,3 ± 0,05 ^{aF}	10,5 ± 0,02 ^{aG}	30,0 ± 0,02 ^a	21,5 ± 0,02 ^a	Н.д.*
<i>Bacillus cereus</i> ATCC 10876	3	Н.д.	5,0 ± 0,00 ^{bA}	7,2 ± 0,05 ^{bB}	8,6 ± 0,01 ^{bC}	4,9 ± 0,01 ^{aA}	8,6 ± 0,01 ^{bC}	11,9 ± 0,00 ^{bD}	11,8 ± 0,01 ^b	19,0 ± 0,04 ^b	Н.д.
<i>Listeria monocytogenes</i> ATCC 19115	3	Н.д.	8,7 ± 0,03 ^{cA}	6,3 ± 0,02 ^{cB}	11,0 ± 0,03 ^{cC}	6,0 ± 0,01 ^{bD}	11,5 ± 0,02 ^{cE}	7,1 ± 0,00 ^{cF}	15,0 ± 0,03 ^c	14,1 ± 0,01 ^c	Н.д.
<i>Listeria ivanovii</i> ATCC 19119	3	Н.д.	10,7 ± 0,03 ^{dA}	6,8 ± 0,03 ^{cB}	7,9 ± 0,03 ^{dC}	8,1 ± 0,01 ^{cC}	5,8 ± 0,01 ^{aD}	9,1 ± 0,02 ^{dE}	14,9 ± 0,06 ^d	14,0 ± 0,01 ^d	Н.д.
<i>Enterococcus faecalis</i> ATCC 29212	3	Н.д.	6,0 ± 0,03 ^{aA}	12,4 ± 0,03 ^{dB}	14,3 ± 0,01 ^{eC}	5,1 ± 0,01 ^{dD}	13,2 ± 0,01 ^{dE}	11,5 ± 0,02 ^{bF}	16,0 ± 0,02 ^e	17,7 ± 0,02 ^e	Н.д.
<i>Salmonella</i> Enteritidis ATCC 13076	3	2,6 ± 0,01 ^{bA}	5,1 ± 0,01 ^{bB}	14,7 ± 0,01 ^{eC}	17,1 ± 0,03 ^{dD}	3,9 ± 0,02 ^{eE}	13,2 ± 0,03 ^{dF}	12,7 ± 0,01 ^{eG}	21,4 ± 0,01 ^f	25,2 ± 0,02 ^f	Н.д.
<i>Escherichia coli</i> ATCC 11230	3	1,5 ± 0,02 ^{aA}	2,2 ± 0,04 ^{eB}	2,9 ± 0,02 ^{fC}	6,5 ± 0,02 ^{gD}	3,0 ± 0,01 ^{eC}	6,7 ± 0,03 ^{eD}	8,9 ± 0,01 ^{dE}	11,0 ± 0,02 ^g	12,5 ± 0,02 ^g	Н.д.
<i>Yersinia enterocolitica</i> ATCC 27729	3	Н.д.	15,6 ± 0,05 ^{fA}	10,1 ± 0,05 ^{gB}	11,6 ± 0,02 ^{cC}	13,4 ± 0,01 ^{dD}	12,8 ± 0,01 ^{fE}	9,1 ± 0,00 ^{dF}	27,1 ± 0,01 ^h	26,8 ± 0,02 ^h	Н.д.
<i>Shigella sonnei</i> ATCC 29930	3	Н.д.	4,7 ± 0,01 ^{gA}	7,9 ± 0,01 ^{bB}	8,1 ± 0,01 ^{bB}	6,2 ± 0,00 ^{bC}	8,7 ± 0,03 ^{bD}	7,8 ± 0,02 ^{cB}	11,8 ± 0,01 ^b	13,1 ± 0,01 ⁱ	Н.д.
<i>Proteus vulgaris</i> ATCC 8427	3	Н.д.	4,2 ± 0,00 ^{gA}	9,0 ± 0,05 ^{hB}	6,9 ± 0,03 ^{gC}	2,7 ± 0,03 ^{gD}	11,1 ± 0,02 ^{fE}	14,6 ± 0,03 ^{fF}	18,7 ± 0,01 ⁱ	16,3 ± 0,01 ^j	Н.д.
<i>Candida albicans</i> ATCC 10259	3	Н.д.	Н.д.	15,6 ± 0,01 ^{iA}	17,7 ± 0,01 ^{fB}	Н.д.	17,5 ± 0,03 ^{gB}	19,7 ± 0,03 ^{gC}	Н.д.	Н.д.	33,5 ± 0,01 ^a
<i>Cryptococcus neoformans</i> ATCC 76484	3	Н.д.	13,7 ± 0,01 ^{hA}	Н.д.	11,9 ± 0,02 ^{eB}	15,2 ± 0,03 ^{hC}	Н.д.	13,9 ± 0,03 ^{hA}	Н.д.	Н.д.	28,0 ± 0,03 ^b

^{a,b,c} – вредности исте варијанте различитих врсте микроорганизама означене различитим словима статистички се значајно разликују ($p < 0,05$), ANOVA, post hoc Tukey-ев тест; ^{A,B,C} – вредности различитих варијанта означене различитим словима статистички се значајно разликују ($p < 0,05$), ANOVA, post hoc Tukey-ев тест; *н.д. – није одређено.

Табела 27с: Антимикробна активност (диск дифузиони метод, mm) дехидрираних супа 45. дана након производње

Микроорганизам	n	Варијанта 1 (контрола)	Варијанта 2	Варијанта 3	Варијанта 4	Варијанта 5	Варијанта 6	Варијанта 7	Тетраци- клин 30 µg/disc	Хлорамфе- никол 30 µg/disc	Бифоназол 30 µg/disc
		$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923	3	1,9 ± 0,02 ^{aA}	6,1 ± 0,03 ^{aB}	11,2 ± 0,03 ^{aC}	13,1 ± 0,03 ^{aD}	4,3 ± 0,01 ^{aE}	5,2 ± 0,05 ^{aF}	10,5 ± 0,01 ^{aG}	30,0 ± 0,02 ^a	21,5 ± 0,02 ^a	н.д.*
<i>Bacillus cereus</i> ATCC 10876	3	н.д.	5,0 ± 0,00 ^{bA}	7,2 ± 0,02 ^{bB}	8,6 ± 0,01 ^{bC}	4,9 ± 0,01 ^{aD}	8,6 ± 0,01 ^{bC}	11,9 ± 0,00 ^{bE}	11,8 ± 0,01 ^b	19,0 ± 0,04 ^b	н.д.
<i>Listeria monocytogenes</i> ATCC 19115	3	н.д.	8,8 ± 0,01 ^{cA}	6,3 ± 0,02 ^{cB}	10,9 ± 0,01 ^{cC}	6,0 ± 0,01 ^{bB}	11,5 ± 0,03 ^{cD}	7,1 ± 0,00 ^{cE}	15,0 ± 0,03 ^c	14,1 ± 0,01 ^c	н.д.
<i>Listeria ivanovii</i> ATCC 19119	3	н.д.	10,7 ± 0,03 ^{dA}	6,8 ± 0,03 ^{cB}	7,9 ± 0,02 ^{dC}	8,1 ± 0,01 ^{cC}	5,8 ± 0,01 ^{aD}	9,1 ± 0,03 ^{dE}	14,9 ± 0,06 ^d	14,0 ± 0,01 ^d	н.д.
<i>Enterococcus faecalis</i> ATCC 29212	3	н.д.	6,0 ± 0,03 ^{aA}	12,4 ± 0,03 ^{dB}	14,3 ± 0,01 ^{cC}	5,2 ± 0,05 ^{dD}	13,2 ± 0,02 ^{dE}	11,5 ± 0,02 ^{bF}	16,0 ± 0,02 ^e	17,7 ± 0,02 ^e	н.д.
<i>Salmonella</i> Enteritidis ATCC 13076	3	2,6 ± 0,01 ^{bA}	5,2 ± 0,01 ^{bB}	14,7 ± 0,01 ^{cC}	17,0 ± 0,03 ^{dD}	3,8 ± 0,02 ^{eE}	13,1 ± 0,03 ^{dF}	12,7 ± 0,01 ^{eG}	21,4 ± 0,01 ^f	25,2 ± 0,02 ^f	н.д.
<i>Escherichia coli</i> ATCC 11230	3	1,5 ± 0,02 ^{aA}	2,2 ± 0,04 ^{eB}	2,8 ± 0,01 ^{fC}	6,5 ± 0,01 ^{gD}	3,0 ± 0,01 ^{eC}	6,7 ± 0,01 ^{eD}	8,9 ± 0,01 ^{dE}	11,0 ± 0,02 ^g	12,5 ± 0,02 ^g	н.д.
<i>Yersinia enterocolitica</i> ATCC 27729	3	н.д.	15,6 ± 0,05 ^{fA}	10,1 ± 0,05 ^{gB}	11,5 ± 0,01 ^{cC}	13,4 ± 0,01 ^{dD}	12,8 ± 0,01 ^{fE}	9,1 ± 0,00 ^{dF}	27,1 ± 0,01 ^h	26,8 ± 0,02 ^h	н.д.
<i>Shigella sonnei</i> ATCC 29930	3	н.д.	4,7 ± 0,01 ^{gA}	7,8 ± 0,0 ^{bB}	8,2 ± 0,05 ^{bB}	6,2 ± 0,00 ^{bC}	8,7 ± 0,03 ^{bD}	7,8 ± 0,02 ^{cB}	11,8 ± 0,01 ^b	13,1 ± 0,01 ⁱ	н.д.
<i>Proteus vulgaris</i> ATCC 8427	3	н.д.	4,2 ± 0,00 ^{gA}	9,0 ± 0,05 ^{hB}	6,9 ± 0,02 ^{gC}	2,7 ± 0,01 ^{gD}	11,1 ± 0,02 ^{fE}	14,6 ± 0,03 ^{fF}	18,7 ± 0,01 ⁱ	16,3 ± 0,01 ^j	н.д.
<i>Candida albicans</i> ATCC 10259	3	н.д.	н.д.	15,6 ± 0,01 ^{iA}	17,7 ± 0,01 ^{fB}	н.д.	17,5 ± 0,03 ^{gB}	19,7 ± 0,03 ^{gC}	н.д.	н.д.	33,5 ± 0,01 ^a
<i>Cryptococcus neoformans</i> ATCC 76484	3	н.д.	13,7 ± 0,01 ^{hA}	н.д.	11,9 ± 0,02 ^{cB}	15,2 ± 0,03 ^{hC}	н.д.	13,9 ± 0,02 ^{hA}	н.д.	н.д.	28,0 ± 0,03 ^b

^{a,b,c} – вредности исте варијанте различитих врсте микроорганизама означене различитим словима статистички се значајно разликују ($p < 0,05$), ANOVA, post hoc Tukey-ев тест; ^{A,B,C} – вредности различитих варијанта означене различитим словима статистички се значајно разликују ($p < 0,05$), ANOVA, post hoc Tukey-ев тест; *н.д. – није одређено.

Табела 27d: Антимикробна активност (диск дифузиони метод, mm) дехидрираних супа 60. дана након производње

Микроорганизам	n	Варијанта 1 (контрола)	Варијанта 2	Варијанта 3	Варијанта 4	Варијанта 5	Варијанта 6	Варијанта 7	Тетраци- клин 30 µg/disc	Хлорамфе- никол 30 µg/disc	Бифоназол 30 µg/disc
		$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923	3	1,9 ± 0,02 ^{aA}	6,1 ± 0,03 ^{aB}	11,1 ± 0,05 ^{aC}	13,1 ± 0,03 ^{aD}	4,3 ± 0,01 ^{aE}	5,2 ± 0,05 ^{aF}	10,5 ± 0,01 ^{aG}	30,0 ± 0,02 ^a	21,5 ± 0,02 ^a	Н.Д.*
<i>Bacillus cereus</i> ATCC 10876	3	Н.Д.	5,0 ± 0,00 ^{bA}	7,2 ± 0,05 ^{bB}	8,6 ± 0,01 ^{bC}	4,9 ± 0,01 ^{aA}	8,6 ± 0,01 ^{bC}	11,9 ± 0,00 ^{bD}	11,8 ± 0,01 ^b	19,0 ± 0,04 ^b	Н.Д.
<i>Listeria monocytogenes</i> ATCC 19115	3	Н.Д.	8,8 ± 0,01 ^{cA}	6,3 ± 0,03 ^{cB}	11,0 ± 0,03 ^{cC}	6,0 ± 0,01 ^{bB}	11,5 ± 0,02 ^{cD}	7,1 ± 0,00 ^{cE}	15,0 ± 0,03 ^c	14,1 ± 0,01 ^c	Н.Д.
<i>Listeria ivanovii</i> ATCC 19119	3	Н.Д.	10,7 ± 0,03 ^{dA}	6,8 ± 0,03 ^{cB}	7,9 ± 0,02 ^{dC}	8,2 ± 0,01 ^{cD}	5,8 ± 0,02 ^{aE}	9,0 ± 0,02 ^{dF}	14,9 ± 0,06 ^d	14,0 ± 0,01 ^d	Н.Д.
<i>Enterococcus faecalis</i> ATCC 29212	3	Н.Д.	6,0 ± 0,01 ^{aA}	12,3 ± 0,03 ^{dB}	14,3 ± 0,01 ^{eC}	5,2 ± 0,04 ^{dD}	13,2 ± 0,02 ^{dE}	11,6 ± 0,02 ^{bF}	16,0 ± 0,02 ^e	17,7 ± 0,02 ^e	Н.Д.
<i>Salmonella</i> Enteritidis ATCC 13076	3	2,6 ± 0,01 ^{bA}	5,1 ± 0,01 ^{bB}	14,7 ± 0,03 ^{eC}	17,0 ± 0,03 ^{dD}	3,9 ± 0,02 ^{eE}	13,2 ± 0,03 ^{dF}	12,7 ± 0,01 ^{eG}	21,4 ± 0,01 ^f	25,2 ± 0,02 ^f	Н.Д.
<i>Escherichia coli</i> ATCC 11230	3	1,5 ± 0,02 ^{aA}	2,2 ± 0,04 ^{eB}	2,8 ± 0,01 ^{fC}	6,5 ± 0,01 ^{gD}	3,0 ± 0,01 ^{eC}	6,6 ± 0,01 ^{eE}	8,9 ± 0,01 ^{dF}	11,0 ± 0,02 ^g	12,5 ± 0,02 ^g	Н.Д.
<i>Yersinia enterocolitica</i> ATCC 27729	3	Н.Д.	15,7 ± 0,05 ^{fA}	10,1 ± 0,03 ^{gB}	11,5 ± 0,01 ^{cC}	13,4 ± 0,02 ^{dD}	12,7 ± 0,01 ^{fE}	9,1 ± 0,00 ^{dF}	27,1 ± 0,01 ^h	26,8 ± 0,02 ^h	Н.Д.
<i>Shigella sonnei</i> ATCC 29930	3	Н.Д.	4,6 ± 0,01 ^{gA}	7,8 ± 0,03 ^{bB}	8,1 ± 0,01 ^{bB}	6,2 ± 0,00 ^{bC}	8,7 ± 0,03 ^{bD}	7,8 ± 0,02 ^{cB}	11,8 ± 0,01 ^b	13,1 ± 0,01 ⁱ	Н.Д.
<i>Proteus vulgaris</i> ATCC 8427	3	Н.Д.	4,2 ± 0,00 ^{gA}	9,0 ± 0,05 ^{hB}	6,9 ± 0,03 ^{gC}	2,7 ± 0,03 ^{gD}	11,2 ± 0,02 ^{fE}	14,6 ± 0,03 ^{fF}	18,7 ± 0,01 ⁱ	16,3 ± 0,01 ^j	Н.Д.
<i>Candida albicans</i> ATCC 10259	3	Н.Д.	Н.Д.	15,6 ± 0,02 ^{iA}	17,6 ± 0,01 ^{fB}	Н.Д.	17,5 ± 0,03 ^{gB}	19,7 ± 0,02 ^{gC}	Н.Д.	Н.Д.	33,5 ± 0,01 ^a
<i>Cryptococcus neoformans</i> ATCC 76484	3	Н.Д.	13,7 ± 0,01 ^{hA}	Н.Д.	11,9 ± 0,02 ^{cB}	15,2 ± 0,03 ^{hC}	Н.Д.	13,9 ± 0,03 ^{hA}	Н.Д.	Н.Д.	28,0 ± 0,03 ^b

^{a,b,c} – вредности исте варијанте различитих врсте микроорганизама означене различитим словима статистички се значајно разликују ($p < 0,05$), ANOVA, post hoc Tukey-ев тест; ^{A,B,C} – вредности различитих варијаната означене различитим словима статистички се значајно разликују ($p < 0,05$), ANOVA, post hoc Tukey-ев тест; *н.д. – није одређено.

Табела 27е: Антимикробна активност (диск дифузиони метод, mm) дехидрираних супа 90. дана након производње

Микроорганизам	n	Варијанта 1 (контрола)	Варијанта 2	Варијанта 3	Варијанта 4	Варијанта 5	Варијанта 6	Варијанта 7	Тетраци- клин 30 µg/disc	Хлорамфе- никол 30 µg/disc	Бифоназол 30 µg/disc
		$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923	3	1,9 ± 0,01 ^{aA}	6,1 ± 0,03 ^{aB}	11,1 ± 0,05 ^{aC}	13,1 ± 0,03 ^{aD}	4,3 ± 0,02 ^{aE}	5,2 ± 0,05 ^{aF}	10,5 ± 0,01 ^{aG}	30,0 ± 0,02 ^a	21,5 ± 0,02 ^a	н.д.*
<i>Bacillus cereus</i> ATCC 10876	3	н.д.	5,0 ± 0,00 ^{bA}	7,1 ± 0,03 ^{bB}	8,7 ± 0,01 ^{bC}	4,9 ± 0,01 ^{aD}	8,6 ± 0,01 ^{bC}	11,9 ± 0,00 ^{bE}	11,8 ± 0,01 ^b	19,0 ± 0,04 ^b	н.д.
<i>Listeria monocytogenes</i> ATCC 19115	3	н.д.	8,8 ± 0,02 ^{cA}	6,3 ± 0,02 ^{cB}	11,0 ± 0,03 ^{cC}	6,0 ± 0,01 ^{bB}	11,6 ± 0,02 ^{cD}	7,1 ± 0,00 ^{cE}	15,0 ± 0,03 ^c	14,1 ± 0,01 ^c	н.д.
<i>Listeria ivanovii</i> ATCC 19119	3	н.д.	10,7 ± 0,03 ^{dA}	6,7 ± 0,06 ^{cB}	7,9 ± 0,02 ^{dC}	8,1 ± 0,01 ^{cC}	5,8 ± 0,04 ^{aD}	9,1 ± 0,01 ^{dE}	14,9 ± 0,06 ^d	14,0 ± 0,01 ^d	н.д.
<i>Enterococcus faecalis</i> ATCC 29212	3	н.д.	6,0 ± 0,03 ^{aA}	12,4 ± 0,03 ^{dB}	14,3 ± 0,01 ^{eC}	5,2 ± 0,05 ^{dD}	13,2 ± 0,02 ^{dE}	11,5 ± 0,02 ^{bF}	16,0 ± 0,02 ^e	17,7 ± 0,02 ^e	н.д.
<i>Salmonella</i> Enteritidis ATCC 13076	3	2,6 ± 0,01 ^{bA}	5,1 ± 0,01 ^{bB}	14,7 ± 0,03 ^{eC}	17,0 ± 0,03 ^{fD}	3,9 ± 0,02 ^{eE}	13,2 ± 0,03 ^{dF}	12,7 ± 0,01 ^{eG}	21,4 ± 0,01 ^f	25,2 ± 0,02 ^f	н.д.
<i>Escherichia coli</i> ATCC 11230	3	1,5 ± 0,02 ^{aA}	2,1 ± 0,05 ^{eB}	2,8 ± 0,01 ^{fC}	6,5 ± 0,01 ^{gD}	3,0 ± 0,01 ^{eC}	6,6 ± 0,03 ^{eD}	8,9 ± 0,01 ^{dE}	11,0 ± 0,02 ^g	12,5 ± 0,02 ^g	н.д.
<i>Yersinia enterocolitica</i> ATCC 27729	3	н.д.	15,6 ± 0,05 ^{fA}	10,1 ± 0,05 ^{gB}	11,5 ± 0,01 ^{cC}	13,5 ± 0,02 ^{fD}	12,8 ± 0,01 ^{fE}	9,1 ± 0,00 ^{dF}	27,1 ± 0,01 ^h	26,8 ± 0,02 ^h	н.д.
<i>Shigella sonnei</i> ATCC 29930	3	н.д.	4,7 ± 0,01 ^{gA}	7,8 ± 0,03 ^{bB}	8,1 ± 0,03 ^{bB}	6,2 ± 0,00 ^{bC}	8,7 ± 0,03 ^{bD}	7,8 ± 0,02 ^{cD}	11,8 ± 0,01 ^b	13,1 ± 0,01 ⁱ	н.д.
<i>Proteus vulgaris</i> ATCC 8427	3	н.д.	4,2 ± 0,00 ^{gA}	9,0 ± 0,05 ^{hB}	6,9 ± 0,03 ^{gC}	2,7 ± 0,03 ^{gD}	11,1 ± 0,02 ^{fE}	14,6 ± 0,03 ^{fF}	18,7 ± 0,01 ⁱ	16,3 ± 0,01 ^j	н.д.
<i>Candida albicans</i> ATCC 10259	3	н.д.	н.д.	15,6 ± 0,01 ^{iA}	17,7 ± 0,01 ^{fB}	н.д.	17,5 ± 0,03 ^{gB}	19,7 ± 0,03 ^{gC}	н.д.	н.д.	33,5 ± 0,01 ^a
<i>Cryptococcus neoformans</i> ATCC 76484	3	н.д.	13,7 ± 0,01 ^{hA}	н.д.	11,9 ± 0,05 ^{cB}	15,2 ± 0,02 ^{hC}	н.д.	13,9 ± 0,03 ^{hA}	н.д.	н.д.	28,0 ± 0,03 ^b

^{a,b,c} – вредности исте варијанте различитих врсте микроорганизама означене различитим словима статистички се значајно разликују ($p < 0,05$), ANOVA, post hoc Tukey-ев тест; ^{A,B,C} – вредности различитих варијанта означене различитим словима статистички се значајно разликују ($p < 0,05$), ANOVA, post hoc Tukey-ев тест; *н.д. – није одређено.

Вредности антимикуробног потенцијала супа обогаћених лиофилизованим етанолним екстрактима генерално прате вредности антимикуробног потенцијала етанолних екстраката. Стога, статистички значајно ($p < 0,05$) најбоље вредности за већину патогена добијене су са супама варијанте 7 (*S. aureus*, *B. cereus*, *L. ivanovii*, *E. coli*, *P. vulgaris* и *C. albicans*), у поређењу са варијантом 5 и варијантом 6. Супе варијанте 6 показале су статистички значајно ($p < 0,05$) најбоље вредности према *L. monocytogenes*, *E. faecalis*, *S. Enteritidis* и *S. sonnei* у поређењу са варијантом 5 и варијантом 7.

Минимална антимикуробна активност према три патогена соја (*S. aureus*, *S. Enteritidis* и *E. coli*) тестирана са контролном варијантом супе је последица антимикуробног потенцијала поврћа које се користи као основа производње. Ипак, супе у којима су примењени лиофилизовани екстракти гљива, како је очекивано, одликовале су се знатно већим антибактеријским и антифунгалним дејством, у поређењу са контролном варијантом, тако да се свих седам варијанти међусобно статистички значајно разликују ($p < 0,05$) у антимикуробном потенцијалу према већини испитиваних микроорганизама. Сличне вредности су добијене током свих дана испитивања након производње, што показује да се и водени и етанолни лиофилизовани екстракти примењени у дехидрираним супама, одликују стабилношћу током складиштења. Нису примећене промене испитиваних параметара током испитивања, након производње супа, а један од главних фактора који је допринео резултатима је низак садржај влаге и ниска вредност a_w .

Ако се ови резултати упореде са резултатима диск дифузионе методе лиофилизованих екстраката, може се видети да постоји одређено смањење антимикуробног потенцијала у свим варијантама супа према већини тестираних сојева. Дакле, антимикуробни ефекат се успешно манифестује у коначном производу, о чему сведоче велике разлике између супа контролне варијанте и супа обогаћених лиофилизованим екстрактима.

Сматра се да антимикуробну активност показују неколико врста једињења, као што су полисахариди, глукани, протеини, пептиди, полифеноли итд., а њихово присуство зависи пре свега од начина екстракције, као и свих осталих технолошких процеса који се користе (Santoyo et al., 2009). Ако се резултати добијени у табели 27, 27a/b/c/d/e упореде са резултатима хемијског састава све три врсте екстраката, може се закључити да резултати антимикуробне активности заправо прате резултати хемијских анализа. Наиме, водени и етанолни екстракт гљиве *F. torulosa* карактерисали се највећим садржајем већине хемијских параметара, па сразмерно томе супе којима су додати ови екстракти (варијанта 4 и варијанта 7) показале су статистички значајно ($p < 0,05$) најбоље вредности према седам испитиваних патогених микроорганизама у поређењу са осталим испитиваним варијантама. Иако добијене вредности ни у једном случају нису биле веће од вредности позитивних контрола, резултати су показали да се применом лиофилизованих водених и етанолних екстраката испитиваних гљива значајно повећава антимикуробни потенцијал финалног производа према тестираним микроорганизмима, у поређењу са контролном варијантом.

5.8.4. Антиоксидативна активност дехидрираних супа

Присуство фенолних једињења у производима повећане нутритивне вредности главни је разлог њихове антиоксидативне активности (Martins et al., 2008). Због тога се у индустријској производњи хране, укључујући дехидриране супе, користе екстракти различитог воћа, поврћа или гљива како би коначни производ имао одређена антиоксидативна својства (Avila-Sosa et al., 2008; Opara et al., 2008). С друге стране, познато је да одређена синтетичка антиоксидативна једињења која се користе у индустрији могу да изазову штетне ефекте по здравље потрошача под одређеним условима. На пример, ВНА, који се често користи у индустрији, негативно утиче на контролу преноса митоген-активираних протеинских киназа (mitogen-activated protein kinase-МАРК) ако се примењује у неприкладним количинама (Sajon et al., 2018). Студије о негативним аспектима употребе синтетичких антиоксиданаса у храни постају све чешће, због чега истраживања све више имају за циљ проналажење природних антиоксиданаса за индустријску употребу (Dasgupta et al., 2014).

Према подацима приказаним у табели 28, може се видети да су више вредности за све антиоксидативне тестове добијене у свим испитиваним варијантама супа које су обogaћене лиофилизованим екстрактима гљива, у поређењу са контролном варијантом. Применом DPPH теста и теста способности хелирања јона гвожђа добијене су боље вредности са супама обogaћеним лиофилизованим воденим екстрактима, док су код методе коњугованих диена боље вредности добијене са супама обogaћеним лиофилизованим етанолним екстрактима.

Најбоље вредности, у свим данима испитивања након производње, генерално су добијене са супама варијанте 4. Са аспекта способности хватања слободних DPPH радикала, у овој варијанти вредности су се кретале у распону од $61,41 \pm 0,02\%$ нултог дана, до $60,75 \pm 0,02\%$ 90. дана након производње, што је статистички значајно ($p < 0,05$) у поређењу са свим испитиваним варијантима, осим са варијантом 7. Нешто ниже, вредности за овај антиоксидативни тест добијене су са супама варијанте 3 ($59,17 \pm 0,02\%$ до $57,72 \pm 0,01\%$ 90. дан након производње), док је са супама варијанте 2 способност хватања слободних DPPH радикала износила од $54,14 \pm 0,03\%$ нултог дана производње, до $53,07 \pm 0,03\%$ 90. дана након производње. Тренд смањења активности према следећем редоследу: варијанта 4 > варијанта 3 > варијанта 2 утврђен је и са осталим антиоксидативним тестовима. Забележена је статистички значајна разлика ($p < 0,05$) између све три анализираних варијанте где су аплицирани лиофилизовани водени екстракти, као и у односу на контролу.

У супама у којима су аплицирани лиофилизовани етанолни екстракти, најбоље вредности применом свих антиоксидативних тестова добијене су са супама варијанте 7. Са аспекта методе коњугованих диена ове вредности су се кретале од $60,60 \pm 0,01\%$ непосредно након производње, до $57,96 \pm 0,03\%$ 90. дана након производње, што је статистички значајно ($p < 0,05$) у поређењу са свим осталим испитиваним варијантима.

Табела 28: Антиоксидативна активност дехидрираних супа 0, 15, 30, 45, 60. и 90. дан након производње

Параметар	n	Дани производње	Варијанта 1 (контрола)	Варијанта 2	Варијанта 3	Варијанта 4	Варијанта 5	Варијанта 6	Варијанта 7
			$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$
Способност хватања слободних ДРПН радикала (%)	3	0	28,90 ± 0,01 ^{aA}	54,14 ± 0,03 ^{bA}	59,17 ± 0,02 ^{cA}	61,41 ± 0,02 ^{dA}	52,12 ± 0,01 ^{bA}	58,12 ± 0,01 ^{cA}	60,25 ± 0,03 ^{dA}
	3	15	28,89 ± 0,03 ^{aA}	54,11 ± 0,01 ^{bA}	59,43 ± 0,05 ^{cA}	62,06 ± 0,02 ^{dA}	52,10 ± 0,02 ^{bA}	58,05 ± 0,04 ^{cA}	60,17 ± 0,01 ^{dA}
	3	30	28,66 ± 0,02 ^{aB}	54,08 ± 0,01 ^{bA}	59,17 ± 0,05 ^{cA}	62,04 ± 0,03 ^{dA}	51,76 ± 0,04 ^{bB}	57,69 ± 0,02 ^{cB}	59,76 ± 0,03 ^{dB}
	3	45	27,01 ± 0,02 ^{aC}	53,10 ± 0,06 ^{bB}	57,72 ± 0,03 ^{cB}	60,81 ± 0,03 ^{dB}	50,48 ± 0,03 ^{bB}	56,35 ± 0,02 ^{cC}	58,63 ± 0,03 ^{dC}
	3	60	26,98 ± 0,01 ^{aC}	53,06 ± 0,03 ^{bB}	57,70 ± 0,02 ^{cB}	60,79 ± 0,01 ^{dB}	50,43 ± 0,01 ^{bB}	56,35 ± 0,02 ^{cC}	58,62 ± 0,02 ^{dC}
	3	90	26,98 ± 0,03 ^{aC}	53,07 ± 0,03 ^{bB}	57,72 ± 0,01 ^{cB}	60,75 ± 0,02 ^{dB}	50,43 ± 0,02 ^{bB}	56,34 ± 0,05 ^{cC}	58,63 ± 0,01 ^{dC}
Способност хелирања јона гвожђа (%)	3	0	24,02 ± 0,01 ^{aA}	36,68 ± 0,18 ^{bA}	42,06 ± 0,01 ^{cA}	43,99 ± 0,01 ^{dA}	35,11 ± 0,05 ^{bA}	40,91 ± 0,05 ^{cA}	41,13 ± 0,06 ^{dA}
	3	15	24,01 ± 0,01 ^{aA}	36,69 ± 0,04 ^{bA}	43,85 ± 0,03 ^{cA}	43,76 ± 0,03 ^{cA}	35,07 ± 0,05 ^{bA}	40,58 ± 0,02 ^{cA}	41,12 ± 0,02 ^{cA}
	3	30	23,82 ± 0,06 ^{aA}	36,67 ± 0,01 ^{bA}	42,02 ± 0,02 ^{cA}	43,61 ± 0,02 ^{cA}	34,89 ± 0,02 ^{bB}	40,27 ± 0,02 ^{cA}	40,93 ± 0,03 ^{cB}
	3	45	22,97 ± 0,02 ^{aB}	35,49 ± 0,02 ^{bB}	40,85 ± 0,03 ^{cB}	40,83 ± 0,02 ^{cB}	34,47 ± 0,07 ^{bB}	39,56 ± 0,02 ^{cB}	39,80 ± 0,03 ^{cB}
	3	60	22,97 ± 0,01 ^{aB}	35,44 ± 0,05 ^{bB}	40,82 ± 0,02 ^{cB}	40,83 ± 0,02 ^{cB}	34,47 ± 0,01 ^{bB}	39,56 ± 0,03 ^{cB}	39,80 ± 0,05 ^{cB}
	3	90	22,98 ± 0,02 ^{aB}	35,43 ± 0,01 ^{bB}	40,82 ± 0,01 ^{cB}	40,82 ± 0,03 ^{cB}	34,47 ± 0,02 ^{bB}	39,56 ± 0,04 ^{cB}	39,80 ± 0,01 ^{cB}
Метод коњугованих диена (%)	3	0	13,62 ± 0,01 ^{aA}	46,07 ± 0,02 ^{bA}	55,66 ± 0,01 ^{cA}	58,86 ± 0,01 ^{dA}	47,27 ± 0,03 ^{bA}	57,17 ± 0,01 ^{dA}	60,60 ± 0,01 ^{eA}
	3	15	13,26 ± 0,01 ^{aA}	45,95 ± 0,03 ^{bA}	55,64 ± 0,02 ^{cA}	58,76 ± 0,03 ^{dA}	47,22 ± 0,02 ^{bA}	57,14 ± 0,07 ^{dA}	60,41 ± 0,01 ^{eA}
	3	30	13,16 ± 0,03 ^{aA}	45,96 ± 0,03 ^{bA}	55,52 ± 0,01 ^{cA}	58,76 ± 0,02 ^{dA}	46,76 ± 0,01 ^{bB}	56,91 ± 0,01 ^{cB}	60,05 ± 0,02 ^{eA}
	3	45	11,58 ± 0,03 ^{aB}	43,17 ± 0,03 ^{bB}	52,95 ± 0,03 ^{cB}	54,79 ± 0,02 ^{dB}	46,61 ± 0,01 ^{cB}	55,89 ± 0,02 ^{dB}	57,97 ± 0,01 ^{fB}
	3	60	11,57 ± 0,01 ^{aB}	43,14 ± 0,01 ^{bB}	52,94 ± 0,05 ^{cB}	54,79 ± 0,02 ^{dB}	46,62 ± 0,07 ^{eB}	55,89 ± 0,03 ^{dB}	57,97 ± 0,03 ^{fB}
	3	90	11,57 ± 0,05 ^{aB}	43,12 ± 0,02 ^{bB}	52,93 ± 0,02 ^{cB}	54,79 ± 0,02 ^{dB}	46,61 ± 0,01 ^{eA}	55,88 ± 0,02 ^{dA}	57,96 ± 0,03 ^{fB}

^{a,b,c} – вредности истог дана различитих варијанти супа означене различитим словима статистички се значајно разликују ($p < 0,05$), ANOVA, post hoc Tukey-ев тест.

^{A,B} – вредности исте варијанте супа различитих дана означене различитим словима статистички се значајно разликују ($p < 0,05$), ANOVA, post hoc Tukey-ев тест.

Ове вредности су биле значајно ($p < 0,05$) боље у односу на супе варијанте 4 у које су додати лиофилизоване водени екстракти исте гљиве. Тренд опадања активности применом свих антиоксидативних тестова је према редоследу: варијанта 7 > варијанта 6 > варијанта 5. Утврђена је статистички значајна разлика ($p < 0,05$) између све три испитиване варијанте, као и у односу на контролу. Са аспекта следљивости производа током складиштења, може се приметити да су у свим антиоксидативним тестовима вредности биле константне до 30. дана након производње, а затим су се минимално смањиле до 45. дана након производње. Наиме, 45. дана након производње, највеће смањење антиоксидативне активности супа обогаћених лиофилованим воденим екстрактима примећено је код методе коњугованих диена, а најниже вредности добијене су у антиоксидативном тесту за мерење способности хелирања јона гвожђа. У супама обогаћеним лиофилованим етанолним екстрактима, највећи пад антиоксидативне активности примећен је у DPPH тесту. Слично је и са супама са додатим лиофилованим воденим екстрактима, најниже вредности добијене су у антиоксидативном тесту за мерење способности хелирања јона гвожђа.

Антиоксидативна активност свих испитиваних варијанти 0, 15. и 30. дана након производње се статистички значајно ($p < 0,05$) разликовала у односу на 45, 60. и 90. дан након производње.

Ако се резултати из табеле 28 упореде са резултатима антиоксидативних тестова екстраката (табела 16 и табела 17) и антиоксидативних тестова лиофилованих екстраката (табела 22 и табела 23), може се видети да се антиоксидативни потенцијал екстраката, уз минималне губитке, успешно манифестује у финалном производу, дехидрираној супи, што је објашњење разлике у вредностима између обогаћених супа и контролне варијанте. Стога се може закључити да добијени производ показује одређени антиоксидативни потенцијал који је много већи у поређењу са контролном варијантом. Ово је још један доказ да овај производ спада у категорију функционалне хране.

С друге стране, антиоксидативни потенцијал у многим студијама повезан је са присуством фенола и флавоноида (Ivone et al., 2016; Petrović et al., 2014; Ishmael et al., 2014). Ако се подаци из табеле 28 упореде са подацима о садржају укупних фенола и укупних флавоноида у екстрактима (табела 11 и табела 12), претпоставка се потврђује, односно и у екстрактима и у супама обогаћеним лиофилованим екстрактима постоји исти тренд повећања садржаја фенола и флавоноида (*S. granulatus* < *C. versicolor* < *F. torulosa*) сразмерно антиоксидативном капацитету супа према следећем редоследу: супа обогаћена лиофилованим екстрактом из *S. granulatus* < супа обогаћена лиофилованим екстрактом из *C. versicolor* < супа обогаћена лиофилованим екстрактом из *F. torulosa*.

Такође, према приказаним подацима, примећена је константност антиоксидативних својстава супа обогаћених лиофилованим екстрактима испитиване гљиве, односно 90. дан након производње смањење је било минимално и ни у једном тесту и варијанти није примећен нагли губитак антиоксидативног потенцијала током складиштења.

Супе обогаћене разним биљним врстама сматрају се природним извором антиоксидативних једињења, пре свега фенола и флавоноида, у зависности од врсте састојака које доминирају (Mohamed et al., 2020), што потврђују и резултати у овом

истраживању. Поврће и гљиве као састојци супа, сматрају се највећим извором антиоксидативних једињења у супама (Tchokouaha et al., 2015). Такође, супе које су обogaћене комбинацијом гљива и лиофилизованих леблебија, показују висок антиоксидативни капацитет због присуства високог садржаја флавоноида (Mohamed et al., 2020).

Студије показују да антиоксиданси присутни у дехидрираним супама имају способност да разбију ланац слободних оксидативних радикала везујући водоник за његове хидроксилне групе, формирајући стабилне слободне радикале који даље не оксидују липиде, чиме се спречава стање оксидативног стреса (Rekha et al., 2010). Сходно томе, додавање састојака богатих антиоксидативним компонентама у индустријској производњи дехидрираних супа, додатно ће ојачати тржиште производа, јер су савремени индустријски трендови усмерени на маркетинг прерађених прехранбених производа којима се постижу одређени здравствени бенефити (Sanchez-Moreno et al., 2004).

Све ово указује на чињеницу да екстракти задржавају антиоксидативну активност чак и када се примењују у производима добијеним у индустријским условима. Ово такође повољно утиче на здравље потрошача, што само потврђује медицински значај и улогу гљива у хуманој исхрани (Wang et al., 2019).

5.8.5. Инструментална анализа боје дехидрираних супа

Наука о боји (колориметрија) развијена је због потребе за објективном проценом карактеристика боје, што се не може постићи само људском перцепцијом боје, односно због потребе за квантификавањем боје и њеним изражавањем у нумеричким вредностима. Боја предмета не зависи само од карактеристика самог предмета, већ и од светлости којом је предмет осветљен, као и од стања у коме се налази посматрач, јер уморно око има смањену осетљивост на боју (Ђуришић et al., 2007). Постоји неколико дефиниција боје, а према SRPS ISO стандарду (SRPS EN ISO 5492:2012) боја је сензација изазвана стимулацијом мрежњаче светлосним зрацима различитих таласних дужина.

MacDougall (2002) дефинише боју као комбинацију визуелно схваћених информација садржаних у светлости која се рефлектује од узорка.

Према подацима приказаним у табели 29 и табели 29а који се односе на инструменталне вредности за боју супа, може се приметити константност за све параметре боје у свим испитиваним варијантама од 0. до 90. дана након производње. То указује на чињеницу да су све анализиране супе имале стабилну боју током складиштења, што значи да није било промена и у другим хемијским или биолошким параметрима које би довеле до промене боје производа. Наиме, супе контролне варијанте одликовале су се најсветлијом бојом ($L^* \approx 79,65$). Све остале варијанте карактерисале су статистички значајно ($p < 0,05$) ниже вредности за параметар L^* у поређењу са контролном варијантом. У погледу удела црвене боје, нису уочене статистички значајне разлике између варијанти у односу на контролну варијанту, нити између испитиваних варијанти. Са статистички значајно ($p < 0,05$) највећим уделом жуте боје ($b^* \approx 42,14$) у односу на остале варијанте карактерисале су се супе контролне варијанте.

Табела 29: Просечне вредности инструменталне анализе боје дехидрираних супа 0, 15, 30, 45, 60. и 90. дан након производње

Параметар	n	Дани производње	Варијанта 1 (контрола)	Варијанта 2	Варијанта 3	Варијанта 4	Варијанта 5	Варијанта 6	Варијанта 7
			$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$
<i>L*</i>	5	0	79,65 ± 0,11 ^{aA}	77,53 ± 0,09 ^{bA}	77,61 ± 0,07 ^{bA}	77,68 ± 0,09 ^{bA}	77,53 ± 0,05 ^{bA}	77,61 ± 0,22 ^{bA}	77,59 ± 0,21 ^{bA}
	5	15	79,59 ± 0,06 ^{aA}	77,56 ± 0,05 ^{bA}	77,63 ± 0,10 ^{bA}	77,50 ± 0,17 ^{bA}	77,51 ± 0,04 ^{bA}	77,65 ± 0,20 ^{bA}	77,57 ± 0,03 ^{bA}
	5	30	79,61 ± 0,13 ^{aA}	77,47 ± 0,09 ^{bA}	77,60 ± 0,10 ^{bA}	77,71 ± 0,06 ^{bA}	77,55 ± 0,03 ^{bA}	77,67 ± 0,05 ^{bA}	77,62 ± 0,18 ^{bA}
	5	45	79,68 ± 0,05 ^{aA}	77,52 ± 0,09 ^{bA}	77,64 ± 0,09 ^{bA}	77,63 ± 0,12 ^{bA}	77,56 ± 0,29 ^{bA}	77,62 ± 0,05 ^{bA}	77,85 ± 0,02 ^{bA}
	5	60	79,67 ± 0,10 ^{aA}	77,53 ± 0,08 ^{bA}	77,65 ± 0,03 ^{bA}	77,61 ± 0,15 ^{bA}	77,52 ± 0,09 ^{bA}	77,63 ± 0,02 ^{bA}	77,70 ± 0,21 ^{bA}
	5	90	79,65 ± 0,05 ^{aA}	77,50 ± 0,1 ^{bA}	77,61 ± 0,07 ^{bA}	77,60 ± 0,09 ^{bA}	77,55 ± 0,10 ^{bA}	77,66 ± 0,02 ^{bA}	77,68 ± 0,19 ^{bA}
<i>a*</i>	5	0	2,35 ± 0,09 ^{aA}	2,39 ± 0,15 ^{aA}	2,25 ± 0,31 ^{bA}	2,31 ± 0,14 ^{aA}	2,22 ± 0,07 ^{bA}	2,38 ± 0,05 ^{aA}	2,37 ± 0,11 ^{aA}
	5	15	2,37 ± 0,09 ^{aA}	2,36 ± 0,05 ^{aA}	2,29 ± 0,03 ^{bA}	2,35 ± 0,11 ^{aA}	2,25 ± 0,19 ^{bA}	2,30 ± 0,32 ^{aA}	2,35 ± 0,09 ^{aA}
	5	30	2,35 ± 0,05 ^{aA}	2,31 ± 0,19 ^{aA}	2,27 ± 0,15 ^{bA}	2,37 ± 0,27 ^{aA}	2,20 ± 0,05 ^{bA}	2,36 ± 0,33 ^{aA}	2,40 ± 0,06 ^{aA}
	5	45	2,31 ± 0,09 ^{aA}	2,37 ± 0,08 ^{aA}	2,22 ± 0,04 ^{bA}	2,35 ± 0,16 ^{aA}	2,31 ± 0,07 ^{aA}	2,29 ^{bA} ± 0,07	2,39 ± 0,03 ^{aA}
	5	60	2,30 ± 0,15 ^{aA}	2,35 ± 0,17 ^{aA}	2,25 ± 0,14 ^{bA}	2,33 ± 0,26 ^{aA}	2,28 ± 0,23 ^{bA}	2,32 ^{bA} ± 0,19	2,40 ± 0,16 ^{aA}
	5	90	2,33 ± 0,21 ^{aA}	2,38 ^{aA} ± 0,06	2,27 ± 0,30 ^{bA}	2,36 ± 0,09 ^{aA}	2,25 ± 0,11 ^{bA}	2,30 ± 0,25 ^{bA}	2,37 ± 0,10 ^{aA}
<i>b*</i>	5	0	42,14 ± 0,06 ^{aA}	32,17 ± 0,21 ^{bA}	32,26 ± 0,13 ^{bA}	32,08 ± 0,35 ^{bA}	32,19 ± 0,12 ^{bA}	32,21 ± 0,07 ^{bA}	32,18 ± 0,09 ^{bA}
	5	15	42,17 ± 0,05 ^{aA}	32,14 ± 0,25 ^{bA}	32,30 ± 0,16 ^{bA}	32,11 ± 0,04 ^{bA}	32,10 ± 0,26 ^{bA}	32,26 ± 0,05 ^{bA}	32,16 ± 0,05 ^{bA}
	5	30	42,11 ± 0,11 ^{aA}	32,19 ± 0,31 ^{bA}	32,31 ± 0,19 ^{bA}	32,15 ± 0,14 ^{bA}	32,14 ± 0,21 ^{bA}	32,33 ± 0,02 ^{bA}	32,25 ± 0,09 ^{bA}
	5	45	42,13 ± 0,02 ^{aA}	32,18 ^{bA} ± 0,10	32,38 ^{bA} ± 0,03	32,09 ^{bA} ± 0,19	32,29 ^{bA} ± 0,10	32,19 ^{bA} ± 0,20	32,27 ^{bA} ± 0,15
	5	60	42,15 ± 0,11 ^{aA}	32,17 ± 0,14 ^{bA}	32,37 ± 0,26 ^{bA}	32,12 ± 0,17 ^{bA}	32,26 ± 0,10 ^{bA}	32,25 ± 0,09 ^{bA}	32,23 ± 0,11 ^{bA}
	5	90	42,17 ± 0,09 ^{aA}	32,18 ± 0,23 ^{bA}	32,39 ± 0,11 ^{bA}	32,10 ± 0,10 ^{bA}	32,22 ± 0,11 ^{bA}	32,21 ± 0,07 ^{bA}	32,26 ± 0,12 ^{bA}

^{a,b,c} – вредности истог дана различитих варијанти супа означене различитим словима статистички се значајно разликују ($p < 0,05$), ANOVA, post hoc Tukey-ев тест.

^{A,B} – вредности исте варијанте супа различитих дана означене различитим словима статистички се значајно разликују ($p < 0,05$), ANOVA, post hoc Tukey-ев тест.

Табела 29а: Просечне вредности инструменталне анализе боје дехидрираних супа 0, 15, 30, 45, 60. и 90. дан након производње

Параметар	n	Дани производње	Варијанта 1 (контрола)	Варијанта 2	Варијанта 3	Варијанта 4	Варијанта 5	Варијанта 6	Варијанта 7	
			$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$
ΔE	5	0	Реф.*	10,19 ± 0,02 ^{aA}	10,08 ± 0,1 ^{aA}	10,25 ± 0,01 ^{aA}	10,17 ± 0,21 ^{aA}	10,14 ± 0,02 ^{aA}	10,17 ± 0,02 ^{aA}	
	5	15	Реф.	10,23 ± 0,10 ^{aA}	10,06 ± 0,06 ^{aA}	10,27 ± 0,01 ^{aA}	10,28 ± 0,15 ^{aA}	10,09 ± 0,03 ^{aA}	10,21 ± 0,03 ^{aA}	
	5	30	Реф.	10,15 ± 0,11 ^{aA}	10,00 ± 0,09 ^{bA}	10,14 ± 0,01 ^{aA}	10,18 ± 0,09 ^{cA}	9,97 ± 0,03 ^{bA}	10,06 ± 0,02 ^{dA}	
	5	45	Реф.	10,18 ± 0,19 ^{aA}	9,96 ± 0,16 ^{bA}	10,25 ± 0,09 ^{cA}	10,07 ± 0,21 ^{aA}	10,15 ± 0,06 ^{bA}	10,03 ± 0,03 ^{cA}	
	5	60	Реф.	10,21 ± 0,13 ^{aA}	9,99 ± 0,17 ^{bA}	10,23 ± 0,22 ^{cA}	10,12 ± 0,19 ^{bA}	10,11 ± 0,15 ^{bA}	10,11 ± 0,11 ^{bA}	
	5	90	Реф.	10,22 ± 0,11 ^{aA}	10,19 ± 0,10 ^{bA}	10,28 ± 0,12 ^{cA}	10,17 ± 0,11 ^{bA}	10,16 ± 0,20 ^{bA}	10,10 ± 0,09 ^{bA}	
C	5	0		42,21 ± 0,05 ^{aA}	32,26 ± 0,12 ^{bA}	32,34 ± 0,15 ^{bA}	32,16 ± 0,02 ^{bA}	32,27 ± 0,01 ^{bA}	32,30 ± 0,14 ^{bA}	32,29 ± 0,03 ^{bA}
	5	15		42,23 ± 0,05 ^{aA}	32,22 ± 0,05 ^{bA}	32,38 ± 0,23 ^{bA}	32,19 ± 0,11 ^{bA}	32,17 ± 0,10 ^{bA}	32,34 ± 0,32 ^{bA}	32,25 ± 0,05 ^{bA}
	5	30		42,18 ± 0,03 ^{aA}	32,27 ± 0,03 ^{bA}	32,39 ± 0,1 ^{bA}	32,24 ± 0,02 ^{bA}	32,22 ± 0,13 ^{bA}	32,42 ± 0,05 ^{bA}	32,33 ± 0,05 ^{bA}
	5	45		42,19 ± 0,08 ^{aA}	32,27 ± 0,05 ^{bA}	32,45 ± 0,15 ^{bA}	32,18 ± 0,07 ^{bA}	32,37 ± 0,10 ^{bA}	32,27 ± 0,09 ^{bA}	32,35 ± 0,05 ^{bA}
	5	60		42,21 ± 0,07 ^{aA}	32,26 ± 0,09 ^{bA}	32,45 ± 0,21 ^{bA}	32,15 ± 0,14 ^{bA}	32,34 ± 0,09 ^{bA}	32,25 ± 0,07 ^{bA}	32,37 ± 0,10 ^{bA}
	5	90		42,23 ± 0,15 ^{aA}	32,27 ± 0,06 ^{bA}	32,47 ± 0,09 ^{bA}	32,19 ± 0,27 ^{bA}	32,30 ± 0,03 ^{bA}	32,29 ± 0,05 ^{bA}	32,35 ± 0,05 ^{bA}
h	5	0		86,81 ± 0,03 ^{aA}	85,75 ± 0,03 ^{bA}	86,01 ± 0,04 ^{aA}	85,88 ± 0,03 ^{bA}	86,05 ± 0,07 ^{aA}	85,77 ± 0,01 ^{bA}	85,79 ± 0,07 ^{bA}
	5	15		86,78 ± 0,02 ^{aA}	85,80 ± 0,13 ^{bA}	85,94 ± 0,17 ^{bA}	85,81 ± 0,09 ^{bA}	85,99 ± 0,10 ^{bA}	85,92 ± 0,03 ^{bA}	85,82 ± 0,15 ^{bA}
	5	30		86,81 ± 0,07 ^{aA}	85,89 ± 0,09 ^{bA}	85,98 ± 0,04 ^{bA}	85,78 ± 0,05 ^{bA}	86,08 ± 0,03 ^{aA}	85,82 ± 0,10 ^{bA}	85,74 ± 0,19 ^{bA}
	5	45		86,86 ± 0,05 ^{aA}	85,78 ± 0,05 ^{bA}	86,07 ± 0,07 ^{aA}	85,81 ± 0,09 ^{bA}	85,90 ± 0,05 ^{bA}	85,93 ± 0,21 ^{bA}	85,76 ± 0,11 ^{bA}
	5	60		86,87 ± 0,09 ^{aA}	85,82 ± 0,06 ^{bA}	86,02 ± 0,20 ^{aA}	85,84 ± 0,14 ^{bA}	85,96 ± 0,29 ^{bA}	85,95 ± 0,17 ^{bA}	85,75 ± 0,09 ^{bA}
	5	90		86,84 ± 0,12 ^{aA}	85,77 ± 0,16 ^{bA}	85,99 ± 0,09 ^{aA}	85,79 ± 0,26 ^{bA}	86,00 ± 0,19 ^{aA}	85,91 ± 0,07 ^{bA}	85,80 ± 0,05 ^{bA}

^{a,b,c} – вредности истог дана различитих варијанти супа означене различитим словима статистички се значајно разликују ($p < 0,05$), ANOVA, post hoc Tukey-ев тест.

^{A,B} – вредности исте варијанте супа различитих дана означене различитим словима статистички се значајно разликују ($p < 0,05$), ANOVA, post hoc Tukey-ев тест; *реф. – референтна вредност

Према добијеним подацима, може се приметити да су вредности за параметре L^* (светлост боје), a^* (удео црвене/зелене боје) и b^* (удео жуте/плаве боје) биле сличне у свим испитиваним варијантама супе које су обogaћене лиофилизованим екстрактима гљива. До ових резултата долази због чињенице да су лиофилизовани водени и етанолни екстракти испитиване гљиве имали исту боју, а с друге стране основа којој су додавани (дехидрирана супа) је била иста код свих варијанти производа.

Стога су статистички значајне ($p < 0,05$) разлике уочене само између контролне варијанте у односу на остале варијанте, односно тамнија нијанса у анализираним варијантама обogaћеним лиофилизованим екстрактима је последица примењених екстраката и додатог вргања.

На основу инструментално измерених вредности за осветљеност боје, удео црвене и жуте боје, израчунавају се вредности за укупну промену боје, засићеност боје и нијансу боје. Наиме, из података у табели 29 може се приметити да је промена боје у варијантама након додавања екстраката у односу на контролу износила од $\Delta E \approx 9,97$ до $10,28$. Није било статистички значајних разлика између анализираних варијанти. Статистички значајно ($p < 0,05$) највећу вредност засићености боје имале су супе контролне варијанте ($C \approx 42,21$) у односу на остале варијанте. Са аспекта нијансе боје, уочене су минималне разлике између свих испитиваних варијанти, а вредности су се кретале од $h \approx 85,74$ до $86,87$. Вредности за ΔE , C и h у корелацији су са вредностима за L^* , a^* и b^* , тако да нису примећене значајне разлике нити међу варијантама обogaћеним различитим врстама екстраката, нити током складиштења супа.

Вредности параметара боје пропорционалне су уделу различитих састојака дехидрираних супа. Сваки од њих има другачију боју која утиче на укупну боју коначног производа. Стога, разлике у боји између анализираних супа су минималне вероватно због минималне варијабилности поврћа.

Генерално, осветљеност боје L^* зависи од садржаја влаге у производу, односно његова вредност се повећава са повећањем садржаја влаге (Sun and Muthukumrappan, 2002). Тамнија боја се обично развија током карамелизације шећера (Мајлардова реакција), као и са порастом температуре (Takahashi et al., 2005).

5.8.6. Сензорна анализа дехидрираних супа обogaћених лиофилизованим екстрактима гљива

Током последњих 30 година, значај сензорне процене хране се непрестано повећавао, што је такође постало незаобилазно средство за проучавање, описивање и разумевање сензорних својстава хране. Сензорна анализа је изузетно важна поред физичко-хемијске инструменталне анализе. Помаже у утврђивању утицаја специфичних састојака на сензорне карактеристике производа, ефекат складиштења или укупну прихватљивост производа од стране потрошача (Nollet, 2004).

Квалитетна својства хране су збир карактеристика које су прихватљиве за потрошаче. Подељена су на спољне факторе (величина, облик, боја, конзистенција, мирис, укус, текстура) и унутрашње (хемијски, физички и микробиолошки)

факторе (Ruiz Pérez-Cacho et al., 2005). Сензорна евалуација је кључна компонента у развоју нових прехранбених производа постављањем стандарда за тестирање, анализу и тумачење сензорних резултата (Sharif et al., 2016). Начин производње хране има велики утицај на сензорне карактеристике. Сензорне карактеристике дехидрираних супа углавном зависе од врсте састојака који се користе за њихову производњу, као и од технологије производње.

Изглед је прва карактеристика коју перципирају људска чула и има важну улогу у идентификацији и коначном избору хране. Заправо се показало да први утисак о оброку највише утиче на подстицање апетита што резултира задовољством или одбијањем производа (Sharif et al., 2016).

У табелама 30, 30a/b/c/d/e приказани су подаци из сензорне анализе супа 0, 15, 30, 45, 60. и 90. дан након производње. Наиме, непосредно након производње испитана својства боје ($10,53 \pm 0,02$) и мириса ($17,28 \pm 0,27$) имали су највишу вредност у супама варијанте 2. Супе варијанте 10 одликовале су се највишим оценама ($20,75 \pm 0,02$) за својства укуса и укупну прихватљивост ($4,62 \pm 0,10$). Својстава конзистентности ($12,96 \pm 0,07$) и изгледа ($17,64 \pm 0,05$) имали су највишу вредност у супама варијанте 9, односно варијанте 8, респективно.

Након 15 дана од производње, највишим просечним оценама за већину оцењиваних својстава, и то: мирис ($17,28 \pm 0,01$), изглед ($17,40 \pm 0,02$) и укупну прихватљивост ($4,61 \pm 0,11$) одликовале се супе варијанте 8. Супе варијанте 2 имале су највишу просечну оцену ($10,65 \pm 0,01$) за својство боје, супе варијанте 7 имале су највишу оцену ($12,87 \pm 0,01$) за својство конзистенције, док су супе варијанте 9 имале највишу оцену ($20,55 \pm 0,19$) за својство укуса.

Након 30 дана од производње већина оцењиваних својстава имала су највишу вредност за кориговану оцену у супама варијанте 9, и то: мирис ($16,68 \pm 0,09$), укус ($21,15 \pm 0,03$) и изглед ($17,48 \pm 0,07$). Након 45 дана од производње оцењивачи су дали највише оцене за својстава боје ($10,29 \pm 0,06$), укуса ($21,65 \pm 0,26$) и конзистенције ($13,14 \pm 0,19$) за супе варијанте 8. С друге стране, супе варијанте 9 су оцењене највишим оценама за својства мириса ($17,52 \pm 0,13$), изгледа ($17,08 \pm 0,03$) и укупне прихватљивости ($4,56 \pm 0,19$). Даље, 60. дана након производње својстава мириса ($17,40 \pm 0,18$), изгледа ($17,16 \pm 0,16$) и укупне прихватљивости ($4,61 \pm 0,08$) су оцењена највишим оценама за супе варијанте 10, док су својстава боје ($10,14 \pm 0,05$) и конзистенције ($12,93 \pm 0,14$) оцењена највишим оценама за супе варијанте 8. Након 90 дана од производње највише оцене за својстава конзистенције ($12,87 \pm 0,16$) и изгледа ($17,40 \pm 0,21$) добијене су за супе варијанте 8, док су супе варијанте 10 добиле највише оцене за својства укуса ($21,45 \pm 0,11$) и укупну прихватљивост ($4,55 \pm 0,26$).

На основу добијених оцена и њихових коригованих вредности израчунате су опште оцене за квалитет испитиваних супа током свих дана испитивања након производње. Стога се може приметити да се константно највишом општом оценом квалитета ($4,12 \pm 0,01$; $4,16 \pm 0,07$; $4,08 \pm 0,06$; $4,16 \pm 0,07$; $4,15 \pm 0,08$; $4,09 \pm 0,04$) карактеришу супе варијанте 8. Нешто ниже вредности добијене су у супама варијанте 10 ($4,09 \pm 0,02$; $4,03 \pm 0,03$; $3,98 \pm 0,02$; $4,07 \pm 0,02$; $4,13 \pm 0,03$; $4,07 \pm 0,05$) које су се статистички значајно ($p < 0,05$) разликовале у односу на контролну варијанту и у односу на варијанте супа у које није додат мононатријум глутаминат. Најнижом оценом општег квалитета оцењене су супе варијанте 6 ($3,58 \pm 0,02$; $3,62 \pm 0,08$; $3,49 \pm 0,05$; $3,48 \pm 0,09$).

Табела 30: Просечне вредности сензорне анализе дехидрираних супа на почетку (0. дана производње)

Сензорна својства	n	КВ	Варијанта 1 (контрола)		Варијанта 2		Варијанта 3		Варијанта 4		Варијанта 5		Варијанта 6		Варијанта 7		Варијанта 8		Варијанта 9		Варијанта 10	
			О	К	О	К	О	К	О	К	О	К	О	К	О	К	О	К	О	К	О	К
				$\bar{x} \pm SD$		$\bar{x} \pm SD$		$\bar{x} \pm SD$		$\bar{x} \pm SD$		$\bar{x} \pm SD$		$\bar{x} \pm SD$		$\bar{x} \pm SD$		$\bar{x} \pm SD$		$\bar{x} \pm SD$		$\bar{x} \pm SD$
Боја	20	3	3,40	10,20 $\pm 0,05^a$	3,51	10,53 $\pm 0,02^a$	3,27	9,81 $\pm 0,20^b$	3,35	10,05 $\pm 0,07^a$	3,49	10,47 $\pm 0,09^a$	3,31	9,93 $\pm 0,07^b$	3,32	9,96 $\pm 0,03^b$	3,25	9,75 $\pm 0,21^b$	3,29	9,87 $\pm 0,02^b$	3,20	9,60 $\pm 0,19^b$
Мириис	20	4	4,11	16,44 $\pm 0,01^a$	4,32	17,28 $\pm 0,27^b$	3,78	15,12 $\pm 0,08^c$	4,05	16,20 $\pm 0,15^a$	3,57	14,28 $\pm 0,03^d$	3,05	12,20 $\pm 0,35^e$	3,37	13,48 $\pm 0,01^f$	4,29	17,16 $\pm 0,07^b$	4,13	16,52 $\pm 0,12^a$	4,26	17,04 $\pm 0,07^b$
Укус	20	5	3,90	19,50 $\pm 0,10^a$	3,71	18,55 ^b $\pm 0,06$	3,05	15,25 $\pm 0,03^c$	3,19	15,95 $\pm 0,36^c$	3,20	16,00 $\pm 0,07^c$	3,19	15,95 $\pm 0,12^c$	3,26	16,30 $\pm 0,13^d$	4,21	21,05 $\pm 0,01^e$	4,05	20,25 $\pm 0,35^f$	4,15	20,75 $\pm 0,02^f$
Конзистенција	20	3	4,07	12,21 $\pm 0,09^a$	3,79	11,37 $\pm 0,01^b$	4,00	12,00 $\pm 0,01^a$	4,12	12,36 $\pm 0,16^a$	3,91	11,73 $\pm 0,03^b$	4,17	12,51 $\pm 0,09^a$	4,33	12,99 $\pm 0,06^c$	4,10	12,30 $\pm 0,09^a$	4,32	12,96 $\pm 0,07^c$	4,08	12,24 $\pm 0,02^a$
Изглед	20	4	3,90	15,60 $\pm 0,31^a$	4,33	17,32 $\pm 0,09^b$	4,28	17,12 $\pm 0,02^b$	3,86	15,44 $\pm 0,25^a$	4,11	16,44 $\pm 0,05^c$	4,21	16,84 $\pm 0,15^c$	4,35	17,40 $\pm 0,08^b$	4,41	17,64 $\pm 0,05^b$	4,23	16,92 $\pm 0,06^c$	4,37	17,48 $\pm 0,05^b$
Укупна прихфатљивост	20	1	4,35	4,35 $\pm 0,09^a$	4,37	4,37 $\pm 0,04^a$	4,30	4,30 $\pm 0,02^a$	4,51	4,51 $\pm 0,05^a$	4,05	4,05 $\pm 0,11^b$	4,12	4,12 $\pm 0,10^a$	4,00	4,00 $\pm 0,01^b$	4,55	4,55 $\pm 0,14^c$	4,39	4,39 $\pm 0,16^a$	4,62	4,62 $\pm 0,10^c$
Укупно КВ		20																				
ПСВ				3,91 $\pm 0,02^a$		3,97 $\pm 0,07^a$		3,68 $\pm 0,06^b$		3,73 $\pm 0,10^b$		3,65 $\pm 0,07^b$		3,58 $\pm 0,02^b$		3,71 $\pm 0,03^c$		4,12 $\pm 0,01^d$		4,05 $\pm 0,03^d$		4,09 $\pm 0,02^d$
% максимално могућег квалитета				78,30 $\pm 0,01^a$		79,42 $\pm 0,02^b$		73,60 $\pm 0,06^c$		74,51 $\pm 0,08^d$		72,97 $\pm 0,01^e$		71,55 $\pm 0,05^f$		74,13 $\pm 0,03^g$		82,45 $\pm 0,07^h$		80,91 $\pm 0,05^i$		81,73 $\pm 0,05^j$

КВ – коефицијент важности; О – просечна оцена; К – коригована оцена; ПСВ – пондерисана средња вредност.

^{a-j} – вредности испитиваних варијанти супа означене различитим словима статистички се значајно разликују ($p < 0,05$), ANOVA, post hoc Tukey-ев тест.

Табела 30а: Просечне вредности сензорне анализе дехидрираних супа 15. дана након производње

Сензорна својства	n	КВ	Варијанта 1 (контрола)		Варијанта 2		Варијанта 3		Варијанта 4		Варијанта 5		Варијанта 6		Варијанта 7		Варијанта 8		Варијанта 9		Варијанта 10	
			О	К	О	К	О	К	О	К	О	К	О	К	О	К	О	К	О	К	О	К
				$\bar{x} \pm SD$		$\bar{x} \pm SD$		$\bar{x} \pm SD$		$\bar{x} \pm SD$		$\bar{x} \pm SD$		$\bar{x} \pm SD$		$\bar{x} \pm SD$		$\bar{x} \pm SD$		$\bar{x} \pm SD$		$\bar{x} \pm SD$
Боја	20	3	3,46	10,38 $\pm 0,02^a$	3,55	10,65 $\pm 0,01^a$	3,21	9,63 $\pm 0,19^b$	3,41	10,23 $\pm 0,06^a$	3,42	10,26 $\pm 0,14^a$	3,31	9,93 $\pm 0,01^b$	3,37	10,11 $\pm 0,10^c$	3,35	10,05 $\pm 0,09^c$	3,20	9,60 $\pm 0,06^b$	3,32	9,96 $\pm 0,07^b$
Мириис	20	4	4,10	16,40 $\pm 0,02^a$	4,03	16,12 $\pm 0,06^b$	3,92	15,68 $\pm 0,21^c$	4,23	16,92 $\pm 0,01^d$	3,50	14,00 $\pm 0,17^f$	3,15	12,60 $\pm 0,21^g$	3,22	12,88 $\pm 0,06^g$	4,32	17,28 $\pm 0,01^h$	4,25	17,00 $\pm 0,02^d$	4,12	16,48 $\pm 0,12^a$
Укус	20	5	3,80	19,00 $\pm 0,09^a$	3,72	18,60 $\pm 0,13^b$	3,55	17,75 $\pm 0,09^c$	3,39	16,95 $\pm 0,07^d$	3,27	16,35 $\pm 0,23^e$	3,21	16,05 $\pm 0,08^e$	3,15	15,75 $\pm 0,05^f$	4,26	21,30 $\pm 0,02^g$	4,11	20,55 $\pm 0,19^h$	4,00	20,00 $\pm 0,03^g$
Конзистенција	20	3	4,00	12,00 $\pm 0,11^a$	4,08	12,24 $\pm 0,09^a$	4,19	12,57 $\pm 0,18^b$	3,92	11,76 $\pm 0,40^c$	4,09	12,27 $\pm 0,03^a$	4,23	12,69 $\pm 0,11^d$	4,29	12,87 $\pm 0,01^e$	4,21	12,63 $\pm 0,02^d$	4,22	12,66 $\pm 0,05^d$	4,10	12,30 $\pm 0,03^a$
Изглед	20	4	3,81	15,24 $\pm 0,05^a$	4,12	16,48 $\pm 0,32^b$	4,15	16,60 $\pm 0,03^c$	3,72	14,88 $\pm 0,16^d$	4,17	16,68 $\pm 0,09^c$	4,31	17,24 $\pm 0,05^e$	4,27	17,08 $\pm 0,15^e$	4,35	17,40 $\pm 0,02^f$	4,28	17,12 $\pm 0,05^g$	4,32	17,28 $\pm 0,15^c$
Укупна прихфатљивост	20	1	4,40	4,40 $\pm 0,08^a$	4,53	4,53 $\pm 0,20^b$	4,38	4,38 $\pm 0,07^a$	4,42	4,42 $\pm 0,08^a$	4,15	4,15 $\pm 0,35^c$	4,02	4,02 $\pm 0,01^d$	4,11	4,11 $\pm 0,07^c$	4,61	4,61 $\pm 0,11^e$	4,33	4,33 $\pm 0,03^a$	4,55	4,55 $\pm 0,05^c$
Укупно КВ		20																				
ПСВ				3,87 $\pm 0,01^a$		3,93 $\pm 0,05^a$		3,83 $\pm 0,02^a$		3,76 $\pm 0,07^b$		3,68 $\pm 0,05^c$		3,62 $\pm 0,08^c$		3,64 $\pm 0,11^c$		4,16 $\pm 0,07^d$		4,06 $\pm 0,01^e$		4,03 $\pm 0,03^e$
% максимално могућег квалитета				77,42 $\pm 0,08^a$		78,62 $\pm 0,10^b$		76,61 $\pm 0,02^c$		75,16 $\pm 0,01^d$		73,71 $\pm 0,03^e$		72,53 $\pm 0,03^f$		72,80 $\pm 0,06^g$		83,27 $\pm 0,02^h$		81,18 $\pm 0,01^i$		80,57 $\pm 0,05^j$

КВ – коефицијент важности; О – просечна оцена; К – коригована оцена; ПСВ – пондерисана средња вредност.

^{a-j} – вредности испитиваних варијанти супа означене различитим словима статистички се значајно разликују ($p < 0,05$),

ANOVA, post hoc Tukey-ев тест.

Табела 30b: Просечне вредности сензорне анализе дехидрираних супа 30. дана након производње

Сензорна својства	n	КВ	Варијанта 1 (контрола)		Варијанта 2		Варијанта 3		Варијанта 4		Варијанта 5		Варијанта 6		Варијанта 7		Варијанта 8		Варијанта 9		Варијанта 10	
			О	К	О	К	О	К	О	К	О	К	О	К	О	К	О	К	О	К	О	К
				$\bar{x} \pm SD$		$\bar{x} \pm SD$		$\bar{x} \pm SD$		$\bar{x} \pm SD$		$\bar{x} \pm SD$		$\bar{x} \pm SD$		$\bar{x} \pm SD$		$\bar{x} \pm SD$		$\bar{x} \pm SD$		$\bar{x} \pm SD$
Боја	20	3	3,31	9,93 $\pm 0,11^a$	3,45	10,35 $\pm 0,09^b$	3,12	9,36 $\pm 0,06^c$	3,23	9,69 $\pm 0,15^a$	3,21	9,63 $\pm 0,09^a$	3,19	9,57 $\pm 0,01^a$	3,25	9,75 $\pm 0,03^d$	3,23	9,69 $\pm 0,10^a$	3,13	9,39 $\pm 0,06^c$	3,07	9,21 $\pm 0,05^c$
Мирис	20	4	3,86	15,44 $\pm 0,05^a$	3,90	15,60 $\pm 0,02^b$	3,81	15,24 $\pm 0,06^c$	4,02	16,08 $\pm 0,04^d$	3,27	13,08 $\pm 0,31^e$	3,03	12,12 $\pm 0,07^f$	3,12	12,48 $\pm 0,01^g$	4,31	17,24 $\pm 0,15^h$	4,17	16,68 $\pm 0,09^i$	4,09	16,36 $\pm 0,23^i$
Укус	20	5	3,67	18,35 $\pm 0,07^a$	3,65	18,25 $\pm 0,02^a$	3,47	17,35 $\pm 0,12^b$	3,52	17,60 $\pm 0,06^b$	3,17	15,85 $\pm 0,07^c$	3,11	15,55 $\pm 0,07^c$	3,05	15,25 $\pm 0,09^d$	4,06	20,30 $\pm 0,08^e$	4,23	21,15 $\pm 0,03^f$	4,14	20,70 $\pm 0,17^g$
Конзистенција	20	3	3,95	11,85 $\pm 0,01^a$	3,83	11,49 $\pm 0,26^b$	4,10	12,30 $\pm 0,01^c$	3,73	11,19 $\pm 0,10^d$	4,15	12,45 $\pm 0,06^c$	4,02	12,06 $\pm 0,18^e$	4,19	12,57 $\pm 0,04^f$	4,35	13,05 $\pm 0,08^g$	4,11	12,33 $\pm 0,07^c$	4,25	12,75 $\pm 0,07^h$
Изглед	20	4	3,85	15,40 $\pm 0,15^a$	4,22	16,88 $\pm 0,11^b$	4,19	16,76 $\pm 0,06^c$	3,90	15,60 $\pm 0,01^d$	4,01	16,04 $\pm 0,05^e$	4,14	16,56 $\pm 0,11^f$	4,08	16,32 $\pm 0,09^g$	4,21	16,84 $\pm 0,27^b$	4,37	17,48 $\pm 0,07^h$	4,05	16,20 $\pm 0,14^g$
Укупна прихватаљивост	20	1	4,32	4,32 $\pm 0,10^a$	4,25	4,25 $\pm 0,02^a$	4,03	4,03 $\pm 0,09^b$	4,10	4,10 $\pm 0,01^c$	4,00	4,19 $\pm 0,07^a$	4,08	4,00 $\pm 0,09^b$	4,02	4,02 $\pm 0,15^b$	4,55	4,55 $\pm 0,06^d$	4,32	4,32 $\pm 0,11^a$	4,28	4,28 $\pm 0,05^a$
Укупно КВ		20																				
ПСВ				3,76 $\pm 0,06^a$		3,84 $\pm 0,01^b$		3,75 $\pm 0,11^a$		3,71 $\pm 0,07^c$		3,56 $\pm 0,03^d$		3,49 $\pm 0,05^d$		3,52 $\pm 0,07^d$		4,08 $\pm 0,06^e$		4,07 $\pm 0,05^e$		3,98 $\pm 0,02^f$
% максимално могућег квалитета				75,29 $\pm 0,02^a$		76,82 $\pm 0,05^b$		75,04 $\pm 0,09^c$		74,26 $\pm 0,09^d$		71,15 $\pm 0,10^e$		69,86 $\pm 0,01^f$		70,39 $\pm 0,13^g$		81,67 $\pm 0,03^h$		81,35 $\pm 0,07^i$		79,50 $\pm 0,05^j$

КВ – коефицијент важности; О – просечна оцена; К – коригована оцена; ПСВ – пондерисана средња вредност.

^{a-j} – вредности испитиваних варијанти супа означене различитим словима статистички се значајно разликују ($p < 0,05$), ANOVA, post hoc Tukey-ев тест.

Табела 30с: Просечне вредности сензорне анализе дехидрираних супа 45. дана након производње

Сензорна својства	n	КВ	Варијанта 1 (контрола)		Варијанта 2		Варијанта 3		Варијанта 4		Варијанта 5		Варијанта 6		Варијанта 7		Варијанта 8		Варијанта 9		Варијанта 10	
			О	К	О	К	О	К	О	К	О	К	О	К	О	К	О	К	О	К	О	К
				$\bar{x} \pm SD$		$\bar{x} \pm SD$		$\bar{x} \pm SD$		$\bar{x} \pm SD$		$\bar{x} \pm SD$		$\bar{x} \pm SD$		$\bar{x} \pm SD$		$\bar{x} \pm SD$		$\bar{x} \pm SD$		$\bar{x} \pm SD$
Боја	20	3	3,26	9,78 $\pm 0,03^a$	3,25	9,75 $\pm 0,16^a$	3,15	9,45 $\pm 0,09^b$	3,23	9,69 $\pm 0,01^c$	3,14	9,42 $\pm 0,02^b$	3,22	9,66 $\pm 0,08^c$	3,20	9,60 $\pm 0,02^c$	3,43	10,29 $\pm 0,06^d$	3,22	9,66 $\pm 0,10^c$	3,15	9,45 $\pm 0,01^b$
Мирис	20	4	3,72	14,88 $\pm 0,09^a$	3,66	14,64 $\pm 0,02^b$	3,54	14,16 $\pm 0,07^c$	3,79	15,16 $\pm 0,06^d$	3,21	12,84 $\pm 0,15^e$	3,25	13,00 $\pm 0,17^f$	3,39	13,56 $\pm 0,07^g$	4,25	17,00 $\pm 0,06^h$	4,38	17,52 $\pm 0,13^i$	4,22	16,88 $\pm 0,04^j$
Укус	20	5	3,42	17,10 $\pm 0,06^a$	3,29	16,45 $\pm 0,05^b$	3,77	18,85 $\pm 0,07^c$	3,38	16,90 $\pm 0,12^d$	3,28	16,40 $\pm 0,02^b$	3,19	15,95 $\pm 0,09^e$	3,27	16,35 $\pm 0,03^f$	4,33	21,65 $\pm 0,26^g$	4,12	20,60 $\pm 0,07^h$	4,21	21,05 $\pm 0,11^i$
Конзистенција	20	3	3,95	11,85 $\pm 0,02^a$	4,23	12,69 $\pm 0,02^b$	3,61	10,83 $\pm 0,25^c$	4,08	12,24 $\pm 0,01^d$	4,07	12,21 $\pm 0,09^d$	4,15	12,45 $\pm 0,02^e$	4,16	12,48 $\pm 0,03^e$	4,38	13,14 $\pm 0,19^f$	4,26	12,78 $\pm 0,05^g$	4,31	12,93 $\pm 0,09^h$
Изглед	20	4	3,53	14,12 $\pm 0,11^a$	3,92	15,68 $\pm 0,08^b$	3,82	15,28 $\pm 0,18^b$	4,27	17,08 $\pm 0,07^c$	4,00	16,00 $\pm 0,05^d$	4,11	16,44 $\pm 0,15^e$	4,05	16,20 $\pm 0,14^f$	4,15	16,60 $\pm 0,08^g$	4,27	17,08 $\pm 0,03^c$	4,17	16,68 $\pm 0,20^h$
Укупна прихфатљивост	20	1	4,14	4,14 $\pm 0,19^a$	4,25	4,25 $\pm 0,08^b$	4,02	4,02 $\pm 0,09^c$	4,00	4,00 $\pm 0,07^c$	4,06	4,06 $\pm 0,21^c$	4,17	4,17 $\pm 0,05^a$	4,09	4,09 $\pm 0,08^c$	4,45	4,45 $\pm 0,31^d$	4,56	4,56 $\pm 0,19^e$	4,37	4,37 $\pm 0,05^f$
Укупно КВ		20																				
ПСВ				3,59 $\pm 0,03^a$		3,67 $\pm 0,05^b$		3,63 $\pm 0,02^b$		3,75 $\pm 0,07^c$		3,55 $\pm 0,01^a$		3,58 $\pm 0,10^a$		3,61 $\pm 0,03^b$		4,16 $\pm 0,07^d$		4,11 $\pm 0,05^d$		4,07 $\pm 0,02^e$
% максимално могућег квалитета				71,87 $\pm 0,02^a$		73,46 $\pm 0,01^b$		72,59 $\pm 0,07^c$		75,07 $\pm 0,09^d$		70,93 $\pm 0,01^e$		71,67 $\pm 0,05^f$		72,28 $\pm 0,01^g$		83,13 $\pm 0,03^h$		82,20 $\pm 0,03^i$		81,36 $\pm 0,07^j$

КВ – коефицијент важности; О – просечна оцена; К – коригована оцена; ПСВ – пондерисана средња вредност.

^{a-j} – вредности испитиваних варијанти супа означене различитим словима статистички се значајно разликују ($p < 0,05$), ANOVA, post hoc Tukey-ев тест.

Табела 30d: Просечне вредности сензорне анализе дехидрираних супа 60. дана након производње

Сензорна својства	n	КВ	Варијанта 1 (контрола)		Варијанта 2		Варијанта 3		Варијанта 4		Варијанта 5		Варијанта 6		Варијанта 7		Варијанта 8		Варијанта 9		Варијанта 10	
			О	К $\bar{x} \pm SD$	О	К $\bar{x} \pm SD$	О	К $\bar{x} \pm SD$	О	К $\bar{x} \pm SD$	О	К $\bar{x} \pm SD$	О	К $\bar{x} \pm SD$	О	К $\bar{x} \pm SD$	О	К $\bar{x} \pm SD$	О	К $\bar{x} \pm SD$	О	К $\bar{x} \pm SD$
Боја	20	3	3,32	9,96 $\pm 0,05^a$	3,37	10,11 $\pm 0,19^b$	3,20	9,60 $\pm 0,23^c$	3,38	10,14 $\pm 0,03^b$	3,30	9,90 $\pm 0,07^c$	3,30	9,90 $\pm 0,26^c$	3,32	9,96 $\pm 0,21^c$	3,38	10,14 $\pm 0,05^b$	3,25	9,75 $\pm 0,12^c$	3,29	9,87 $\pm 0,09^c$
Мириис	20	4	3,81	15,24 $\pm 0,02^a$	3,80	15,20 $\pm 0,13^a$	3,60	14,40 $\pm 0,14^b$	3,69	14,76 $\pm 0,09^c$	3,37	13,48 $\pm 0,16^d$	3,11	12,44 $\pm 0,15^e$	3,30	13,20 $\pm 0,09^f$	4,30	17,20 $\pm 0,09^g$	4,33	17,32 $\pm 0,10^g$	4,35	17,40 $\pm 0,18^h$
Укус	20	5	3,63	18,15 $\pm 0,26^a$	3,47	17,35 $\pm 0,17^b$	3,90	19,50 $\pm 0,08^c$	3,47	17,35 $\pm 0,11^b$	3,20	16,00 $\pm 0,09^d$	3,23	16,15 $\pm 0,03^d$	3,22	16,10 $\pm 0,09^d$	4,20	21,00 $\pm 0,21^e$	4,36	21,80 $\pm 0,19^f$	4,19	20,95 $\pm 0,10^g$
Конзистенција	20	3	3,89	11,67 $\pm 0,15^a$	3,95	11,85 $\pm 0,06^b$	3,60	10,80 $\pm 0,21^c$	3,80	11,40 $\pm 0,01^d$	4,00	12,00 $\pm 0,06^e$	4,25	12,75 $\pm 0,10^f$	4,30	12,90 $\pm 0,05^g$	4,31	12,93 $\pm 0,14^g$	4,21	12,63 $\pm 0,09^f$	4,23	12,69 $\pm 0,20^f$
Изглед	20	4	3,73	14,92 $\pm 0,10^a$	4,19	16,76 $\pm 0,02^b$	4,11	16,44 $\pm 0,13^c$	3,92	15,68 $\pm 0,05^d$	3,95	15,80 $\pm 0,06^e$	4,25	17,00 $\pm 0,13^f$	4,00	16,00 $\pm 0,10^g$	4,28	17,12 $\pm 0,26^f$	4,23	16,92 $\pm 0,05^h$	4,29	17,16 $\pm 0,16^f$
Укупна прихфатљивост	20	1	4,23	4,23 $\pm 0,09^a$	4,20	4,20 $\pm 0,07^a$	4,25	4,25 $\pm 0,27^a$	4,23	4,23 $\pm 0,12^a$	3,98	3,98 $\pm 0,13^b$	4,20	4,20 $\pm 0,11^a$	4,10	4,10 $\pm 0,14^c$	4,59	4,59 $\pm 0,29^d$	4,60	4,60 $\pm 0,12^d$	4,61	4,61 $\pm 0,08^d$
Укупно КВ		20																				
ПСВ				3,71 $\pm 0,05^a$		3,77 $\pm 0,03^b$		3,75 $\pm 0,07^b$		3,68 $\pm 0,09^c$		3,56 $\pm 0,08^d$		3,62 $\pm 0,07^c$		3,61 $\pm 0,06^c$		4,15 $\pm 0,05^e$		4,15 $\pm 0,02^e$		4,13 $\pm 0,03^e$
% максимално могућег квалитета				74,17 $\pm 0,03^a$		75,47 $\pm 0,08^b$		74,99 $\pm 0,02^c$		73,56 $\pm 0,03^d$		71,16 $\pm 0,03^e$		72,44 $\pm 0,07^f$		72,26 $\pm 0,03^g$		82,98 $\pm 0,05^h$		83,02 $\pm 0,01^i$		82,68 $\pm 0,02^j$

КВ – коефицијент важности; О – просечна оцена; К – коригована оцена; ПСВ – пондерисана средња вредност.

^{a-j} – вредности испитиваних варијанти супа означене различитим словима статистички се значајно разликују ($p < 0,05$), ANOVA, post hoc Tukey-ев тест.

Табела 30е: Просечне вредности сензорне анализе дехидрираних супа 90. дана након производње

Сензорна својства	n	КВ	Варијанта 1 (контрола)		Варијанта 2		Варијанта 3		Варијанта 4		Варијанта 5		Варијанта 6		Варијанта 7		Варијанта 8		Варијанта 9		Варијанта 10	
			О	К	О	К	О	К	О	К	О	К	О	К	О	К	О	К	О	К	О	К
				$\bar{x} \pm SD$		$\bar{x} \pm SD$		$\bar{x} \pm SD$		$\bar{x} \pm SD$		$\bar{x} \pm SD$		$\bar{x} \pm SD$		$\bar{x} \pm SD$		$\bar{x} \pm SD$		$\bar{x} \pm SD$		$\bar{x} \pm SD$
Боја	20	3	3,20	9,60 $\pm 0,09^a$	3,30	9,90 $\pm 0,12^b$	3,06	9,18 $\pm 0,27^c$	3,25	9,75 $\pm 0,09^d$	3,19	9,57 $\pm 0,30^a$	3,00	9,00 $\pm 0,21^e$	3,28	9,84 $\pm 0,17^b$	3,26	9,78 $\pm 0,09^b$	3,05	9,15 $\pm 0,15^c$	3,22	9,66 $\pm 0,13^a$
Мирис	20	4	3,70	14,80 $\pm 0,05^a$	3,71	14,84 $\pm 0,26^a$	3,72	14,88 $\pm 0,19^b$	3,71	14,84 $\pm 0,13^a$	3,29	13,16 $\pm 0,12^c$	3,09	12,36 $\pm 0,19^d$	3,19	12,76 $\pm 0,25^c$	4,20	16,80 $\pm 0,09^f$	4,22	16,88 $\pm 0,11^f$	4,00	16,00 $\pm 0,15^g$
Укус	20	5	3,55	17,75 $\pm 0,11^a$	3,53	17,65 $\pm 0,14^b$	3,62	18,10 $\pm 0,24^c$	3,50	17,50 $\pm 0,16^d$	3,15	15,75 $\pm 0,19^a$	3,17	15,85 $\pm 0,05^e$	3,20	16,00 $\pm 0,10^f$	4,11	20,55 $\pm 0,13^g$	4,25	21,25 $\pm 0,18^h$	4,29	21,45 $\pm 0,11^i$
Конзистенција	20	3	3,80	11,40 $\pm 0,10^a$	4,05	12,15 $\pm 0,17^b$	3,91	11,73 $\pm 0,13^c$	3,71	11,13 $\pm 0,08^d$	4,11	12,33 $\pm 0,16^e$	4,00	12,00 $\pm 0,05^f$	4,21	12,63 $\pm 0,14^g$	4,29	12,87 $\pm 0,16^h$	4,17	12,51 $\pm 0,05^i$	4,15	12,45 $\pm 0,29^i$
Изглед	20	4	3,69	14,76 $\pm 0,09^a$	4,11	16,44 $\pm 0,23^b$	4,02	16,08 $\pm 0,06^c$	4,11	16,44 $\pm 0,08^b$	4,06	16,24 $\pm 0,05^d$	4,13	16,52 $\pm 0,10^e$	3,95	15,80 $\pm 0,19^f$	4,35	17,40 $\pm 0,21^g$	4,20	16,80 $\pm 0,18^h$	4,33	17,32 $\pm 0,17^g$
Укупна прихватаљивост	20	1	4,17	4,14 $\pm 0,22^a$	4,15	4,15 $\pm 0,07^a$	4,12	4,12 $\pm 0,28^a$	4,05	4,05 $\pm 0,15^b$	4,08	4,08 $\pm 0,16^b$	3,99	3,99 $\pm 0,19^c$	4,00	4,00 $\pm 0,11^c$	4,41	4,41 $\pm 0,26^d$	4,49	4,49 $\pm 0,14^d$	4,55	4,55 $\pm 0,26^e$
Укупно КВ		20																				
ПСВ				3,62 $\pm 0,06^a$		3,76 $\pm 0,02^b$		3,70 $\pm 0,03^b$		3,69 $\pm 0,05^a$		3,56 $\pm 0,05^c$		3,48 $\pm 0,09^d$		3,55 $\pm 0,03^c$		4,09 $\pm 0,04^e$		4,05 $\pm 0,05^e$		4,07 $\pm 0,05^e$
% максимално могућег квалитета				72,48 $\pm 0,06^a$		75,13 $\pm 0,07^b$		74,09 $\pm 0,08^c$		73,70 $\pm 0,09^d$		71,13 $\pm 0,05^e$		69,72 $\pm 0,09^f$		71,03 $\pm 0,02^g$		81,81 $\pm 0,06^h$		81,08 $\pm 0,01^i$		81,43 ^j $\pm 0,05$

КВ – коефицијент важности; О – просечна оцена; К – коригована оцена; ПСВ – пондерисана средња вредност.

^{a-j} – вредности испитиваних варијанти супа означене различитим словима статистички се значајно разликују ($p < 0,05$), ANOVA, post hoc Tukey-ев тест.

Квалитет гљива, а самим тим и крајњег производа у који се оне додају зависи од укуса, ароме, текстуре и боје гљиве. Арома је једно од најважнијих сензорних својстава производа у који су додате гљиве. Примарне компоненте из којих се добија арома свеже гљиве су алифатични алкохоли и кетони, што зависи од врсте и услова раста гљива (Gogavekar et al., 2012). Арома је скуп испарљивих једињења која перципирају рецепторе мириса на мирисним ткивима у носној дупљи. Ароматична једињења се ослобађају током поступка кувања хране (Sharif et al., 2016).

Умами укус (пријатан слани укус) гљива један је од кључних фактора за формирање укуса и ароме коначног производа, а настаје углавном због присуства натријумових соли, глутаминске (Glu) и аспарагинске (Asp) аминокиселине, као и 5'-нуклеотида (Zhang et al., 2013). Тако, Мау (2005) је на основу еквивалентних концентрација за умами укус (EUC), поделио гљиве у четири групе и то: >1000 g, 100–1000 g, 10–100 g и <10 g MSG/100 g с.м. Према овој класификацији, осушена (врућим ваздухом) плодносна тела гљиве *S. graoulatus* имају EUC вредност 274 g MSG/100 g с.м. (Zhao et al., 2020), док гљиве *C. versicolor* имају вредност од 7,70 g MSG/100 g с.м. (Mau, 2005).

На основу опште оцене укупног квалитета израчунат је проценат максимално могућег квалитета, који је показао статистички значајно ($p < 0,05$) највишу вредност у супама варијанте 8 ($82,45 \pm 0,07\%$; $83,27 \pm 0,02\%$; $81,67 \pm 0,03\%$; $83,13 \pm 0,03\%$; $81,81 \pm 0,06\%$), константно током свих дана испитивања. Ниже вредности су добијене у супама варијанте 10 ($81,73 \pm 0,05\%$; $80,57 \pm 0,05\%$; $79,50 \pm 0,05\%$; $81,36 \pm 0,07\%$; $81,43 \pm 0,05\%$), док су најниже вредности добијене у супама варијанте 6 ($71,55 \pm 0,05\%$; $72,53 \pm 0,03\%$; $69,86 \pm 0,01\%$; $69,72 \pm 0,09\%$). Такође, утврђена је статистички значајна ($p < 0,05$) разлика испитиваних варијанти у односу на контролну варијанту, као и између свих осталих испитиваних варијанти.

Према резултатима сензорне анализе може се приметити да су све анализиране супе имале константан квалитет током периода праћења, што је потврђено и оценама дегустатора за испитивана својства.

Са аспекта утицаја примењених лиофилизованих екстраката може се приметити да је водени екстракт гљиве *S. granulatus* у комбинацији са смањеном количином мононатријум глутамината показао најбољи ефекат на испитиване сензорне карактеристике супа, а одмах после њега је био водени екстракт гљиве *F. torulosa* у комбинацији са смањеним садржајем мононатријум глутамината.

Генерално, супе обogaћене лиофилизованим воденим и етанолним екстрактима гљива без додатка мононатријум глутамината имале су ниже оцене у поређењу са контролном варијантом, али и у односу на варијанте супа у којима је садржај мононатријум глутамината смањен за 50%. Међутим, максимални квалитет свих варијанти је био преко 70%, односно производ је прихватљив за потрошаче. У супама у којима није додат мононатријум глутаминат, прихватљив укус и арома су резултат додатог вргања.

Све више произвођача у различитим земљама избацују мононатријум глутаминат из употребе, једну од главних компоненти одговорних за прихватљив укус крајњих производа, а због све већег броја студија које указују на његов негативан утицај на здравље потрошача. У том правцу, Wang et al. (2019) сугеришу да погодна замена за употребу мононатријум глутамината у дехидрираним супама може бити 0,1% концентрата гљиве, 0,025% екстракта квасца или 0,2% концентрата

парадајза. Притом се добијају идентични сензорни ефекти у погледу укуса, као при употреби 0,1% мононатријум глутамината (Blaylock, 1998; Witkowska, et al., 2014; Farzana et al., 2017; Wang et al., 2019).

С обзиром на то да у досадашњој литератури нема података о супама које су обогачене екстрактима гљива *S. granulatus*, *C. versicolor* и *F. torulosa*, добијени резултати у овом поглављу су упоређени са публикацијама о супама које имају најсличније карактеристике овом истраживању.

Verma и Mogra (2017) развили су технологију производње инстант парадајз супе са додатком гљива у праху. Аутори су закључили да је у новопродукованој супи садржај протеина 7,95 g, у поређењу са контролном варијантом у овој дисертацији где је садржај 8 g. Нова формулација је садржала нижу вредност масти (1,46 g), у поређењу са контролном (1,56 g). Аутори су пронашли виши садржај влакана у новој формулацији (7,84 g) у односу на контролу (7,78 g). Аутори истичу да је нова формулација показала прихватљива сензорна својства.

Kumar (2015) је истраживао рок трајања дехидрираних супа са додатком гљиве *A. bisporus*. Припремљено је неколико варијанти са различитим концентрацијама додатих састојака. Аутор наводи да се садржај масти кретао од 5,68 до 5,84%, садржај протеина од 12,46 до 13,84%, садржај минералних материја од 2,89 до 3,64%, влакана од 0,88 до 1,42% и укупних угљених хидрата од 71,82 до 73,27% суве материје свих формулација. Овај нутритивни састав је бољи у поређењу са резултатима у овој дисертацији. Садржај влаге повећавао се сразмерно периоду складиштења, па је 12-ог месеца достигао највишу вредност од 4,37%, при чему аутор закључује да је ово оптималан период чувања испитиваних дехидрираних супа.

Srivastava et al. (2019) су спровели истраживање инстант супа са додатком различитих концентрација гљива *P. ostreatus* у праху (10–40%). Повећањем садржаја гљива дошло је до смањења садржаја влаге (са 4,63% на 2,86%), угљених хидрата (са 72,03% на 64,23%) и масти (са 3,18% на 1,13%). Исто тако, дошло је до повећања садржаја протеина (са 8,15% на 15,41%), влакана (са 2,07% на 7,88%) и минералних материја (са 12,00% на 16,35%). На основу добијених резултата, аутори су закључили да је оптимална количина *P. ostreatus* која треба да се додаје супама 20%.

Prameela и Prameela (2020) су у лабораторијским условима припремили четири варијанте дехидрираних супа са различитим врстама поврћа (тиква, лук, мрква, спанаћ, леблебија, ђумбир итд.). Притом, утврдили су да се садржај минералних материја кретао од 6,41% у контролној варијанти, до 12,49% у варијантама обогаченим различитим поврћем. Садржај угљених хидрата износио је 44,98% до 69,30%, а садржај протеина варирао је од 5,40% до 28,62%, што је у сагласности са резултатима о укупном садржају угљених хидрата и протеина у супи контролне варијанте ове докторске дисертације.

Uradhyay et al. (2017) су припремили четири различите формулације дехидрираних супа од поврћа са парадајзом, луком, цвеклом, белим луком, шаргарепом, кромпиром, смећим шећером и сољу. При том садржај влаге се повећавао, са повећањем концентрације поврћа (2,5 до 4,7%), садржај минералних материја се смањивао са 18,60% на 14,60%, садржај протеина се променио са 6,84% на 16%, а садржај угљених хидрата са 48% на 64%. Резултати су у сагласности са вредностима за исте параметре у супама контролне варијанте ове докторске дисертације, са изузетком садржаја минералних материја чија је вредност нижа.

Chatterjee et al. (2019) су произвели дехидрирану супу са додатком неколико врста гљива, попут *P. ostreatus*, *P. sajor-caju*, *P. florida*, *Calocybe indica* и *Volvariella volvacea*. Утврдили су следећи нутритивни састав супе: угљени хидрати 67,62%, протеини 13,20%, минералне материје 6,36%, енергетска вредност 334,38 kcal/g и витамин С 22,54mg/100g. Садржај минералних материја износио је: калцијум 320 mg/100g, магнезијум 280 mg/100g, натријум 251 mg/100g, гвожђе 200 mg/100g и калијум 50 mg/100g. Стога, аутори су закључили да су додати зачини показали добар ефекат на хемијски и нутритивни састав новопроизведене супе.

Singh et al. (2017) развили су технологију за производњу инстант супа са додатком гљиве *L. edodius* у две варијанте: гљиве сушене на сунцу и соларно сушене гљиве са додатком лимунске киселине као предтретманом. Утврђен је следећи састав инстант супе: садржај протеина од 13,96 до 14,52 g/100g, укупни угљени хидрати од 76,27 до 76,28 g/100g, и садржај влакана од 16,61 до 16,80 g/100g, што су више вредности у поређењу са резултатима у овој дисертацији. Сензорне карактеристике оцењиване су 0., 15. и 30. дана производње. Просечна оцена за укупну прихватљивост производа износила је 8,14 за супу са додатком гљиве, у односу на контролу (7,91). На 0. дан производње није било присутних укупних аеробних бактерија. Након 15 дана од производње, у варијанти 1 (са додатком гљиве сушене на сунцу), детектовано је $1 \cdot 10^1$ cfu/g, 30. дана производње у варијанти 1 укупан број бактерија износио је $4 \cdot 10^2$ cfu/g, а у варијанти 2 (са додатком соларно сушене гљиве) $2 \cdot 10^2$ cfu/g, што су више вредности у односу на резултате 30. дана у овој докторској дисертацији. На основу добијених резултата, аутори су закључили да производ успешно може да се чува до 30 дана.

Sun et al. (2018) су развили метод домаће припреме супа са додатком гљива *Hypsizyugus marmoreus* и пратили су утицај различитих метода кувања на квалитет супе. Резултати ове студије показали су да је садржај полисахарида, полифенола и аминокиселина виши у куваној супи у односу на некувану супу. Притом су закључили да је свака од четири тестиране методе кувања (стерилизација у аутоклаву, у микроталасној пећници, са задржавањем водене паре и у широм отвореним судовима) показала различите карактеристичне ефекте на поједина својства супа са гљивама.

У свом истраживању Buren et al. (2019) су анализирали различита својства дехидрираних супа и домаћих супа. Наиме, према овом истраживању, дехидриране супе од поврћа по нутритивној вредности нису се разликовале од домаћих супа од поврћа, а њихова енергетска вредност је у просеку износила 90 kcal/100g, што је променљиво у зависности од врсте поврћа и осталих састојака, а вредност је нижа у поређењу са резултатима за енергетску вредност у овој дисертацији.

Witkowska et al. (2014) су произвели дехидриране супе са додатком уља каранфилића и уља оригана. Утврђено је да супе показују антимикуробно дејство према тестираним патогеним сојевима, и то: према бактеријама *Listeria innocua* (MIC = 3,55 log CFU/mL) и *E. coli* (MIC = 0,00 log CFU/mL) у супи са додатком уља каранфилића, а супа са додатком уља оригана показала је ефекат према *L. innocua* (MIC = 3,91 log CFU/mL) и према *E. coli* (MIC = 4,96 log CFU/mL). Нетретирана супа имала је следеће вредности: према *L. innocua* MIC = 9,20 log CFU/mL и према *E. coli* MIC = 9,11 log CFU/mL.

Kim и Fung (2004) су развили нову формулацију дехидриране супе од гљива, са додатком воденог екстракта традиционалне азијске биљке *куцу* (*Puerariae radix*). Поред тога, открили су да супе са овом биљком показују антимикуробно дејство према свим тестираним патогеним бактеријама. Тако је, *E. coli* O157:H7 била редукована за 4,0 log CFU/mL нултог дана, за 1,0 - 1,5 log CFU/mL након 5. дана производње при концентрацији од 5 и 10% екстракта. Присуство бактерија *S. Enteritidis* смањено је за 4,0 log CFU/mL нултог дана, за 2,3 log CFU/mL након петог дана након производње. Присуство бактерија *L. monocytogenes* била је у распону од 4,8 log CFU/mL до 6,0 log CFU/mL трећег дана након производње и било је редуковано до 3,2 log CFU/mL петог дана након производње при концентрацији екстракта од 5%.

Lawal et al. (2018) су произвели дехидрирану супу од поврћа са додатком лишћа традиционалних азијских биљака: маругбо (*Clerodendrum volubile*), тете (*Amaranthus hybridus*) и ила (*Abelmoschus esculentus* L.), и закључили су да све три варијанте показују антимикуробно дејство. Наиме, супа са додатком ила, са маргубом и са тетом, показала је антимикуробну активност према бактерији *E. coli* (11,87 mm, 15,50 mm и 13,00 mm, респективно), као и према бактерији *S. aureus*, где су утврђене зоне инхибиције од 11,00 mm, 7,67 mm и 14,00 mm, респективно. Са аспекта DPPH теста, супа са додатком лишћа тета показала је најјачи антиоксидативни ефекат (31,00%).

Manhivi et al. (2020) произвели су дехидриране супе од поврћа са разним додацима, као што су лишће тикве, кинески купус, брашно од слатког кромпира и брашно од тикве. Укупан број аеробних мезофилних бактерија износио је од 600 до 3600 cfu/g, што је у дозвољеним границама, а присуство плесни током складиштења није откривено.

У свом истраживању Mohamed et al. (2020) су развили технологију за производњу две варијанте дехидриране супе са различитом концентрацијом лиофилизованог поврћа (першун, целер, лук, мирођија, зелена салата и банана) уз додатак леблебија и гљива. Одређен је антиоксидативни капацитет обе формулације супе на основу способности хватања слободних DPPH радикала у условима складиштења коначног производа. Тако, на 0. дан производње утврђено је да је при концентрацији поврћа од 5% способност хватања слободних DPPH радикала износила 72,33%, а при концентрацији од 10% присутног поврћа, DPPH тест је показао вредност 87,99%. После четири месеца, аутори су констатовали минимално смањење ових вредности, односно 61,11% за прву формулацију и 75,95% за другу формулацију дехидриране супе. Већа концентрација додатог поврћа и других компоненти значајно утиче на антиоксидативни капацитет супа. Наиме, након месец дана утврђено је да нема значајнијих промена вредности, што одговара подацима добијеним у овом истраживању. Ове вредности су веће у поређењу са способношћу хватања слободних DPPH радикала у свим анализираним варијантама супа у овој докторској дисертацији. Murcia et al. (2009), који су анализирали неколико својстава различитих врста дехидрираних производа, открили су да антиоксидативни капацитет дехидрираних супа од поврћа износи 24,70%.

Tchokouaha et al. (2015) спровели су истраживање за антиоксидативни капацитет различитих врста традиционалних супа које се користе у Нигерији, а

према FRAP тесту антиоксидативни капацитет супа у које су додате различите врсте поврћа креће се од 40 до 180 mg/g.

Rekha et al. (2010) произвели су дехидрирану супу са додатком мирођије (*A. sowa* L. var. *sabsige*), где је антиоксидативна активност била 60%. Способност супа са додатком мирођије да редукује јоне гвожђа била је 50%, у поређењу са контролном варијантом без додатка мирођије, где је ова вредност износила 19%. Са аспекта боје добијене су следеће вредности: $L^* = 73.0$, $a^* = -4.137$ и $b^* = 16.13$.

Gandhi et al. (2017) су спровели истраживања у погледу стабилности током складиштења инстант супе од поврћа са додатком гљива (*P. ostreatus*). Вредности боје кретале су се у следећим границама, према различитим варијантама: L^* од 68,95 до 77,39; a^* од 2,34 до 12,38; b^* од 16,32 до 33,33. Што се тиче сензорних оцена, у првом месецу просечна оцена укупног квалитета била је 8,3. Ова вредност се смањила на 7,8 након шестог месеца складиштења на основу чега су аутори закључили да је ово оптимални период употребе ове формулације. Наведени подаци су у сагласности са резултатима за L^* , a^* , b^* који су добијени у овој дисертацији.

El-Hadidie (2019) спровео је истраживање на различитим формулацијама дехидрираних супа, где су поред контролне варијанте тестиране супе обogaћене гљивама у праху (*Pleurotus eous*), супе обogaћене јајима у праху и супе обogaћене сурутком у праху. Према DPPH тесту, антиоксидативна активност је била највећа (16%) у варијанти супа обogaћеним гљивама у праху, а најнижа вредност (12%) утврђена је у супи обogaћеном јајима у праху. Поред тога, супа обogaћена гљивама имала је енергетску вредност од 386,42 kcal/100g и следеће инструменталне вредности за боју: $L^* = 72,68$; $a^* = 2,52$ и $b^* = 31,16$.

У студији Amal et al. (2014) произведене су дехидриране супе са додатком кромпира, сочива, грашка и леблебија, при чему се најсветлијом бојом карактерисала супа од грашка ($L^*=82,44$, $a^*=2,39$, $b^*=30,55$, $C=30,64$, $h=85,53$), а са аспекта сензорних карактеристика, највишу оцену за својство укуса добила је супа са додатком сочива (9,10).

У студији Farzana et al. (2017) истражене су формулације дехидриране супе са додатком сојиног брашна, листа моринге и гљиве (*P. ostreatus*). Утврђен је добар нутритивни и хемијски састав производа, са роком трајања до 6 месеци. Са аспекта сензорне анализе оцењено је неколико својстава, као што су боја (просечна оцена 8,5), текстура (просечна оцена 8,3), мирис (просечна оцена 8,4), укус (просечна оцена 8,6), конзистенција (просечна оцена 8,5) и укупна прихватљивост (просечна оцена 8,5).

Singh et al. (2003) произвели су супу са додатком сурутке и гљиве *A. bisporus* у праху. Гљива је додавана у различитим концентрацијама, (2,5%; 4,0%; 6,0% и 7,5%), при чему су аутори утврдили да је адекватна концентрација била 4%. Ова формулација је показала добра хемијска и нутритивна својства, а са аспекта сензорне процене оцењивани су укус, конзистенција, боја и прихватљивост, као и укупна прихватљивост производа од 0 до 8 месеци након производње. За укупну прихватљивост, највиша оцена је забележена непосредно након производње, са просечном вредношћу која је пала на 5,7 у осмом месецу након производње. Стога аутори наводе да је оптимални период складиштења 8 месеци у одговарајућој амбалажи.

6. ЗАКЉУЧАК

На основу теоријских истраживања, анализе и резултата добијених за утврђивање хемијског састава свежих и сушених гљива *Suillus granulatus*, *Coriolus versicolor* и *Fuscoporia torulosa*, прикупљених из природних станишта, за утврђивање хемијског састава и биолошку активност њихових водених и етанолних екстраката као и на основу утицаја лиофилизованих екстраката на квалитет и биолошку активност индустријски произведене дехидриране супе могу се извести следећи закључци:

- 1. У све три врсте испитиване гљиве, *Suillus granulatus*, *Coriolus versicolor* и *Fuscoporia torulosa*, утврђен је повољан хемијски састав плодноносних тела у свежем стању.**
 - Највиши садржај укупне влаге ($83,15 \pm 0,03\%$) и најнижи садржај укупне суве материје ($16,85 \pm 0,03\%$) утврђен је код свеже медицинске гљиве *Coriolus versicolor*. Статистички значајно ($p < 0,05$) највиши садржај органске материје ($97,47 \pm 0,03\%$) и најнижи садржај минералних материја ($2,53 \pm 0,01\%$) у поређењу са другм двема анализираним гљивама, утврђен је у свежој медицинској гљиви *Fuscoporia torulosa*, која исто тако има највиши садржај витамина С ($10,73 \pm 0,03 \text{ mg}/100\text{g}$).
 - Медицинска гљива *Coriolus versicolor* показала је статистички значајно ($p < 0,05$) највиши садржај укупних угљених хидрата ($45,92 \pm 0,02\%$) у поређењу са гљивама *Suillus granulatus* ($42,10 \pm 0,02\%$) и *Fuscoporia torulosa* ($40,25 \pm 0,01\%$).
- 2. Процес коморног сушења гљива без примене предтретмана имао је позитиван утицај, тј. код све три врсте гљива утврђен је пораст испитиваних параметара, као резултат њихових концентрирања услед испаравања воде.**
 - Највише вредности за укупну суву материју ($90,96 \pm 0,02\%$ с.м.), органске материје ($93,17 \pm 0,03\%$ с.м.) и масти ($1,20 \pm 0,03\%$ с.м.) су добијене у сушеним гљивама *Suillus granulatus*.
 - Највиши садржај азота ($2,53 \pm 0,02\%$ с.м.), калијума ($2,00 \pm 0,01\%$ с.м.), магнезијума ($1,10 \pm 0,03\%$ с.м.) и протеина ($15,81 \pm 0,03\%$ с.м.) утврђен је у сушеним гљивама *Coriolus versicolor*.
 - Гљива *Fuscoporia torulosa* у сушеном облику имала је највиши садржај минералних материја ($8,62 \pm 0,00\%$ с.м.), витамина С ($17,15 \pm 0,01 \text{ mg}/100\text{g}$ с.м.), укупних угљених хидрата ($67,08 \pm 0,03\%$ с.м.), фосфора ($1,22 \pm 0,03\%$ с.м.) и калцијума ($1,35 \pm 0,02\%$ с.м.).
- 3. Врела водена и етанолна екстракција испитиваних гљива биле су ефикасне методе за екстракцију потребних компоненти, при чему су добијени екстракти богатог хемијског састава и добре биолошке активности.**
 - Са највишим приносом при воденој ($35,07 \pm 1,07\%$ суве масе гљиве) и етанолној ($29,82 \pm 2,62\%$ суве масе гљиве) екстракцији карактерисале су се гљиве *Suillus*

- granulatus*, док је за гљиву *Fuscoporia torulosa* забележен најнижи принос ($17,41 \pm 10,05\%$ са воденом екстракцијом и $15,70 \pm 0,02\%$ суве масе гљиве са етанолном екстракцијом).
- У воденим екстрактима садржај укупних угљених хидрата кретао се од $49,05 \pm 4,05\%$ до $54,08 \pm 4,32\%$ суве масе екстракта, при чему се највишим садржајем карактерисао екстракт гљиве *Fuscoporia torulosa*, без статистичке значајности. У етанолним екстрактима, садржај укупних угљених хидрата кретао се од $33,43 \pm 8,12\%$ до $55,40 \pm 5,73\%$ суве масе екстракта, при чему се састатистички значајно ($p < 0,05$) највишим садржај издвајао екстракт гљиве *Fuscoporia torulosa*.
 - Статистички значајно ($p < 0,05$) више вредности за садржај глукана забележен је код водених екстраката у поређењу са етанолним екстрактима, а највиши садржај β -глукана утврђен је код обе врсте екстраката *Fuscoporia torulosa* који се статистички значајно ($p < 0,05$) разликују од осталих анализираних екстраката.
 - Са највишим просечним садржајем испитиваних моносахарида ($30,30 \pm 0,01\%$ суве масе екстракта) међу воденим екстрактима издвајао се екстракт гљиве *Suillus granulatus* (ниво значајности $p < 0,05$), док је међу етанолним екстрактима статистички значајно ($p < 0,05$) највиши садржај моносахарида ($12,77 \pm 0,03\%$ суве масе екстракта) утврђен у екстракту гљиве *Fuscoporia torulosa*.
 - Водени екстракти гљива *Suillus granulatus* и *Fuscoporia torulosa* показали су статистички значајно ($p < 0,05$) виши садржај протеина ($4,70 \pm 0,50\%$, односно $8,88 \pm 0,25\%$ суве масе екстракта) у поређењу са етанолним екстрактима. У етанолном екстракту из гљиве *Coriolus versicolor* добијен је статистички значајно ($p < 0,05$) виши садржај протеина ($7,72 \pm 0,27\%$ суве масе екстракта) у поређењу са његовим воденим екстрактом.
 - Међу воденим екстрактима утврђен је статистички значајно ($p < 0,05$) највиши садржај фенола ($19,85 \pm 1,81\%$ суве масе екстракта) код екстракта гљиве *Fuscoporia torulosa*. Етанолни екстракти свих испитиваних гљива имали су виши садржај флавоноида у поређењу са воденим екстрактима, али без статистички значајне разлике.
 - Према IR-ATR уочена је разлика између водених и етанолних екстраката у погледу врсте присутних угљених хидрата, глукана, протеина, фенола и флавоноида, што је главни разлог за разлику у биолошкој активности.
 - СЕМ анализом је утврђено да постоје разлике у микроструктури између водених и етанолних екстраката, као и између истих екстраката различитих врста гљива. Водене екстракте углавном карактерише храпава површина, док је код етанолних екстраката примећена глатка и хетерогена структура.
 - Водени екстракт гљиве *Fuscoporia torulosus* показао је значајно ($p < 0,05$) боља антимикробна својства према *Staphylococcus aureus*^{ATCC25923} ($15,7 \pm 0,01$ mm), *Listeria monocytogenes*^{ATCC19115} ($14,5 \pm 0,02$ mm), *Enterococcus faecalis*^{ATCC29212} ($19,0 \pm 0,04$ mm), *Salmonella Enteritidis*^{ATCC13076} ($17,0 \pm 0,03$ mm), *Escherichia coli*^{ATCC11230} ($13,5 \pm 0,02$ mm), *Yersinia enterocolitica*^{ATCC27729} ($16,7 \pm 0,01$ mm), *Shigella sonnei*^{ATCC29930} ($11,2 \pm 0,02$ mm), *Proteus vulgaris*^{ATCC8427} ($16,9 \pm 0,02$ mm) и *Candida albicans*^{ATCC10259} ($26,0 \pm 0,01$ mm) у поређењу са етанолним екстрактом исте гљиве.
 - Водени екстракт гљиве *Fuscoporia torulosa* при концентрацији од 10 mg/mL показао је бољи резултат од тетрациклина и хлорамфеникола према

- Enterococcus faecalis*^{ATCC29212} и *Escherichia coli*^{ATCC11230}, и бољи резултат у поређењу са хлорамфениколом према патогену *Proteus vulgaris*^{ATCC8427}. Водени екстракт гљиве *Coriolus versicolor* у истој концентрацији показао је бољи ефекат од тетрациклина према *Shigella sonnei*^{ATCC29930}, док је водени екстракт гљиве *Suillus granulatus* показао бољи ефекат према *Listeria ivanovii*^{ATCC19119} у поређењу са хлорамфениколом.
- Екстракт гљиве *Fuscoporia torulosa* показао је значајно ($p < 0,05$) ниже МИС вредности према *Staphylococcus aureus*^{ATCC25923} (1,5 mg/mL), *Listeria monocytogenes*^{ATCC19115} (0,5 mg/mL), *Listeria ivanovii*^{ATCC19119} (5,0 mg/mL), *Enterococcus faecalis*^{ATCC29212} (0,3 mg/mL), *Escherichia coli*^{ATCC11230} (0,3 mg/mL), *Proteus vulgaris*^{ATCC8427} (0,5 mg/mL) и *Candida albicans*^{ATCC10259} (1,5 mg/mL) у поређењу са етанолним екстрактом исте гљиве.
 - Водени и етанолни екстракти гљива *Coriolus versicolor* и *Fuscoporia torulosa* показали бољу антимикуробну активност против већине тестираних Грампозитивних бактерија, док су водени и етанолни екстракти гљиве *Suillus granulatus* показали боље вредности у односу на већину тестираних Грамнегативних бактерија.
 - У погледу способности хватања DPPH радикала, генерално, водени екстракти испитиваних гљива показали су бољу антиоксидативну активност, према следећем редоследу: *Fuscoporia torulosa* > *Coriolus versicolor* > *Suillus granulatus*, односно $38,08 \pm 0,20\%$ – $82,64 \pm 0,04\%$ > $38,04 \pm 0,32\%$ – $80,66 \pm 0,60\%$ > $35,99 \pm 0,42\%$ – $75,25 \pm 0,07\%$.
 - Према ААI, водени екстракт гљиве *Fuscoporia torulosa* припада групи антиоксиданаса са јаком антиоксидативном активношћу ($1,71 \pm 0,02$), док водени екстракт гљиве *Coriolus versicolor* припада групи антиоксиданаса са умереном антиоксидативном активношћу ($0,92 \pm 0,02$).
 - Према методи коњугованих диена, сви испитивани екстракти показали су боље вредности од аскорбинске киселине при концентрацији од 0,1 mg/mL, иако су екстракти достигли максималне вредности при концентрацији од 10 mg/mL. При овој концентрацији компетитивни су и са α -токоферолом. Најниже IC₅₀ вредности су добијене и за етанолни и водени екстракт гљиве *Fuscoporia torulosa* ($0,38 \pm 0,04$ mg/mL, односно $0,49 \pm 0,04$ mg/mL) који су показали статистички значајну разлику ($p < 0,05$) у поређењу са осталим испитиваним екстрактима.
 - Када је у питању способност редукције јона гвожђа, ниједан испитивани екстракт није био компетитиван позитивној контроли (аскорбинска киселина) ни у једној од испитиваних концентрација. IC₅₀ вредности су се кретале према следећем редоследу: *Fuscoporia torulosa* < *Coriolus versicolor* < *Suillus granulatus* односно $0,09 \pm 0,03$ mg/mL < $0,30 \pm 0,05$ mg/mL < $0,95 \pm 0,02$ mg/mL.
 - Испитивани екстракти гљива показали су статистички значајно ($p < 0,05$) боља антиоксидативна својства у погледу хелирања јона гвожђа у поређењу са лимунском киселином, али ниједан екстракт није био компетитиван са EDTA ни у једној од испитиваних концентрација. Водени екстракти показали су боље вредности у поређењу са етанолним екстрактима, према редоследу: *Fuscoporia torulosa* > *Coriolus versicolor* > *Suillus granulatus*, односно $35,12 \pm 0,68\%$ – $70,40 \pm 0,48\%$ > $31,91 \pm 0,46\%$ – $66,57 \pm 0,76\%$ > $21,93 \pm 0,41\%$ – $62,31 \pm 0,23\%$. Међу

- воденим екстрактима најнижа вредност IC_{50} утврђена је код екстракта гљиве *Fuscoporia torulosa* ($1,59 \pm 0,02$ mg/mL).
- Утврђена је јака позитивна корелација између садржаја укупних фенола и способности хватања слободних DPPH радикала ($r = +0.99^{**}$) код водених екстраката све три врсте гљиве, на нивоу значајности 0,01.
 - Утврђена је јака позитивна корелација између садржаја укупних флавоноида и антиоксидативног капацитета у систему линоленске киселине код водених екстраката гљива *Suillus granulatus* ($r = +0.91^{**}$), *Coriolus versicolor* ($r = +0.83^{**}$) и *Fuscoporia torulosa* ($r = +0.92^{**}$), на нивоу значајности 0,01.
 - Када се ради о антиканцерогеном деловању, након 24 часа третмана водени екстракти су показали бољу активност према HeLa ћелијама, према редоследу: *Fuscoporia torulosa* > *Coriolus versicolor* > *Suillus granulatus*, односно $41,36 \pm 0,07\% - 75,25 \pm 0,02\% > 38,16 \pm 0,06\% - 73,17 \pm 0,04\% > 33,86 \pm 0,01\% - 66,12 \pm 0,06\%$ инхибиције раста ћелија. Утврђена је статистички значајна разлика ($p < 0,05$) између цитотоксичне активности водених и етанолних екстраката.
 - Након 24-часовног третмана HepG2 ћелија, етанолни екстракти гљива *Suillus granulatus* ($36,94 \pm 0,06\% - 65,67 \pm 0,05\%$ инхибиције раста ћелија) и *Coriolus versicolor* ($37,93 \pm 0,29\% - 65,94 \pm 0,12\%$ инхибиције раста ћелија) показали су статистички значајно ($p < 0,05$) боље резултате у поређењу са њиховим воденим екстрактима, док је међу екстрактима гљиве *Fuscoporia torulosa* статистички значајно ($p < 0,05$) боље резултате показао водени екстракт ($37,25 \pm 0,05\% - 64,85 \pm 0,04\%$ инхибиције раста ћелија).
 - Након 72 сата инкубације, сви испитивани екстракти дали су боље резултате у поређењу са 24-сатном инкубацијом. Водени екстракт гљиве *Fuscoporia torulosa* показао је најјачу цитотоксичну активност при третману HeLa ћелија, а при третману HepG2 ћелија најјаче антиканцерогено дејство показао је етанолни екстракт гљиве *Coriolus versicolor*.
 - Утврђена је јака позитивна корелација између садржаја укупних угљених хидрата и ефеката на HeLa ћелије након 72 сата инкубације, односно: *Suillus granulatus* ($r = +0.99^{**}$), *Coriolus versicolor* ($r = +0.92^{**}$) и *Fuscoporia torulosa* ($r = +0.99^{**}$) на нивоу 0,01 у воденим екстрактима и *Suillus granulatus* ($r = +0.90^{**}$), *Coriolus versicolor* ($r = +0.91^{**}$) и *Fuscoporia torulosa* ($r = +0.94^{**}$) на нивоу значајности 0,01 са етанолним екстрактима.
- 4. Поступак лиофилизације екстраката показао је позитиван ефекат на њихов антиоксидативни капацитет и антимикробну активност, где су губици минимални или их уопште нема.**
- Са аспекта DPPH теста, у лиофилизованим воденим екстрактима гљива примећен је нижи губитак антиоксидативне активности. Међу воденим екстрактима најмањи губитак утврђен је у екстракту гљиве *Suillus granulatus* (0,95%), а међу етанолним екстрактима најмањи губитак је у екстракту гљиве *Fuscoporia torulosa* (1,13%). Такође, лиофилизовани водени екстракти карактеришу се са статистички значајно ($p < 0,05$) нижом IC_{50} вредношћу у поређењу са етанолним екстрактима.

- При методи коњугованих диена, лиофилизованани водени екстракти гљива показали су мање губитке у поређењу са етанолним екстрактима. Добијене су статистички значајно ($p < 0,05$) ниже вредности IC_{50} са лиофилованим етанолним екстрактима у поређењу са воденим лиофилованим екстрактима.
 - Из лиофилованих водених екстраката статистички значајно ($p < 0,05$) најбоља антимикробна својства показао је екстракт гљиве *Fuscoporia torulosa* према већини испитиваних микроорганизама (*Staphylococcus aureus*^{ATCC25923}, *Bacillus cereus*^{ATCC10876}, *Listeria monocytogenes*^{ATCC19115}, *Enterococcus faecalis*^{ATCC29212}, *Salmonella Enteritidis*^{ATCC13076}, *Escherichia coli*^{ATCC11230} и *Candida albicans*^{ATCC10259}).
 - Анализирајући лиофиловане етанолне екстракте, може се закључити да је екстракт гљиве *Fuscoporia torulosa* имао најбоља антимикробна својства према већини тестираних микроорганизама (*Staphylococcus aureus*^{ATCC25923}, *Bacillus cereus*^{ATCC10876}, *Escherichia coli*^{ATCC11230}, *Proteus vulgaris*^{ATCC8427} и *Candida albicans*^{ATCC10259}).
- 5. Додавање лиофилованих водених и етанолних екстраката гљива *Suillus granulatus*, *Coriolus versicolor* и *Fuscoporia torulosa* у индустријски произведеној дехидрираној супи од поврћа показало је позитиван ефекат у погледу побољшања хемијског састава и биолошке активности производа.**
- Са аспекта хемијског састава, у свим варијантама супа са додатком лиофилованих екстраката гљива, добијене су више вредности током свих дана испитивања у односу на контролну варијанту. Са највишим вредностима садржаја угљених хидрата ($\approx 56,19$ g/100g производа), масти ($\approx 5,78$ g/100g производа) и највишом енергетском вредношћу ($\approx 1131,42$ kJ) одликовале се супе варијанте 7 (дехидрирана супа од поврћа без мононатријум глутамината, а обогаћена лиофилованим етанолним екстрактом медицинске гљиве *Fuscoporia torulosa*). Супе варијанте 4 (дехидрирана супа од поврћа без мононатријум глутамината, а обогаћена лиофилованим воденим екстрактом медицинске гљиве *Fuscoporia torulosa*) одликовале се највећим садржајем протеина ($\approx 9,46$ g/100g производа).
 - Све варијанте супа показале су статистички значајно ($p < 0,05$) јачи антимикробни потенцијал према испитиваним патогеним микроорганизмима, у поређењу са контролном варијантом.
 - Током свих дана испитивања након производње све варијанте супа су показале константан микробиолошки статус у погледу укупног броја аеробних мезофилних бактерија, а ни у једној од анализираних варијанти није примећено присуство плесни и бактерије *Staphylococcus aureus*.
 - Више вредности за све антиоксидативне тестове су добијене у свим испитиваним варијантама супа обогаћеним лиофилованим екстрактима гљива, у поређењу са контролном варијантом супе. Најбољу активност, током свих дана испитивања, показао је узорак супе варијанте 4 (дехидрирана супа од поврћа без мононатријум глутамината, а обогаћена лиофилованим воденим екстрактом медицинске гљиве *Fuscoporia torulosa*).
 - Уочена је константност антиоксидативних својстава код свих варијанти супа, односно 90. дан након производње смањење активности је било минимално и

- ни у једном тесту није примећен нагли губитак антиоксидативног потенцијала током складиштења.
- Са аспекта инструментале вредности боје, утврђена је константност за све параметре у свим испитиваним варијантама од 0. до 90. дана након производње, тј. све супе су имале стабилну боју током складиштења, што значи да није било промена у другим хемијским или биолошким параметрима које би довеле до промене боје производа.
 - Све анализиране супе одржале су константан квалитет током периода испитивања.
- 6. Додавање лиофилизованих водених и етанолних екстраката гљива *Suillus granulatus*, *Coriolus versicolor* и *Fuscoporia torulosa* у индустријски произведеној дехидрираној супи од поврћа показало је позитиван утицај на сензорне карактеристике крајног производа.**
- Са аспекта максимално могућег квалитета, са статистички значајно ($p < 0,05$) највишом вредношћу ($82,45 \pm 0,07\%$; $83,27 \pm 0,02\%$; $81,67 \pm 0,03\%$; $83,13 \pm 0,03\%$; $81,81 \pm 0,06\%$) одликовале су се супе варијанте 8 (дехидрирана супа од поврћа са 50% мање садржаја мононатријум глутамината, а обogaћена лиофилизованим воденим екстраком јестиве гљиве *Suillus granulatus*). Квалитет производа је био константан током свих дана испитивања.
 - Водени екстракт гљиве *Suillus granulatus* у комбинацији са смањеном количином мононатријум глутамината показао је најбољи ефекат на испитиване сензорне карактеристике супа, а одмах после њега је био водени екстракт гљиве *Fuscoporia torulosa* у комбинацији са смањеним садржајем мононатријум глутамината.
 - Генерално, супе обogaћене лиофилизованим воденим и етанолним екстрактима гљива без додатка мононатријум глутамината имале су ниже оцене у поређењу са контролном варијантом, али и у односу на варијанте супа у којима је садржај мононатријум глутамината смањен за 50%. Међутим, максимални квалитет свих варијаната је био преко 70%, односно производ је прихватљив за потрошаче. У супама у којима није додат мононатријум глутаминат, прихватљив укус и арома су резултат додатог вргања.

На основу изнетих закључака може се донети следећи општи закључак:

Добијени лиофилизовани водени и етанолни екстракти гљива *Suillus granulatus*, *Coriolus versicolor* и *Fuscoporia torulosa* су погодни за примену у дехидрираним супама, што резултира производом без примене или са делимичном применом синтетичких адитива. На овај начин добијен је потенцијално нови, функционални производ са повећаном биолошком активношћу који је поред побољшаних нутритивних својстава потпуно безбедан за конзумирање међу свим врстама потрошачких група, а са друге стране има одређене позитивне ефекте на здравље потрошача.

Због великог значаја коришћења гљива из природних станишта, која представљају важан биолошки ресурс природе, као и због чињенице да нису потребни посебни услови за индустријску производњу, овај производ може

имати велики потенцијал на тржишту у поређењу са конвенционалним производима.

Све то доприноси светским трендовима и технолошким поступцима, где се правилном употребом екстраката гљива могу постићи жељена својства одређеног производа, што би била потпуна или делимична замена употребе појединих адитива у одређеним сегментима прехранбене индустрије.

7. ЛИТЕРАТУРА

- Abascal, K., Ganora, L., Yarnell, E. (2005). The Effect of Freeze-drying and its Implications for Botanical Medicine: A Review. *Phytotherapy Research*, 19, 655–660.
<http://doi.org/10.1002/ptr.1651>.
- Abdel-Haleem, A.M.H. and Omran, A.A. (2014). Preparation of Dried Vegetarian Soup Supplemented with Some Legumes. *Food and Nutrition Sciences*, 5, 2274-2285.
<http://dx.doi.org/10.4236/fns.2014.522241>.
- Abugria, D.A., McElhenney, W.H. (2013). Extraction of Total Phenolic and Flavonoids from Edible Wild and Cultivated Medicinal Mushrooms as Affected by Different Solvents. *Journal of Natural Product and Plant Resources*, 3(3), 37-42.
- Adewusi, S.R.A., Alofe, F.V., Odeyemi, O., Afolabi, O.A., Oke, O.L. (1993). Studies on some edible wild mushrooms from Nigeria: 1. Nutritional, teratogenic and toxic considerations. *Plant Foods for Human Nutrition*, 43, 115–121.
- Ahmed, I. (1986). *Some studies on oyster mushroom (Pleurotus spp) on waste material for corn industry*. University of Agriculture, Faisalabad, Pakistan.
- Ahmad, N., Bansal, A.K., Kidwai, J.R. (1984). Effect of PHA-B fraction of *Agaricus bisporus* lectin on insulin release and $^{45}\text{Ca}^{2+}$ uptake by islet of Langerhans *in vitro*. *Acta Diabetologica*, 21, 63-70.
- Ajith, T.A., Janardhanan, K.K. (2003). Cytotoxic and antitumor activities of a polypore macrofungus, *Phellinus rimosus* (Berk) Pilat. *Journal of Ethnopharmacology*, 84, 157-162.
[https://doi.org/10.1016/s0378-8741\(02\)00292-1](https://doi.org/10.1016/s0378-8741(02)00292-1).
- Akgul, H., Sevindik, M., Coban, C., Alli, H., Selamoglu, Z. (2017). New Approaches in Traditional and Complementary Alternative Medicine Practices: *Auricularia auricula* and *Trametes versicolor*. *Journal of Traditional Medicine & Clinical Naturopathy*, (6)4, 1-4.
<https://doi.org/10.4172/2573-4555.1000239>.
- Alves, M.J., Ferreira, I.C.F.R., Dias, J., Teixeira, V., Martins, A., Pintado, M. (2012). A Review on Antimicrobial Activity of Mushroom (Basidiomycetes) Extracts and Isolated Compounds. *Planta Medica*, 78, 1707–1718, Georg Thieme Verlag KG Stuttgart, New York, ISSN 0032-0943.
- Amal, M., Abdel-Haleem, H., Azza Omran, A. (2014). Preparation of Dried Vegetarian Soup Supplemented with Some Legumes. *Food and Nutrition Sciences*, 5, 2274-2285.
<https://doi.org/10.4236/fns.2014.522241>.
- Ares, G., Gámbaro, A. (2007). Influence of gender, age and motives underlying food choice on perceived healthiness and willingness to try functional foods, *Appetite*, 49, 148–158. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2007.01.006>.
- Arshad, M.S., Batool, S.A. (2017). Natural Antimicrobials, their Sources and Food Safety, *IntechOpen*. <https://doi.org/10.5772/intechopen.70197>.
- Avila-Sosa, R., Gastelum-Franco, M.G., Camacho-Davilla, A., Torres-Munoz, J.V., Nevarez-Moorillon, G.V. (2008). Extracts of Mexican Oregano (*Lippia berlandieri* Schauer) with antioxidant and antimicrobial activity. *Food and Bioprocess Technology*. <https://doi.org/10.1007/s11947-008-0085-7>.

- Awala, S., Oyetayo, V.O. (2015). The Phytochemical and Antimicrobial Properties of the Extracts Obtained from *Trametes elegans* Collected from Osengere in Ibadan, Nigeria. *Jordan Journal of Biological Sciences*, 8(4), 289 – 299. <https://doi.org/10.12816/0027065>.
- Aziawa, K. (1998). *Antitumour-effective mushroom, meshimakobu, Phellinus linteus*. Gendai-shorin, Tokyo.
- Azeem, U., Singh Dhingra, G., Shri, R. (2018a). Pharmacological potential of wood inhabiting fungi of genus *Phellinus* Quél.: An overview. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*; 7(2), 1161-1171.
- Azeem, U., Singh Dhingra, G., Shri, R. (2018b). Taxonomy, physicochemical properties and mycochemical composition of wood rooting mushroom *Phellinus pachyphloeus* (Pat.) Pat. *Life Science Informatics Publication* (4)2, 1-16.
- Azeem, U., Shri, R., Singh Dhingra, G. (2018c). Comparative analysis of taxonomy, physicochemical characteristics and mycochemical screening of two wood degrading *Phellinus* mushrooms (*P. fastuosus* (Lév.) S. Ahmad and *P. sanfordii* (Lloyd) Ryvardeen). *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*; 7(1), 2151–2158.
- Azeem, U., Dhingra, G.S., Shri, R. (2018d). Evaluation of taxonomy, physicochemical parameters, and mycochemical composition of wood decaying Indian fungi *Phellinus gilvus* (Schwein.) Pat. and *Phellinus torulosus* (Pers.) Bourdot & Galzin: A comparative study. *International Journal of Phytopharmacy Research*, 9(1), 17-25.
- Bae, J.S., Jang, K.H., Yim, H., Jin, H.K. (2005). Polysaccharides isolated from *Phellinus gilvus* inhibit melanoma growth in mice. *Cancer Letters*, 218(1), 43–52. <https://doi.org/10.1016/j.canlet.2004.08.002>.
- Bains, A., Tripathi, A. (2016). Antimicrobial activity and phytochemical screening of wild edible mushroom *Pleurotus ostreatus* collected from Himachal Pradesh. *International Journal of Advanced Research*, 4(4), 467-474. <http://doi.org/10.21474/IJAR01/159>.
- Balakumar, R., Sivaprakasam, E., Kavitha, D., Sridhar, S., Suresh Kumar, J. (2011). Antibacterial and antifungal activity of fruit bodies of *Phellinus* mushroom extract. *International Journal of Biosciences (IJB)*, 1(3), 72–77.
- Balenović, J., Bačić, M. (2011). Pregled zakonodavstva za područje dodataka prehrani u EU i nekim europskim zemljama. http://www.hzjz.hr/zdr_ekologija/priopcenja/dodaci_prehrani/kategorizacija.htm
- Balouiri, M., Sadiki, M., Ibsouda, S.K. (2016). Methods for *in vitro* evaluating antimicrobial activity: A review. *Journal of Pharmaceutical Analysis* 6, 71–79. <https://doi.org/10.1016/j.jpha.2015.11.005>.
- Barros, L., Ferreira, M.J., Queirós, B., Ferreira, I.C.F.R., Baptista, P. (2007a). Total phenols, ascorbic acid, β -carotene and lycopene in Portuguese wild edible mushrooms and their antioxidant activities. *Food Chemistry*, 103, 413–419.
- Barros, L., Baptista, P., Estevinho, L.M., Ferreira, I.C.F.R. (2007b). Bioactive properties of the medicinal mushroom *Leucopaxillus giganteus* mycelium obtained in the presence of different nitrogen sources. *Food Chemistry*, 105, 179–186. <http://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.03.063>.
- Barros, L., Calhelha, R.C., Vaz, J.A., Ferreira, I.C.F.R., Baptista, P., Estevinho, L.M. (2007c). Antimicrobial activity and bioactive compounds of Portuguese wild edible mushrooms methanolic extracts. *European Food Research and Technology* 225(2), 151–156. <http://doi.org/10.4103/0974-8490.62953>.

- Basavegowda Raghavendra, V., Venkitasamy, C., Pan, Z., Nayak, C. (2018). *Functional Foods from Mushroom. Microbial Functional Foods and Nutraceuticals*, First Edition. Eds. Vijai Kumar Gupta, Helen Treichel, Volha (Olga) Shapaval, Luiz Antonio de Oliveira, and Maria G. Tuohy, John Wiley & Sons Ltd.
- Barth, A. (2007). Infrared Spectroscopy of Proteins. *Biochimica et Biophysica Acta*, 1767, 1073-1101. <https://doi.org/10.1016/j.bbabi.2007.06.004>.
- Behall, K.M., Scholfield, D.J., Hallfrisch, J. (1997). Effect of beta-glucan level in oat fiber extracts on blood lipids in men and women. *The Journal of American College of Nutrition*, 16, 46-51.
- Beltran-Garcia, M.J., Estarron-Espinosa, M., Ogura, T. (1997). Volatile compounds secreted by the oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) and their antibacterial activities. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45, 4049-4052.
- Bender, S., Dumitrache, C.N., Backhaus, J., Christie, G., Cross, R.F., Lonergan, G.T., Baker, W.L. (2003). A case for caution in assessing the antibiotic activity of extracts of culinary-medicinal Shiitake mushroom [*Lentinus edodes* (Berk.) Singer] (Agaricomycetidae). *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 5, 31-35.
- Blaylock, L. R. (1998). *Excitotoxins: the taste that kills*. Santa Fe, N.M.: Health Press.
- Bobek, P., Nosalova, V., Cerna, S. (2001). Effect of pleuran (beta-glucan from *Pleurotus ostreatus*) in diet or drinking fluid on colitis rats. *Molecular Nutrition and Food Research*, 45, 360-363. [http://doi:10.1002/1521-3803\(20011001\)45:5](http://doi:10.1002/1521-3803(20011001)45:5).
- Bobek, P., Galbavy, S. (2001). Effect of pleuran (beta-glucan from *Pleurotus ostreatus*) on the antioxidant status of the organism and on dimethylhydrazine-induced precancerous lesions in rat colon. *British Journal of Biomedical Science*, 58, 164-168.
- Bohn, J.A., BeMiller, J.N. (1995). (1-3)- β -D-glucans as biological response modifiers: a review of structure-functional activity relationships. *Carbohydrate Polymers*, 28, 3-14.
- Braaten, J.T., Wood, P.J., Scoty, F.W., Wolynetz, M.S., Lowe, M.K., Bradley-White, P., Collins, M.W. (1994). Oat beta-glucan reduces blood cholesterol concentration in hypercholesterolemic subjects. *European Journal of Clinical Nutrition*, 48, 465-474.
- Bradford, M.M. (1976). A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical Chemistry*, 72, 248-254.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E., Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensm-Wiss u-Technol*, 28, 25-30.
- Breitenbach, J., Kranzlin, F. (1986). *Fungi of Switzerland*, Vol.2, Verlag Mykologia, Switzerland.
- Breitenbach, J., Kranzlin, F. (1991). *Fungi of Switzerland*, Vol.3, Edition Mykologia Lucerne, Switzerland.
- Bulam, S., Ustun, N.S., Peksen, A. (2018). β -Glucans: An Important Bioactive Molecule of Edible and Medicinal Mushrooms. *Conference: 1. International Technology Sciences and Design Symposium (ITESDES), Proceeding Book*, (pp. 1242-1258), Turkey.
- Buren, L.V., Grün, C.H., Basendowski, S., Spraul, M., Newson, R., Eilander, A. (2019). Nutritional Quality of Dry Vegetable Soups. *Nutrients*, 11, 1270. <http://doi:10.3390/nu11061270>.
- Carocho, M., Ferreira, I.C.F.R. (2013). A review on antioxidants, prooxidants and related controversy: Natural and synthetic compounds, screening and analysis methodologies and future perspectives. *Food and Chemical Toxicology*, 51, 15-25.

- <http://doi:10.1016/j.fct.2012.09.021>.
- Celestine, A., Emmanuel, E., David, I., Onwuchekwa, O. (2015). A comparative study of the protein and amino acid composition of cowpea and selected mushroom species in Abakaliki, Nigeria. *Journal of Global Biosciences*, 4(5), 2289-2295.
- Chatterjee, D., Halder, D., Mukherjee, A., Das, S. (2019). Evaluation of mineral and organic composition of mushroom soup. *Life Science Informatics Publications*, 5(1), 480-485. <http://doi:10.26479/2019.0501.41>.
- Chang, S.T. (1980). Mushroom production in Southeast Asia. *Mushroom Newsl. Trop*, 1(2), 18-22.
- Chang, C.C., Yang, M.H., Wen, H.M., Chern, J.C. (2002). Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. *Journal of Food and Drug Analysis*, 10, 178-182. <https://doi.org/10.38212/2224-6614.2748>
- Chenghom, O., Suksringarm, J., Morakot, N. (2010). Mineral Composition and Germanium Contents in Some *Phellinus* Mushrooms in the Northeast Thailand. *Current Research in Chemistry* 2(2), 24-34. <http://doi:10.3923/crc.2010.24.34>.
- Chang, S.T., Miles, P.G. (2004). *Mushrooms – Cultivation, Nutritional Value, Medicinal Effect, and Environmental Impact* - 2nd ed., CRC Press.
- Chandramouli, P., Bharathi, V.S.D., Sivakami, A., et al. (2012). Standardisation and Nutritional Analysis of Soup Powder Prepared from *Moringa oleifera*, *Solanum trilobatum*, *Centella asiatica*. *International Journal of Future Biotechnology*, 1, 1-20.
- Chodakowska, I.M., Witkowska, A.M., Zujko, M.E., Terlikowska, K.M. (2017). Quantitative evaluation of 1,3-1,6- β -D-glucan contents in wild-growing species of edible Polish mushrooms. *Roczniki Państwowego Zakładu Higieny*, 68(3), 281-290.
- Chellaram, C., Anand, T.P., Praveen, M.M., Murugaboopathi, G., Sivakumar, R., Kumar, B.A., Krithika, S. (2014). Self-life studies on an underutilized sea food from southeast coast of India. *APCBEE Procedia*, 8, 114-118.
- Cheung, P.C.K. (2008). *Mushrooms as functional foods*. Editorial John Wiley & Sons. Wiley: Hoboken, NJ.
- Cheung, P.C.K. (1998). Plasma and hepatic cholesterol levels and fecal neutral sterol excretion are altered in hamsters fed Straw mushroom diets. *Journal of Nutrition*, 128, 1512-1516.
- Chen, J., Seviour, R. (2007). Medicinal importance of fungal β -(1 \rightarrow 3), (1 \rightarrow 6)-glucans. *Mycological Research*, 3, 635-652. <https://doi.org/10.1016/j.mycres.2007.02.011>.
- Chu, K.T., Xia, L., Ng, T.B. (2005). Pleurostrin, an antifungal peptide from the oyster mushroom. *Peptides*, 26, 2098-2103. <http://doi:10.1016/j.peptides.2005.04.010>.
- Ciurzyńska, A., Lenart, A. (2011). Freeze-Drying - Application in Food Processing and Biotechnology - A Review. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 61(3), 165-171.
- Cocchi, L., Vescovi, L., Petrini, L.E., Petrini, O. (2006). Heavy metals in edible mushrooms in Italy. *Food Chemistry*, 98, 277-284. <http://doi:10.1016/j.foodchem.2005.05.068>.
- Combet, E., Henderson, J., Eastwood, D.C., Burton, K.S. (2006). Eight-carbon volatiles in mushrooms and fungi: properties, analysis, and biosynthesis. *Mycoscience*, 47, 317-326.
- Coulter, T.P. (2009). *Food, the chemistry of its components*. 5th Edition. Ars Lamina (2011), Skopje.

- Cohen, N., Cohen, J., Asatiani, M.D., Varshney, V.K., Yu, H.T., Yang, Y.C., Li, Y.H., Mau, J.L., Wasser, S.P. (2014). Chemical Composition and Nutritional and Medicinal Value of Fruit Bodies and Submerged Cultured Mycelia of Culinary-Medicinal Higher Basidiomycetes Mushrooms. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 16(3), 273-291. <http://doi:10.1615/intjmedmushr.v16.i3.80>.
- Cowan, M. M. (1999). Plant products as antimicrobial agents. *Clinical Microbiology Reviews*. 12, 564-582. doi:10.1128/CMR.12.4.564.
- CIE (1976). *International Commission on Illumination, Colorimetry: Official Recommendation of the International Commission on Illumination Publication CIE No. (E-1.31)*. Paris, France: Bureau Central de la CIE.
- Cragg, G., Newman, D. (2001). *Nature's bounty*. Chemistry in Britain, 22-26, United Kingdom.
- Cruz, A., Pimentel, L., Rodriguez-Alcala, L.M., Fernandes, T., Pintado, M. (2016). Health Benefits of Edible Mushrooms Focused on *Coriolus versicolor*: A Review. *Journal of Food and Nutrition Research*, 4(12), 773-781. <http://doi:10.12691/jfnr-4-12-2>.
- Dabbour, I., Takruri, H.R. (2002). Protein quality of four types of edible mushrooms found in Jordan. *Plant Foods for Human Nutrition*, 57, 1-11.
- Dasgupta, A., Acharya, K. (2019). Mushrooms: an emerging resource for therapeutic terpenoids. *3 Biotech*, 9, 369. <https://doi.org/10.1007/s13205-019-1906-2>.
- Dasgupta, A., Rinzing Sherpa, A., Acharya, K. (2014). Phytochemical screening and antioxidant capacity of polyphenolrich fraction of *Pleurotus flabellatus*. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*: 6(5), 1059-1065.
- Deveci, E., Çayan, F., Tel-Çayan, G., Emin Duru, M. (2019). Structural characterization and determination of biological activities for different polysaccharides extracted from tree mushroom species. *Journal of Food Biochemistry. Wiley Periodicals*, 1-13.
- Devi, S., Ghosh, S., Das, A., Bortharuki, S.K., Singh, N.I. (2014). Antioxidative and free radical scavenging activity of ethanolic extract of *Lentinula edodes*. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 7(3), 195-199.
- Dhiman, A.K., Vidiya, N., Surekha, A. and Preethi, R. (2001). Studies on Development and Storage Stability of Instant Vegetable Pulav Mix. *Journal of Food Science and Technology*, 38, 231-234.
- Diploc, A.T., Aggett, P.J., Ashwell, M., Bornet, F., Fern, F.B., Roberfroid, M.B., (1999). Scientific concepts of functional foods in Europe: consensus document, *British Journal of Nutrition*, 81, supp. 1, S1-S28.
- Diez, V.A., Álvarez, A. (2001). Compositional and nutritional studies on two wild edible mushrooms from northwest Spain. *Food Chemistry*, 75, 417-422. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(01\)00229-1](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(01)00229-1)
- Dubost, N.J., Beelman, R.B., Peterson, D., Royse, D.J. (2006). Identification and quantification of ergothioneine in cultivated mushrooms by liquid chromatography-mass spectrometry. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 8, 215-222. <http://doi:10.1615/IntJMedMushr.v8.i3.30>.
- Dubost, N.J., Ou, B., Beelman, R.B. (2007). Quantification of polyphenols and ergothioneine in cultivated mushrooms and correlation to total antioxidant capacity. *Food Chemistry*, 105, 727-735. <http://doi:10.1016/j.foodchem.2007.01.030>.

- Dulger, B., Suerdem, T.B., Yesilyurt, D., Hacıoglu, N., Camdeviren, A. (2005). Evaluation of Antimicrobial Activity of the Macrofungus *Phellinus torulosus*. *Journal of Biological Sciences* 5(4), 436-439.
- Dundar, A., Acaу, A., Yildiz, A. (2008). Yield performances and nutritional contents of three oyster mushroom species cultivated on wheat stalk. *African Journal of Biotechnology*, 7(19), 3497-3501.
- Đukić, D., Jemcev, V.T. (2003). *Mikrobiološka biotehnologija*. Dereta, Beograd.
- Ђукић, Д., Мандић, Л.Г., Весковић, С.М. (2015). *Општа и индустријска микробиологија*. Универзитет у Крагујевцу, Агрономски Факултет, Чачак.
- Ђурић, С., Милић-Лемич, А., Обрадовић-Ђурић, К., Поповић, О. (2007). Instrumentalno određivanje boje zuba u protetsoj rekonstrukciji. *Stomatološki Glasnik Srbije*, 54, 240-247. <http://doi:10.2298/SGS0704240D>.
- El Enshasy, H.A., Hatti-Kaul, R. (2013). Mushroom immunomodulators: unique molecules with unlimited applications. *Trends in Biotechnology*, 31(12), 668-677. <https://doi.org/10.1016/j.tibtech.2013.09.003>.
- El-Hadidie, S.T. (2019). The Nutritional Value of Improving Dried Lentil Soup. *Food Science and Nutrition Technology*, 4(5), 1-14. <http://doi:10.23880/fsnt-16000192>.
- Elkhateeba, W.A., Dabaa, G.M., Thomasb, P.W., Wen, T.C. (2020). Medicinal mushrooms as a new source of natural therapeutic bioactive compounds. *Egyptian Pharmaceutical Journal*, 88, 101. http://doi:10.4103/epj.epj_17_19.
- Elmastas, M., Isidak, O., Turkekul, I., Temur, N. (2007). Determination of antioxidant activity and antioxidant compounds in wild edible mushrooms. *Journal of Food Composition and Analysis*, 20, 337-345. <http://doi:10.1016/j.jfca.2006.07.003>.
- Eswaran, A., Ramabadrana, R. (2000). Studies on some physiological, cultural and post harvest aspects of oyster mushroom, *Pleurotus ostreatus*. *Tropical Agricultural Research and Extension*, 12, 360 - 374.
- Ey, J., Schomig, E., Taubert, D. (2007). Dietary sources and antioxidant effects of ergothioneine. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55, 6466-6474. <http://doi:10.1021/jf071328f>.
- Fagade, O.E., Oyelade, A.A. (2009). A comparative study of the antibacterial activities of some wood decay fungi to synthetic antibiotics discs. *The Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry*, 8(3), 184-188.
- Fagbohunbe, U.D., Oyetayo, V.O. (2014). Phytochemical and antioxidant properties of *Trametes* species collected three districts of Ondo state Nigeria. *Research and Reviews of BioSciences*, 9(10), 345-350.
- FAO (Food and Agriculture Organization) (1991). *Protein quality evaluation*. Food and Agricultural Organization of the United Nations: Rome.
- Farzana, T., Mohajan, S., Saha, T., (2017). Formulation and Nutritional Evaluation of a Healthy Vegetable Soup Powder Supplemented with Soy Flour, Mushroom, and Moringa Leaf. *Food Science & Nutrition*, 5, 911-920. <http://doi:10.1002/fsn3.476>.
- Farnworth, N.R. (1988). *Screening plants for new medicines*. In: Biodiversity (Eds. Wilson, E.O. and Peters, F.M.). Academic Press, New York, pp. 61-73.
- Ferreira, I.C.F.R., Baptista, P., Vilas-Boas, M., Barros, L. (2007). Free-radical scavenging capacity and reducing power of wild edible mushrooms from northeast Portugal: Individual cap and stipe activity. *Food Chemistry*, 100, 1511-1516. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.11.043>.

- Ferrier, L., Bérard, F., Debrauwer, L., Chabo, C., Langella, P., Buéno, L., Fioramonti, J. (2006). Impairment of the Intestinal Barrier by Ethanol Involves Enteric Microflora and Mast Cell Activation in Rodents. *American Journal of Pathology*, 168, 1148-1154. <http://doi:10.2353/ajpath.2006.050617>.
- Firuzi, O., Lacanna, A., Petrucci, R., Marrosu, G., Saso, L. (2005). Evaluation of the antioxidant activity of flavonoids by “ferric reducing antioxidant power” assay and cyclic voltammetry. *Biochemica and Biophysica Acta*, 1721, 174-184. <http://doi:10.1016/j.bbagen.2004.11.001>.
- Fissore, D., Piano, R. (2015). Computer-aided framework for the design of freeze-drying cycles: optimization of the operating conditions of the primary drying stages. *Processes*, 3(2), 406-421. <http://doi:10.3390/pr3020406>.
- Flood, J.E., Rolls, B.J. (2007). Soup preloads in a variety of forms reduce meal energy intake. *Appetite*, 49(3), 626-634. <http://doi:10.1016/j.appet.2007.04.002>.
- Ga, T. (2015). Chemical Composition and Nutritional Value of the Most Widely Used Mushrooms Cultivated in Mekelle Tigray Ethiopia, *Journal of Nutrition & Food Sciences*, 5(5), 1-3. <http://doi:10.4172/2155-9600.1000408>.
- Gandhi, N., Singh, B., Sharma, S. (2017). Storage Stability and Quality Assessment of Instant Vegetable Soup Mixes prepared by Extrusion Processing. *Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences*, 6(6), 73-82.
- Gao, Y., Lan, J., Dai, X., Ye, J., Zhou, S. (2004). A phase I/II study of lingzhi mushroom *Ganoderma lucidum* extract in patients with type II diabetes mellitus. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 6, 33-39.
- Geraci, C., Piatelli, M., Tringali, C. (1992). Cytotoxic activity of tetraprenylphenols related to suillin, and antitumor principle from *Suillus granulatus*. *Journal of Natural Products*, 55(12), 1772-1775.
- Gerasimenya, V.P., Efremenkova, O.V., Kamzolkina, O.V., Bogush, T.A., Tolstych, I.V. Zenkova, V.A. (2002). Antimicrobial and antitoxical action of edible and medicinal mushroom *Pleurotus ostreatus* (Jacq. ex Fr.). Kumm. extracts. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 4, 106.
- Ghorai, S., Banik, S.P., Verma, D., Chowdhury, S., Mukherjee, S., Khowala, S. (2011). Food Ingredients, Fungal Biotechnology in Food and Feed Processing. In: Murray Moo-Young (ed.), *Comprehensive Biotechnology*, 2(3), 603-615.
- Giavasis, I. (2014). Bioactive fungal polysaccharides as potential functional ingredients in food and nutraceuticals. *Current Opinion in Biotechnology*, 26, 162-173. <http://doi:10.1016/j.copbio.2014.01.010>.
- Gilbert, L. (2000). The functional food trend: What's next and what Americans think about eggs. *Journal of the American College of Nutrition*, 19, 507S-512S. <http://doi:10.1080/07315724.2000.10718973>.
- Giri, S., Biswas, G., Pradhan, P., Mandal, S.C., Acharya, K. (2012). Antimicrobial Activities Of Basidiocarps Of Wild Edible Mushrooms Of West Bengal, India. *International Journal Of Pharm Tech Research*, 4(4), 1554-1560.
- Gordon, M., Guralnik, M., Kaneko, Y., Mimura, T., Goodgame, J., DeMarzo, C. (1995). A phase II controlled study of a combination of the immune modulator, lentinan, with didanosine (DDI) in HIV patients with CD4 cells of 200-500/MM (3). *Journal of Medicine*, 26, 193-207.

- Gogavekar, S.S., Rokade, S.A., Ranveer, R.C., Ghosh, J.S., Kalyani, D.C., Sahoo, A.K. (2012). Important nutritional constituents, flavour components, antioxidant and antibacterial properties of *Pleurotus sajor-caju*. *Journal of Food Science and Technology*. <http://doi:10.1007/s13197-012-0656-5>.
- Gregori, A., Svagelj, M., Pohleven, J. (2007). Cultivation Techniques and Medicinal Properties of *Pleurotus* spp. *Food Technology and Biotechnology*, 45(3), 236–247.
- Grifoll, V., Tello, M.L., Roncero-Ramos, I., Pérez, M. (2014). Poder antioxidante de hongos cultivados en La Rioja. *Actas de Horticultura: XIII Jornadas del Grupo de Horticultura y I Jornadas del Grupo de Alimentación y Salud*, 65, 59-64.
- Grienke, U., Zoll, M., Peintner, U., Rollinger, J.M. (2014). European medicinal polypores A modern view on traditional uses. *Ethnopharmacology*, 154, 564-583. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2014.04.030>.
- Gründemann, C., Reinhardt, J.K., Lindequist, U. (2019). European Medicinal Mushrooms: Do They Have Potential For Modern Medicine?. *Phytomedicine*. <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2019.153131>.
- Gugušević-Đaković, M. (1989). *Industrijska proizvodnja gotove hrane*. Naučna knjiga, Beograd.
- Guillamón, E., García-Lafuente, A., Lozano, M., D'Arrigo, M., Rostagno, M.A., Villares, A., Martínez, J.A. (2010). Edible mushrooms: Role in the prevention of cardiovascular diseases. *Fitoterapia*, 81, 715–723. <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2010.06.005>.
- Gunde-Cimerman, N. (1999). Medicinal value of the genus *Pleurotus* (Fr.) P. Karst. (Agaricales S.R., Basidiomycetes). *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 1, 69-80.
- Gursoy, N., Sarikurcku, S., Halil Solak, M. (2010). Evaluation of the Antioxidant Activities of 3 Edible Mushrooms: *Ramaria flava* (Schaeff.: Fr) Quel, *Rhizopogon roseolus* (Corda) T.M. Fries., and *Russula delica* Fr. *Food Science and Biotechnology*, 19(3), 691-696.
- Gunde-Cimerman, N. (1999). Medicinal value of the genus *Pleurotus* (Fr.) P. Karst (Agaricales, Basidiomycetes). *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 1, 69-80.
- Hasler, C.M. (2002). Functional Foods: Benefits, Concerns and Challenges – A Position Paper from the American Council on Science and Health. *The Journal of Nutrition*, 132(12), 3772–3781, <https://doi.org/10.1093/jn/132.12.3772>.
- Heneczkowski, M., Kopacz, M., Nowak, D., Kuźniar, A. (2001). Infrared spectrum analysis of some flavonoids. *Acta Poloniae Pharmaceutica – Drug research*, 58, 415-420.
- Hirasawa, M., Shouji, N., Neta, T., Fukushima, K., Takada, K. (1999). Three kinds of antibacterial substances from *Lentinus edodes* (Berk.) Sing. (Shiitake, an edible mushroom). *International Journal of Antimicrobial Agents*, 11, 151-157. [http://doi:10.1016/s0924-8579\(98\)00084-3](http://doi:10.1016/s0924-8579(98)00084-3).
- Hikimo, H., Ishiyama, M., Suzuki, Y., Konno, C. (1989). Mechanisms of hypoglycaemic activity of ganoderan B: a glycan of *Ganoderma lucidum* fruitbodies. *Planta Medica*, 55, 423-428.
- Hleba, L., Vuković, N., Petrová, J., Kačaniová, M. (2014). Antimicrobial Activity of Crude Methanolic Extracts from *Ganoderma lucidum* and *Trametes versicolor*. *Animal Science and Biotechnologies*, 47(2), 89-93.
- Hobbs, C.R. (2017). *Medicinal Fungi Chemistry, Activity, and Product Assurance*. Issue 13, herbalgram.org.

- Hobbs, C.R. (2004). Medicinal Value of Turkey Tail Fungus *Trametes versicolor* (L.:Fr.) Pilat (*Aphyllorphoromycetideae*). A literature Review. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 6, 195-218. <http://doi:10.1615/IntJMedMushr.v6.i3.10>.
- Horak, E. (2005). *Rörlinge und Blätterpilze in Europa*. 6. Auflage. München: Elsevier GmbH.
- Houghton, P., Fang, R., Techatanawat, I., Steventon, G., Hylands, P.J., Lee, C.C. (2007). The sulphorhodamine (B) assay and other approaches to testing plant extracts and derived compounds for activities related to reputed anticancer activity. *Methods*, 42(4), 377-387. <http://doi.org/10.1016/j.ymeth.2007.01.003>.
- Huang, D., Ou, B., Prior, R.L. (2005). The Chemistry behind Antioxidant Capacity Assays. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, 1841-1856. <http://doi:10.1021/jf030723c>.
- Hung, M.C., Tsai, C.C., Hsu, T.H., Liang, Z.C., Lin, F.Y., Chang, S.L., Ho, W.J., Hsieh, C.W., (2015). Biological Activities of the Polysaccharides Produced from Different Sources of *Xylaria nigripes* (Ascomycetes), a Chinese Medicinal Fungus. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 17(2), 139-148. <http://doi:10.1615/intjmedmushrooms.v17.i2.50>.
- Ishibashi, K., Miura, N., Adachi, Y., Ohno, N. (2001). Relationship between solubility of grifolan, a fungal 1,3 B- D- glucan, and production of tumor necrosis factor by macrophages *in vitro*. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 65(9), 1993-2000. <http://doi:10.1271/bbb.65.1993>.
- Ishmael, U.C., Rashid, S.S., Jatal., K.C.A., Sarkar, S., Abd Hamid, H., Azmi, N.S. (2017). Between the bioactive extracts of edible mushrooms and pharmacologically important nanoparticles: Need for the investigation of a synergistic combination - A mini review. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 10(3), 13-24. <http://doi:10.22159/ajpcr.2017.v10i3.15406>.
- Ivone, H.A., Jorge, M.T., Guadalupe, G.R.M., Juárez Berenice, Y. (2016). Total Polyphenols and Antioxidant Activity of *Ganoderma Curtisii* extracts. *Journal of Medicinal Plants Studies*; 4(4), 136-141.
- Jayakumar, T., Ramesh, E., Geraldine, P. (2006). Antioxidant activity of the oyster mushroom, *Pleurotus ostreatus*, on CCl₄-induced liver injury in rats. *Food and Chemical Toxicology*, 44, 1989-1996. <http://doi:10.1016/j.fct.2006.06.025>.
- Jayakumar, T., Thomas, P.A., Geraldine, P. (2007). Protective effect of an extract of the oyster mushroom, *Pleurotus ostreatus*, on antioxidants of major organs of aged rats. *Experimental Gerontology*, 42, 183-191. <http://doi.org/10.1016/j.exger.2006.10.006>.
- Jayakumar, T., Thomas, P.A., Isai, M., Geraldine, P. (2010). An extract of the oyster mushroom, *Pleurotus ostreatus*, increases catalase gene expression and reduces protein oxidation during aging in rats. *Journal of Chinese Integrative Medicine*, 8, 774-780. <http://doi:10.3736/jcim20100808>.
- Jaworska, G., Pogon, K., Bernas, E., Skrzypczak, A., Kapusta, I. (2014). Vitamines, phenolics and antioxidant activity of culinary prepared *Suillus luteus* (L.) Roussel mushroom. *LWT - Food Science and Technology*, 59, 701-706. <http://doi:10.1016/j.lwt.2014.07.040>.
- Jones, K. (1998). *Maitake: a potent medicinal food*. *Alternative Comparative Therapy*, Dec. 420-429.

- Jorgensen, J., Ferraro, M.J. (2009). Antimicrobial Susceptibility Testing: A Review of General Principles and Contemporary Practices. *Medical Microbiology*, 49, 1749-1755. <http://doi:10.1086/647952>.
- Jesenak, M., Majtan, J., Rennerova, Z., Kyselovic, J., Banovcin, P., Hrubisko, M. (2013). Immunomodulatory effect of pleuran (beta glucan from *Pleurotus ostreatus*) in children with recurrent respiratory tract infections. *International Immunopharmacology*, 15, 395-399. <http://doi:10.1016/j.intimp.2012.11.020>.
- Kaišarević, S., Andric, N., Bobic, S., Trickovic, J., Teodorovic, I., Vojinovic-Miloradov, M., Kovacevic, R. Z. (2007). Detection of dioxin-like contaminants in soil from the area of oil refineries in Vojvodina region of Serbia. *Bulletin of environmental contamination and toxicology*, 79(4), 422-426.
- Kaláč, P. (2009). Chemical composition and nutritional value of European species of wild growing mushrooms: A review. *Food Chemistry*, 113, 9-16. <http://doi:10.1016/j.foodchem.2008.07.077>.
- Kalac, P. (2012). *Chemical Composition and Nutritional Value of European Species of Wild Growing Mushrooms*. In: *Mushrooms: Types, Properties and Nutrition*, e-book: Editors: Andres, S., Baumann, N., pp. 129-152.
- Kalač, P. (2013). A review of chemical composition and nutritional value of wild-growing and cultivated mushrooms. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 93(2), 209-218. <http://doi:10.1002/jsfa.5960>.
- Kamiyama, M., Horiuchi, M., Umamo, K., Kondo, K., Otsuka, Y., Shibamoto, S. (2013). Antioxidant/AntiInflammatory Activities and Chemical Composition of Extracts from the Mushroom *Trametes Versicolor*. *International Journal of Nutrition and Food Sciences*, 2(2), 85-91.
- Kalogeropoulos, N., Yanni, A.E., Koutrotsios, G., Aloupi, M. (2013). Bioactive microconstituents and antioxidant properties of wild edible mushrooms from the Island of Lesbos, Greece. *Food and Chemical Toxicology*, 55, 378-385. <http://doi:10.1016/j.fct.2013.01.010>.
- Karadelev, M., Rusevska, K., Stojanovska, S. (2008a). Ecology and distribution of Genus *Phellinus* (Hymenochaetaceae) in the Republic of Macedonia. *Proceedings of the 3rd Congress of Ecologists of the Republic of Macedonia with International Participation*, (pp. 197-207), Macedonian Ecological Society, Skopje.
- Karadelev, M., Rusevska, K., Taukcieva, L. (2008b). Diversity and ecology of macromycetes on Ograzden Mountain, Republic of Macedonia. *Biologia Macedonica*, 61, 29-45.
- Karadelev, M., Murati, E. (2008). Ecology and distribution of Macromycetes (Basidiomycota and Ascomycota) on Dobra Voda Mountain in the Republic of Macedonia. *Proceedings of International conference on Biological and Environmental Sciences*, (pp. 459-466), Tirana, Albania.
- Karaman, M.A., Mimica-Dukic, N.M., Matavuly, M.N. (2009). Lignicolous fungi from northern Serbia as natural sources of antioxidants. *Central European Journal of Biology*, 4(3), 387-396. <http://doi:10.2478/s11535-009-0017-1>.
- Karaman, M., Jovin, E., Malbaša, R., Matavulj, M., Popović, M. (2010). Medicinal and edible Lignicolous fungi as natural sources of antioxidative and antibacterial agents. *Phytotherapy research*, 24, 1473-1481. <https://doi.org/10.1002/ptr.2969>.

- Karaman, M., Stahl, M., Vulic, J., Vesic, M., Canadanovic-Brunet, J. (2013). Wild-growing lignicolous mushroom species as sources of novel agents with antioxidative and antibacterial potentials. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 1–9. <http://doi:10.3109/09637486.2013.860584>.
- Kaur, S., Das, M. (2015). Nutritional and functional characterization of barley flax seed based functional dry soup mix. *Journal of Food Science and Technology*, 52(9), 5510-5521. <http://doi:10.1007/s13197-014-1641-y>.
- Kaur, S., Das, M. (2011). Functional Foods: An Overview. *Food Science and Biotechnology*, 20(4), 861-875. <http://doi:10.1007/s10068-011-0121-7>.
- Khadhri, A., Aouadhi, C., Aschi-Smiti, S. (2017). Screening of Bioactive Compounds of Medicinal Mushrooms Collected on Tunisian Territory. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 19(2), 127–135. <http://doi:10.1615/IntJMedMushrooms.v19.i2.40>.
- Khan, A., Tania, M. (2012). Nutritional and medicinal importance of *Pleurotus* mushrooms: An overview. *Food Reviews International*, 28(3), 313-329. <https://doi.org/10.1080/87559129.2011.637267>.
- Khaund, P., Joshi, S.R. (2014). Micromorphological Characterization of Wild Edible Mushroom Spores Using Scanning Electron Microscopy. *National Academy Science Letters*. <http://doi:10.1007/s40009-014-0272-1>.
- Kidd, P.M. (2000). The use of mushroom glucans and proteoglycans in cancer therapy. *Alternative Medicine Review*, 5, 4-27.
- Kim, M.W., Park, M.H., Kim, G.H. (1997). Effects of mushroom protein-bound polysaccharides on the blood glucose levels and energy metabolism in streptozotocin-induced diabetic rats. *Journal of Korean Nutrition*, 30, 743-750.
- Kim, H.W., Kim, B.K. (1999). Biomedicinal triterpenoids of *Ganoderma lucidum*. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 1, 121–138.
- Kim, O.H., Yang, B.K., Hur, N.I., Das, S., Yun, J.W., Choi, Y.S., Song, C.H. (2001). Hypoglycemic effects of mycelia produced from submerged culture of *Phellinus linteus* (Berk. Et Curt) Teng (A phyllopharomycetidae) in streptozotocin-induced diabetic rats. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 3, 21-26.
- Kim, S., Fung, D.Y.C. (2004). Antibacterial Effect of Water-Soluble Arrowroot (*Puerariae radix*) Tea Extracts on Foodborne Pathogens in Ground Beef and Mushroom Soup. *Journal of Food Protection*, 67(9), 1953–1956. <http://doi:10.4315/0362-028x-67.9.1953>.
- Kim, M.Y., Chung, I.M., Lee, S.J., Ahn, J.K., Kim, E.H., Kim, M.J. (2009). Comparison of free amino acid, carbohydrates concentrations in Korean edible and medicinal mushrooms. *Food Chemistry*, 113, 386–393. <http://doi:10.1016/j.foodchem.2008.07.045>
- Kim, J.W., Samant, S.S., Seo, Y., Seo, H.S. (2014). Variation in saltiness perception of soup with respect to soup serving temperature and consumer dietary habits. *Appetite*, 84, 73-78. <http://doi.org/10.1016/j.appet.2014.09.018>
- Kiho, T., Morimoto, H., Sakushima, M., Usui, S., Ukai, S. (1995). Polysaccharides in fungi. XXXV. Anti-diabetic activity of an acidic polysaccharide from the fruiting bodies of *Tremella aurantia*. *Biological and Pharmaceutical Bulletin*, 18, 1627-1629.
- Klaus, A., Kozarski, M., Vunduk, V., Petrović, P.M., Nikšić, M.P. (2016). Antibacterial and antifungal potential of wild Basidiomycete mushroom *Ganoderma applanatum*. *Lek Sirov*, 36, 37-46.

- Klaus, A., Kozarski, M., Vunduk, J., Todorovic, N., Jakovljevic, D., Zizak, Z., Pavlovic, V., Levic, S., Niksic, M., Van Griensven, L.J.L.D. (2015). Biological potential of extracts of wild edible Basidiomycete mushroom *Grifola forndosa*. *Food Research International*, 67, 272-283. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.11.035>.
- Klaus, A., Kozarski, M., Nikšić, M., Jakovlevic, D., Todorovic, N., Stefanovska, N., Van Griensven, L.J.L.D. (2013). The edible mushroom *Laetiporus sulphureus* as potential source of natural antioxidants. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 64(5), 599-610. <http://doi:10.3109/09637486.2012.759190>.
- Klaus, A., Kozarski, M., Niksic, M., Jakovljevic, D., Todorovic, N., Van Griensven, L.J.L.D. (2011). Antioxidative activities and chemical characteriyation of polysaccharides extracted from the basidiomycete *Schizophyllum commune*. *LWT Food Science and Technology*, 30, 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2011.05.010>.
- Knezević, A., Stajić, M., Sofrenić, I., Stanojković, T., Milovanović, I., Tesević, V., Vukojević, J. (2018). Antioxidative, antifungal, cytotoxic and antineurodegenerative activity of selected *Trametes* species from Serbia. *PLoS ONE*, 13(8), e0203064, 1-18. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0203064>.
- Ko, Y.T., Lin, Y.L. (2004). 1,3- β -Glucan Quantification by a Fluorescence Microassay and Analysis of Its Distribution in Foods. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 3313-3318.
- Kodiyalmath, J.K., Krishnappa, M. (2017). Evaluation of antimicrobial activity of *Phellinus linteus* (Berk. & M.A. Curtis.) with their wild collections from Western Ghats of India. *Tropical Plant Research*, 4(2), 351-357. <http://doi:10.22271/tpr.2017.v4.i2.046>.
- Konuk, M., Afyon, A., Yagiz, D. (2006). Chemical composition of some naturally growing and edible mushrooms. *Pakistan Journal of Botany*, 38(3), 799-804.
- Kotilainen, L., Rajalahti, R., Ragasa, C., Pehu, E. (2006). Health enhancing foods: Opportunities for strengthening the sector in developing countries. *Agriculture and Rural Development Discussion Paper*, 30, 11-38.
- Kozarski, M., Klaus, A., Nikšić, M., Jakovljević, D., Helsper, J.P.F.G., Van Griensven, L.J.L.D. (2011). Antioxidative and immunomodulating activities of polysaccharide extracts of the medicinal mushrooms *Agaricus bisporus*, *Agaricus brasiliensis*, *Ganoderma lucidum* and *Phellinus linteus*. *Food Chemistry*, 129, 1667-1675. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.06.029>.
- Kozarski, M., Klaus, A., Nikšić, M., Vrvic, M.M., Todorović, N., Jakovlević, D., Van Griensven, L.J.L.D. (2012). Antioxidative activities and chemical characterization of polysaccharide extracts form the widely used mushrooms *Ganoredma applanatum*, *Ganoderma lucidum*, *Lentinus edodes* and *trametes versicolor*. *Journal of Food Composition and Analyses*, 26, 144-153. <http://doi.org/10.1016/j.jfca.2012.02.004>.
- Kozarski, M., Klaus, A., Nikšić, M., Van Griensven, L.D., Vrvic, M., Jakovljević, D. (2014). Polysaccharides of higher fungi: biological role, structure and antioxidative activity. *Hemijaska Industrija*, 68(3), 305-320. <http://doi:10.2298/HEMIND121114056K>.
- Kozarski, M., Klaus, A., Jakovljevic, D., Todorovic, N., Vunduk, J., Petrovic, P., Niksic, M., Vrvic, M.M., Griensven, L. (2015). Antioxidants of Edible Mushrooms. *Molecules*, 20, 19489-19525. <http://doi.org/10.3390/molecules201019489>.
- Kumar Chandrawanshi, N., Kumar Tandia, D., Jadhav, S.K. (2018). Determination of Antioxidant and Antidiabetic Activities of Polar Solvent Extracts of *Daedaleopsis*

- confragosa* (Bolton) J. Schröt. *Research Journal of Pharmacy and Technology*, 11(12), 5623-5630. <http://doi:10.5958/0974-360X.2018.01020>.
- Kumar, K. (2015a). Studies on development and shelf life evaluation of soup powder prepared by incorporation of white button mushroom (*Agaricus bisporus* L.). *South Asian Journal of Food Technology and Environment*, 1(3&4), 219-224.
- Kumar, K. (2015b). Role of edible mushrooms as functional foods-A review. *South Asian Journal of Food Technology and Environment*, 1(3&4), 211-218.
- Kumakura, K., Hori, C., Matsuoka, H., Igarashic, K., Samejima, M. (2019). Protein components of water extracts from fruiting bodies of the reishi mushroom *Ganoderma lucidum* contribute to the production of functional molecules. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 99, 529-535. <http://doi:10.1002/jsfa.9211>.
- Laboure, H., Van Wymelbeke, V., Fantino, M., Nicolaidis, S. (2002). Behavioral, plasma, and calorimetric changes related to food texture modification in men. *American Journal of Physiology - Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 282(5), R1501-1511. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.00287.2001>.
- Lau, C.B.S., Ho, C.Y., Kim, C.F., Leung, K.N., Fung, K.P., Tse, T.F., Chan, H.H.L., Chow, M.S.S. (2004). Cytotoxic Activities of *Coriolus versicolor* (Yanzhi) extract on human leukemia and lymphoma cells by induction of apoptosis. *Life sciences*, 75, 797-808. <https://doi.org/10.1016/j.lfs.2004.04.001>.
- Lawal, O.M., Adebayo, F.I., Enujiugha, V.N. (2018). Nutritional Assessment of Nigerian Ethnic Vegetable Soups (Marugbo, Tete and Ila). *Journal of Nutrition, Food and Lipid Science*, 1, 32-39. <http://doi:10.33513/NFLS/1801-05>.
- Lewis, N.M., Seburg, S., Flanagan, N.L. (2000). Enriched eggs as a source of N-3 polyunsaturated fatty acids for humans. *Poultry Science*, 79(7), 971-974. <http://doi:10.1093/ps/79.7.971>.
- Lee, S.J., Yeo, W.H., Yun, B.S., Yoo, I.D. (1999). Isolation and sequence analysis of new peptaibol, boletusin, from *Boletus* spp. *Journal of Peptide Science*, 5, 374-378. <https://doi.org/10.1002>.
- Lee, J.S., Cho, J.Y., Hong, E.K. (2009). Study on macrophage activation and structural characteristics of purified polysaccharides from the liquid culture broth of *Hericium erinaceus*. *Carbohydrate Polymers*, 78(1), 162-168. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2009.04.036>.
- Li, L., Ng, T.B., Song, M., Yuan, F., Liu, Z.K., Wang, C.L., Jiang, Y., Fu, M., Liu, F. (2007). A polysaccharide-peptide complex from abalone mushroom (*Pleurotus abalonus*) fruiting bodies increases activities and gene expression of antioxidant enzymes and reduces lipid peroxidation in senescence-accelerated mice. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 75, 863-869. <http://doi:10.1007/s00253-007-0865-4>.
- Lim, J.M., Joo, J.H., Kim, H.O., Kim, H.M., Kim, S.W., Hwabg, H.J., Yun, J.W., (2005). Structural analysis and molecular characterization of exopolysaccharides produced by submerged mycelial culture of *Collybia maculate* TG-1. *Carbohydrate Polymers*, 26, 296-303. <http://doi:10.1016/j.carbpol.2005.04.004>.
- Lindequist, U., Niedermeyer, T.H.J., Jülich, W.D. (2005). The pharmacological potential of mushrooms. *Evidence-based Complementary and Alternative Medicine*, 2, 285-299. <http://doi:10.1093/ecam/neh107>.

- Liu, J., Jia, L., Kan, J., Jin, G. (2013). *In vitro* and *in vivo* antioxidant activity of ethanolic extract of white button mushroom (*Agaricus bisporus*). *Food and Chemical Toxicology*, 51, 310–316. <http://doi:10.1016/j.fct.2012.10.014>.
- Lin, Y.L., Laing, Y.C., Tseng, Y.S., Huang, H.Y., Chou, S.Y., Hseu, R.S., Huang, C.T., Chiang, B.L. (2009). An immunomodulatory protein, Ling Zhi-8, induced activation and maturation of human monocyte-derived dendritic cells by the NF- κ B and MAPK pathways. *Journal of Leukocyte Biology*, 86, 877–889. <http://doi:10.1189/jlb.0708441>.
- Loganathan, J., Krishnan, V.V., Ramalingam, S., Kaviyarasan, V. (2009). Comparative study on the antioxidant, anticancer and antimicrobial property of *Agaricus bisporus* (J. E. Lange) Imbach before and after boiling. *African Journal of biotechnology*, 8(4), 654–651.
- Leung, M.Y.K., Liu, C., Koon, J.C.M., Fung, K.P. (2006). Polysaccharide biological response modifiers. *Immunology Letters*, 105, 101–114. <https://doi.org/10.1016/j.imlet.2006.01.009>.
- Lu, C.C., Hsu, Y.J., Chang, C.J., Lin, C.S., Martel, J., Ojcius, D.M., Ko, U.F., Lai, H.C., Young, J.D. (2016). Immunomodulatory properties of medicinal mushrooms: differential effects of water and ethanol extracts on NK cell-mediated cytotoxicity. *Innate Immunity*, 22(7), 522–533. <https://doi.org/10.1177/1753425916661402>.
- MacDougall, D.B. (2002). *Colour measurement of food: principles and practice*. In: Colour in food, edited by D. B. MacDougall, Woodhead Publishing in food science and technology, Boca Raton, Cambridge, England, pp. 33–60.
- Mahmoud, M.G., Ibrahim, A.Y., Asker, M.S., El Sayed, O.H. (2014). Therapeutic potential and structural elucidation of a water-soluble polysaccharide of a wild edible mushroom *Agaricus bisporus* against neurodegenerative disease, Alzheimer. *World Journal of Pharmaceutical Sciences*, 2(10), 1136–1145.
- Manhivi, V.E., Sultanbawa, Y., Sivakumar, D. (2020). Enhancement of the phytonutrient content of a gluten-free soup using a composite of vegetables. *International Journal of Food Properties*, 23(1), 1051–1065. <http://doi:10.1080/10942912.2020.1778028>.
- Manohar, V., Talpur, N.A., Eduard, B.W., Lieberman, S., Preuss, H.G. (2002). Effects of a water soluble extract of Maitake mushroom on circulation glucosa/insulin concentrations in KK mice. *Diabetes, Obesity and Metabolism*, 4, 43–48. <http://doi:10.1046/j.1463-1326.2002.00180.x>.
- Martins, R.C., Lopes, V.V., Vicente, A.A., Teixeira, J.A. (2008). Computational shelf-life dating: Complex systems approaches to food quality and safety. *Food and Bioprocess Technology*, 1, 207–222. <http://doi:10.1007/s11947-008-0071-0>.
- Martinez-Toma, R., Larque, E., Gonzalez-Silvera, D., Sanchez-Campillo, M., Isabel Burgos, M., Wellner, A., Parra, S., Bialek, L., Alminger, M., Perez-Llamas, F. (2012). Effect of the consumption of a fruit and vegetable soup with high in vitro carotenoid bioaccessibility on serum carotenoid concentrations and markers of oxidative stress in young men. *European Journal of Nutrition*, 51, 231–239. <http://doi:10.1007/s00394-011-0211-6>.
- Mark-Herbert, C. (2004). Innovation of a new product category – Functional foods. *Technovation*, 24, 713–719. [http://doi:10.1016/S0166-4972\(02\)00131-1](http://doi:10.1016/S0166-4972(02)00131-1).
- Masri, J.H., Maftoun, P., Malek, R.A., Boumehira, A.Z., Pareek, A., Hanapi, S.Z., Mei Ling, O., El Enshasy, H. (2017). The Edible Mushroom *Pleurotus* spp.: II. Medicinal Values. *International Journal of Biotechnology for Wellness Industries*, 6, 1–11.

- <http://doi:10.6000/1927-3037.2017.06.01.1>.
- Masuko, T., Minami, A., Iwasaki, N., Majimab, T., Nishimurac, S.-I., Lee, Y. C. (2005). Carbohydrate analysis by a phenol-sulfuric acid method in microplate format. *Analytical Biochemistry*, 339, 69-72. <http://doi:10.1016/j.ab.2004.12.001>.
- Matijašević, D., Pantić, M., Rasković, B., Pavlović, V., Duvnjak, D., Sknepnek, A., Niksić, M. (2016). The Antibacterial Activity of *Coriolus versicolor* Methanol Extract and Its Effect of Ultrastructural Changes of *Staphylococcus aureus* and *Salmonella* Enteritidis. *Frontiers in Microbiology*, 7, Article 1226, 1-15. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.01226>.
- Manzi, P., Aguzzi, A., Pizzoferrato, L. (2001) Nutritional value of mushrooms widely consumed in Italy. *Food Chemistry*, 73, 321–325. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(00\)00304-6](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(00)00304-6).
- Manzi, P., Grambelli, L., Marconi, S., Vivanti, V., Pizzoferrato, L. (1999). Study of the embryofetotoxicity of alpha-terpinene in the rat. *Food Chemistry*, 65, 477–482.
- Mattila, P., Kanko, K., Earola, M., Pihlava, J.M., Astola, J., Vahterist, L. (2001). Contents of vitamins, mineral elements, some phenolic compounds in cultivated mushrooms. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 49, 2343–2348. <http://doi:10.1021/jf001525d>.
- Mata-Miranda, M.M., Vazquez-Zapien, G.J., Rojas-Lopez, M., Sanchez-Monroy, V., Perez-Ishiwara, D.G., Delgado-Macuil, R.J. (2017). Morphological, molecular and FTIR spectroscopic analysis during the differentiation of kidney cells from pluripotent stem cells. *Biological Research*, 50, 14. <https://doi.org/10.1186/s40659-017-0119-6>.
- Mau, J.L., Lin, H.C., Ma, J.T., Song, S.F. (2001). Non-volatile taste components of several speciality mushrooms. *Food Chemistry*, 73, 461–466. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(00\)00330-7](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(00)00330-7).
- Mau, J.L., Lin, H.C., Song, S.F. (2002). Antioxidant properties of several specialty mushrooms. *Food Research International*, 35, 519–526. doi: 10.1021/jf0201273.
- Mau, J.L. (2005). The Umami Taste of Edible and Medicinal Mushrooms. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 7, 119–125. <http://doi:10.1615/IntJMedMushr.v7.i12.120>.
- Menrad, K. (2003). Market and marketing of functional food in Europe. *Journal of Food Engineering*, 56, 181–188. doi:10.1016/S0260-8774(02)00247-9.
- Meghalatha, R., Ashok, C., Nataraja, S., Krishnappa, M. (2014). Studies on chemical composition and proximate analysis of wild mushrooms. *World Journal of Pharmaceutical Sciences*, 2(4), 357-363.
- Mikkelsen, M.S., Jespersen, B.M., Muller, B.L., Lærke, H.N., Larsen, F.H., Engelsen, S.B. (2010). Comparative spectroscopic and rheological studies on crude and purified soluble barley and oat β -glucan preparations. *Food Research International*, 43, 2417–2424. <http://doi.org/10.1016/j.foodres.2010.09.016>.
- Milner, J. (2000). Functional foods: the US perspective. *American Journal of Clinical Nutrition*, 71, 1654S– 1659S. <http://doi.org/10.1093/ajcn/71.6.1654S>.
- Milojković, J.V. (2015). *Biosorpcija odabranih teških metala kompostom Myriophyllum spicatum*. Tehnološko-metalurški fakultet, Univerzitet u Beogradu.
- Mishra, K., Pal, P.C., Arunkumar, P., Chandrashekara, S.K., Jain, C. Bhatt, J.C. (2013). Antioxidant properties of different edible mushroom species and increased

- bioconversion efficiency of *Pleurotus eryngii* using locally available casing materials *Food Chemistry*, 138, 1557-1563. <http://doi:10.1016/j.foodchem.2012.12.001>.
- Mizuno, M., Nishitani, Y. (2013). Immunomodulating compounds in Basidiomycetes. *Journal of Clinical Biochemistry and Nutrition*, 52(3), 202-207. <http://doi:10.3164/jcfn.13-3>.
- Mizuno, T. (2000). Development of an antitumour biological response modifier from *Phellinus linteus* (Berk. Et Curt.) Teng (Aphyllphoromycetidae) (Review). *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 2, 21-33.
- Mizuno, T. (1999). The extraction and development of antitumoractive polysaccharides from medicinal mushrooms in Japan (review). *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 1, 9-30.
- Mohamed, R.S., Abozed, S.S., El-Damhougy, S., Salama, M.F., Hussein, M.M. (2020). Efficiency of newly formulated functional instant soup mixtures as dietary supplements for elderly. *Heliyon*, 6, e03197. <http://doi:10.1016/j.heliyon.2020.e03197>.
- Mothana, R.A.A., Jansen, R., Julich, W.D., Lindequist, U. (2000). Ganomycin A and B, new antimicrobial farnesyl hydroquinones from the basidiomycete *Ganoderma pfeifferi*. *Journal of Natural Products*, 63, 416-418. <https://doi.org/10.1021/np990381y>.
- Muszyńska, B., Grzywacz-Kisielewska, A., Kała, K., Gdula-Argasińska, J. (2018). Anti-inflammatory properties of edible mushrooms: A review. *Food Chemistry*, 243, 373-381. <http://doi:10.1016/j.foodchem.2017.09.149>.
- Muthangya, M., Mshandete, A.M., Amana, M.J., Hashim, S.O., Kivaisi, A.K. (2014). Nutritional and antioxidant analysis of *Pleurotus* HK 37 grown on agave sisalana saline solid waste. *International Journal of Research in Biochemistry and Biophysics*, 4(2), 5-12.
- Murcia, M.A., Jiménez-Monrea, A.M., García-Diz, L., Carmona, M., Maggi, L., Martínez-Tomé, M. (2009). Antioxidant activity of minimally processed (in modified atmospheres), dehydrated and ready-to-eat vegetables. *Food and Chemical Toxicology*, 47, 2103-2110. <http://doi:10.1016/j.fct.2009.05.039>.
- Mwita, L.N., Mshandete, A.M., Lyantagaye, S.L. (2010). Improved antimicrobial activity of the Tanzanian edible mushroom *Coprinus cinereus* (Schaeff) Gray by chicken manure supplemented solid sisal wastes substrates. *Journal of Yeast and Fungal Research*, 1(10), 201-210.
- Naghedi-Baghdar, H., Nematy, M., Kooshyar, M.M., Taghipour, A., Sajadi Tabassi, S.A., Shokri, S., Javan, R., Nazari, S.M. (2018). Effect of a functional food (vegetable soup) on blood rheology in patients with polycythemia. *Avicenna Journal of Phytomedicine*, 8(5), 389-398.
- Ngai, P.H.K., Ng, T.B. (2003). Lentin, a novel and potent antifungal protein from shitake mushroom with inhibitory effects on activity of human immunodeficiency virus-1 reverse transcriptase and proliferation of leukemia cells. *Life Sciences*, 73, 3363-3374. <https://doi.org/10.1016/j.lfs.2003.06.023>.
- Niva, M. (2007). All foods affect health: Understandings of functional foods and healthy eating among health-oriented Finns. *Appetite*, 48, 384-393. <http://doi:10.1016/j.appet.2006.10.006>.
- Niksic, M., Klaus, A., Argyropoulos, D. (2016). *Safety of Foods Based on Mushrooms*, Chapter 22, Regulating Safety of Traditional and Ethnic Foods. (pp. 521-439). Elsevier.

- Nollet, L.M.L. (2004). *Handbook of Food Analysis Second Edition, Revised and Expanded*. Hogeschool Gent Ghent, Belgium.
- Novaković, A. (2015). *Biopotencijal autohtonih gljiva u funkciji nutraceutika*. Prirodno-matematički Fakultet, Univerzitet u Novom Sadu.
- Nwachukwu, E., Uzoeto, H.O. (2010). Antimicrobial activity of some local mushrooms on pathogenic isolates. *Journal of Medicinal Plants Research*, 4, 2460-5.
<https://doi.org/10.5897/JMPR10.154>.
- Ohtsuka, S., Ueno, S., Yoshikumi, C., Hirose, F., Ohmura, Y., Wada, T., Fujii, T., Takahashi, E. (1997). *Polysaccharides having an anticarcinogenic effect and a method of producing them from species of Basidiomycetes*. UK Paten No. 1331513.
- Opara, L.U., Al-Ani, M.R., Al-Shuaibi, Y.S. (2008). Physico-chemical properties, vitamin C content, and antimicrobial properties of pomegranate fruit (*Punica granatum* L.). *Food and Bioprocess Technology*. <http://doi:10.1007/s11947-008-0095-5>.
- Orčić, D. (2010). *Vrste tribusa Scandiacae (Apiaceae lindley 1836, Subfam. Apioideae) potencijalni izvor biološki i farmakološki aktivnih sekundarnih biomolekula*. Prirodno-matematički fakultet, Univerzitet u Novom Sadu.
- Ornelly, O.B.J., Calixte, E.N.H., Rick-Léonid1, N.M., Cédric, S.O., Prudence, Y., Joseph-Privat, O., Roger, N.A.G., Louis-Clément, O.E., (2019). Phytochemical Screening, Antioxidant and Antiangiogenic activities of *Daedaleopsis nitida*, *Pycnoporus sanguineus* and *Phellinus gilvus* Medicinal Mushrooms from Gabon. *The Pharmaceutical and Chemical Journal*, 6(2), 71-80.
- Oyetayo, F.L. (2007). Potential antioxidant properties of Nigerian edible mushrooms. *Agro food Industry, Hi-tech.*, 18, 44-45.
- Özcan, Ö., Ertan, F. (2018). Beta-glucan Content, Antioxidant and Antimicrobial Activities of Some Edible Mushroom Species. *Food Science and Technology*, 6(2), 47-55.
<http://doi:10.13189/fst.2018.060201>.
- Palazzolo, E., Gargano, M.L., Venturella, G. (2012). The nutritional composition of selected wild edible mushrooms from Sicily (southern Italy). *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 63(1), 79-83.
<https://doi.org/10.3109/09637486.2011.598850>.
- Pandey, M., Anbidi, A.B., Siagh, S. and Singh, R.P. (2006). Nutritional Evaluation of Leafy Vegetable Paratha. *Journal of Human Ecology*, 19, 155-156.
[doi:10.1080/09709274.2006.11905871](https://doi.org/10.1080/09709274.2006.11905871).
- Panhwar, Q.K., Memon, S. (2014). Synthesis of Cr(III)-Morin Complex: Characterization and Antioxidant Study. *Hindawi Publishing Corporation Scientific World*. Article ID 845208. <http://dx.doi.org/10.1155/2014/845208>.
- Pantović, J., Vićentijević Marković, G., Nikšić, M., Nikićević, N. (2014). Lekovita svojstva gljive *Coriolus versicolor*. *XIX Savetovanje o biotehnologiji, Zbornik radova*, 19(21). (pp. 299-304). Serbia.
- Patel, Y., Naraiyan, R., Singh, V.K. (2012). Medicinal Properties of *Pleurotus* Species (Oyster Mushroom): A Review. *World Journal of Fungal and Plant Biology*, 3(1), 01-12.
<http://doi:10.5829/idosi.wjfpb.2012.3.1.303>.
- Pathak, Y. (2010). *Handbook of nutraceuticals*. Boca Raton, Taylor and Francis Group.
- Pedneault, K., Angers, P., Avis, T.J., Gosselin, A., Tweddell, R.J. (2007) Fatty acid profiles of polar and non-polar lipids of *Pleurotus ostreatus* and *P. cornucopiae* var. '*citrinopileatus*' grown at different temperatures. *Mycological Research*, 111, 1228-1234.

- <https://doi.org/10.1016/j.mycres.2007.06.014>.
- Petrović, J., Papandreou, M., Glamočlija, J., Ćirić, J., Baskakis, C., Proestos, C., Lamari, F., Zoumpoulakis, P., Soković, M. (2014). Different extraction methodologies and their influence on the bioactivity of the wild edible mushroom *Laetiporus sulphureus* (Bull.) Murrill. *The Royal Society of Chemistry, Food & Function*.
<http://doi:10.1039/c4fo00727a>.
- Petersen, D.R., Doorn, J.A. (2004). Reactions of 4-hydroxynoneal with proteins and cellular targets. *Free Radical Biology & Medicine*, 37(7), 937-945.
<http://doi:10.1016/j.freeradbiomed.2004.06.012>.
- Pérez-Palacios, T., Eusebio, J., Ferro Palma, S., João Carvalho, M., Mir-Bel, J., Antequera, T. (2017). Taste compounds and consumer acceptance of chicken soups as affected by cooking conditions. *International Journal of Food Properties*, 20, sup1, S154-S165,
<http://doi:10.1080/10942912.2017.1291678>.
- Pop, R.M., Puia, I.C., Puia, A., Chedea, V.S., Leopold, N., Bocsan, I.C., Buzoianu, A.D. (2018). Characterization of *Trametes versicolor*: Medicinal Mushroom with Important Health Benefits. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 46(2), 343-349.
<https://doi.org/10.15835/nbha46211132>.
- Prameela, P., Prameela, K. (2020). Formulation, nutritional, sensory, antioxidant activity and shelf life studies of instant soup mix. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 11(12), 6114-6123.
[http://doi:10.13040/IJPSR.0975-8232.11\(12\).6114-23](http://doi:10.13040/IJPSR.0975-8232.11(12).6114-23).
- Prasad, S., Rathore, H., Sharma, S., Yadav, A.S. (2015a). Medicinal Mushrooms as a Source of Novel Functional Food. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 04(5), 221-225. <http://doi:10.19070/2326-3350-1500040>.
- Prasad, R., Varshney, V.K., Harsh, N.S.K., Kumar, M. (2015b). Antioxidant Capacity and Total Phenolics Content of the Fruiting Bodies and Submerged Cultured Mycelia of Sixteen Higher Basidiomycetes Mushrooms from India. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 17(10), 933-941.
<http://doi:10.1615/intjmedmushrooms.v17.i10.30>.
- Правилник за посебните барања кои се однесуваат на микробиолошките критериуми за храната (Сл. весник на Република Северна Македонија бр. 229/2020).
- Правилник за барањата во однос на квалитетот на супите, концентратите за супа, концентратите за сосови и на додатоките за јадење и на сродните производи (Сл. весник на Република Македонија, бр. 95/2012).
- Правилник о квалитету супа, сосова, додаток јелима и сродних производа (Службени лист СЦГ, 56/2003 и 4/2004 - др. правилник).
- Правилник о општим и посебним условима хигијене у било којој фази производње, прераде и промета (Службени гласник РС, 72/2010, 62/2018).
- Prodhan, A.S., Sarker, M.N.I., Sultana, A., Islam, M.S. (2017). Knowledge, Adoption and Attitude on Banana Cultivation Technology of the Banana Growers of Bangladesh. *International Journal of Horticultural Science and Ornamental Plants*, 3, 47-52.
- Prior, R., Wu, X., Schaich, K. (2005). Standardized Methods for the Determination of Antioxidant Capacity and Phenolics in Foods and Dietary Supplements. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, 4290-4302. <http://doi:10.1021/jf0502698>.

- Przybytniak, G., Ambroz, H. (1999). *Free radicals, their identification and determination*. In: Marciniak B., Zak, S., (eds.) *Analytical methods in studies of pollutants and hazardous*. Bydgoszcz: BTN.
- Puttaraju, N.G., U-Venkateshaiah, S., Dharmesh, S., Mysore Nanjaraj Urs, S. (2006). Antioxidant Activity of Indigenous Edible Mushrooms. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(26), 9764-9772. <https://doi.org/10.1021/jf0615707>.
- Radovanović, R., Popov-Raljić, J. (2001). *Senzorna analiza prehrambenih proizvoda*. Poljoprivredni fakultet, Beograd, Tehnološki fakultet, Novi Sad.
- Radha, C., Ogunsina, B.S., Hebina Babu, K.T. (2015). Some quality and micro-structural characteristics of soup enriched with debittered moringa oleifera seeds flour. *American Journal of Food Science and Technology*, 3(5), 145-149. <http://doi:10.12691/ajfst-3-6-1>.
- Rahman, M.A., Saifullah, M., Islam, M.N. (2012). Fish Powder in Instant Fish Soup Mix. *Journal of the Bangladesh Agricultural University*, 10, 145-148. <http://dx.doi.org/10.3329/jbau.v10i1.12106>.
- Ramesh, Ch., Pattar, M.G. (2010). Antimicrobial Properties, Antioxidant Activity and Bioactive Compounds from Six Wild Edible Mushrooms of Western Ghats of Karnataka, India. *Pharmacognosy Research*, 2(2), 107-12. <http://doi:10.4103/0974-8490.62953>.
- Ramos, I.R. (2015). *Health and nutritional properties of mushrooms*. European Group of Mushroom Growers (GEPC), Spain.
- Ramirez-Anguiano, A.C., Santoyo, S., Reglero, G., Soler-Rivas, C. (2007). Radical scavenging activities, endogenous oxidative enzymes and total phenols in edible mushrooms commonly consumed in Europe. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87, 2272-2278. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2983>.
- Rathee, S., Rathee, D., Rathee, D., Kumar, V., Rathee, P. (2012). Mushrooms as therapeutic agents. *Brazilian Journal of Pharmacognosy*, 22(2), 459-474. <https://doi.org/10.1590/S0102-695X2011005000195>.
- Rattanachitthawat, S., Suwannalert, P., Riengrojpitak, S., Chaiyasut, C., Pantuwatana, S. (2010). Phenolic content and antioxidant activities in red unpolished Thai rice prevent oxidative stress in rats. *Journal of Medicinal Plants Research*, 4(9), 796-801. <http://doi:10.5897/JMPR10.067>.
- Рашета, М. (2016). Детекуција биоактивних супстанци одабраних врста гљива рода *Ganoderma* (Basidiomycota) и њихова биолошка активност. Природно-математички Факултет, Универзитет у Новом Саду.
- Rennard, B.O., Ertl, R.F., Gossman, G.L. (2000). Chicken Soup Inhibits Neutrophil Chemotaxis *In Vitro**. *Special Report, CHEST/118/4*, 1150-1157. <https://doi.org/10.1378/chest.118.4.1150>.
- Ren, L., Perera, C., Hemar, Y. (2012). Antitumor activity of mushroom polysaccharides: A review. *Food & Function*, 3, 1118. <http://doi:10.1039/c2fo10279j>.
- Reis, F.S., Stojković, D., Barros, L., Glamočlija, J., Ćirić, A., Soković, M., Martins, A., Vasconcelos, M.H., Moralesb, P., Ferreira, I.C.F.R. (2014). Can *Suillus granulatus* (L.) Roussel be classified as a functional food?. *Food and Function*, 5, 2861-2869. <https://doi.org/10.1039/C4FO00619D>.
- Reis, F.S., Barrosa, L.B., Calhelha, R.C., Ćirić, A., Griensvenc, L.J.D., Sokovic, M., Ferreira, C.F.R.I. (2013). The methanolic extract of *Cordyceps militaris* (L.) Link fruiting

- body shows antioxidant, antibacterial, antifungal and antihuman tumor cell lines properties. *Food and Chemical Toxicology*, 62, 91-98.
<http://doi:10.1016/j.fct.2013.08.033>.
- Reis, F.S., Barros, L., Martins, A., Ferreira, I. (2012). Chemical composition and nutritional value of the most widely appreciated cultivated mushrooms: An inter-species comparative study. *Food and Chemical Toxicology*, 50, 191-197.
<http://doi:10.1016/j.fct.2011.10.056>.
- Rekha, M.N., Ramesh Yadav, A., Dharmesh, S., Chauhan, A.S., Ramteke, R.S. (2010). Evaluation of Antioxidant Properties of Dry Soup Mix Extracts Containing Dill (*Anethum sowa* L.) Leaf. *Food and Bioprocess Technology*, 3, 441-449.
<http://doi:10.1007/s11947-008-0123-5>.
- Reshetnikov, S.V., Wasser, S.P., Tan, K.K. (2001). Higher basidiomycetes as a source of antitumor and immunostimulating polysaccharides (Review). *International Journal of Medicinal Mushroom*, 3, 361-394. <http://doi:10.1615/IntJMedMushr.v3.i4.80>.
- Ribeiro, A., Ruphuy, G., Carlos Lopes, J., Maria Dias, M., Barros, L., Barreiro, F., C.F.R. Ferreira, I. (2015). Spray-drying microencapsulation of synergistic antioxidant mushroom extracts and their use as functional food ingredients. *Food Chemistry*, 188, 612-618. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.05.061>.
- Robaszkiewicz, A., Bartosz, G., Ławrynowicz, M., Soszynski, M. (2010). The Role of Polyphenols, β -Carotene, and Lycopene in the Antioxidative Action of the Extracts of Dried, Edible Mushrooms. *Journal of Nutrition and Metabolism*, 2010, ArticleID 173274. <https://doi.org/10.1155/2010/173274>.
- Roberfroid, M.B. (2000). *Defining functional foods*. In: Gibson G. R., Williams C. M (eds.) *Functional foods Concept to product*. (pp. 9-25). Cambridge: Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC.
- Roberfroid, M. (2002). Global view on functional foods: European perspectives. *British Journal of Nutrition*, 88(Suppl. 2), S133-S138.
<https://doi.org/10.1079/BJN2002677>.
- Roberts, T.A., Pitt, J.I., Cordier L.J., Gorris, L.G.M., Gram, L., Swanson, K.M.J., Tompkin, R.B. (2005). *Microorganisms in food*. 6th Edition. Microbial Ecology of Food Commodities. Kluwer Academic/Plenum Publishers.
- Rokhsana, F., Yeasmin, R. and Nahar, A. (2008). Studies on the Development and Storage Stability of Legume and Vegetable Based Soup Powder. *Bangladesh Journal of Agricultural Research*, 32, 451-459. <https://doi.org/10.3329/bjar.v32i3.547>.
- Rosa, L.H., Machado, K.M., Jacob, C.C., Capelari, M., Rosa, C.A., Zani, C.L. (2003). Screening of Brazilian basidiomycetes for antimicrobial activity. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 98(7), 967-974. <http://doi:10.1590/s0074-02762003000700019>.
- Royse, D.J., Schisler, L.C., Diehle, D.A. (1985). Shiitake Mushrooms: consumption, production and cultivation. *Interdisciplinary Science Reviews*, 10(4), 329-335.
- Rowan, N.J., Smith, J.E., Sullivan, R. (2002). *Medicinal mushrooms: Their therapeutic properties and current medical usage with special emphasis on cancer treatments*. University Of Strathclyde/Cancer Research UK, 21-42.
- Russell, R., Paterson, M. (2006). Ganoderma - A Therapeutic Fungal Biofactory. *Phytochemistry*, 67, 1985-2001. <http://doi:10.1016/j.phytochem.2006.07.004>.

- Ruthes, A.C., Smiderle, F.R., Iacomini, M. (2016). Mushroom heteropolysaccharides: A review on their sources, structure and biological effects. *Carbohydrate polymers*, 136, 358-375. <http://doi:10.1016/j.carbpol.2015.08.061>.
- Ruiz Pérez-Cacho, M.P., Gálan-Soldevilla, H., León Crespo, F., Molina Recio, G. (2005). Determination of the sensory attributes of a Spanish dry-cured sausage. *Meat science* 71, 620-633. <http://doi.org/10.1016/j.meatsci.2005.05.005>.
- Ryvarden, L., Gilberston, R.L. (1993). *European polypores, Part 1. Synopsis fungorum* 6. Fungiflora – Oslo – Norway.
- Ryvarden, L., Gilberston, R.L. (1994). *European polypores, Part 2. Synopsis fungorum* 7. Fungiflora – Oslo – Norway.
- Saha, S., Khatua, S., Paloi, S., Acharya, K. (2013). Antioxidant and nitric oxide synthase activation properties of water soluble polysaccharides from *Pleurotus florida*. *International Journal of Green Pharmacy*, 7, 182-188. <https://doi.org/10.4103/0973-8258.120190>.
- Santa, H.S.D., Romão, P.R.T., Sovrani, V., Oliveira, F.R., Peres, A., Monteiro, M.C. (2014). *Dietary Polysaccharides and Immune Modulation*. In: Ramawat K., Mérillon JM. (eds) Polysaccharides. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-03751-6_6-1.
- Sajon, S.R., Sana, S., Rana, S., Rahman, S.M. Nishi, Z.M. (2018). Mushrooms: Natural factory of anti-oxidant, anti-inflammatory, analgesic and nutrition. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*; 7(1), 464-475.
- Samchai, S., Seephonaki, P., Sangdee, A., Puntumchai, A., Klinhom, U. (2009). Antioxidant, Cytotoxic and Antimalarial Activities from Crude Extracts of Mushrooms *Phellinus linteus*. *Journal of Biological Sciences*, 9(7), 778-783. <https://doi.org/10.3923/jbs.2009.778.783>.
- Sánchez, C. (2017). Reactive oxygen species and antioxidant properties from mushrooms. *Synthetic and System Biotechnology*, 2, 13-22. <https://doi.org/10.1016/j.synbio.2016.12.001>.
- Sanchez-Moreno, C. S., Cano, M. P., de Ancos, B., Plaza, L. (2004). Consumption of high pressurized vegetable soup increases plasma vitamin C and decreases oxidative stress and inflammatory biomarkers in healthy humans. *Journal of Nutrition*, 134, 3021-3025. <https://doi.org/10.1093/jn/134.11.3021>.
- Santos, J.S., Alvarenga Brizola, V.R., Grantto, D. (2017). High-throughput assay comparison and standardization for metal chelating capacity screening: A proposal and application. *Food Chemistry*, 214, 515-522. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.07.091>.
- Santos, T., Tavares, C., Sousa, D., Vaz, J.A., Calhelha, R.C., Martins, A., Almeida, G.M., Ferreira, I.C.F.R., Helena Vasconcelos, M. (2013). *Suillus luteus* methanolic extract inhibits cell growth and proliferation on a colon cancer cell line. *Food research international*, 53, 476-481. <https://doi.org/10.1039/c4fo00258j>.
- Santoyo, S., Ramirez Anguiano, A.C., Regiero, G., Soler Rivas, C. (2009). Improvement of the antimicrobial activity of edible mushroom extracts by inhibition of oxidative enzymes. *International Journal of Food Science & Technology*, 44(5), 1057-1064. <http://doi:10.1111/j.1365-2621.2008.01896.x>.

- Sari, M., Prange, A., Lelley, J.I., Hambitzer, R. (2017). Screening of beta-glucan contents in commercially cultivated and wild growing mushrooms. *Food Chemistry*, 216, 45-51. <http://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.08.010>.
- Sarić, M., Stanković, Z., Krstić, B. (1989). *Fiziologija biljaka*. Naučna knjiga. Novi Sad.
- Sarker, M.N.I., Ali, M.A., Islam, M.S. (2015). Causes and Possible Solutions of Poverty Perceived by Char Dwellers in Bangladesh. *International Journal of Natural and Social Sciences*, 2, 37-41.
- Sarker, M.N.I. (2016a). Causes and Possible Solutions of Seasonal Food Insecurity (Monga) Perceived by Char Dwellers in Bangladesh. *International Journal of Ecology and Development Research*, 1, 2-9.
- Sarker, M.N.I., Islam Ali, A.M., Islam, S.M., Bari, A.M. (2016b). Feeding Behavior and Food Preference of Red Pumpkin Beetle, *Aulacophora foveicollis*. *American Journal of Plant Biology*, 1, 13-17. <http://doi:10.11648/j.ajpb.20160101.12>.
- Satusap, P., Chavasit, V., Kriengsinyos, W., Judprasong, K. (2014). Development of Cereal and Legume Based Food Products for the Elderly. *Springerplus*, 3, 1-8. <http://doi:10.1186/2193-1801-3-451>.
- Savić, M.D. (2014). *Akumulacija i transformacija selena u industrijskim gljivama*. Poljoprivredni Fakultet, Univerzitet u Beogradu.
- Schenkeveld, W.D.C., Kimber, R.L., Walter, M., Oburger, E., Puschenreiter, M., Kraemer, S.M. (2017). Experimental conditions in metal mobilization from soil by chelating ligands: The influence of soil-solution ratio and pre-equilibration – A case study of Fe acquisition by phytosiderophores. *Science of The Total Environment*, 579, 1831-1842. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.11.168>.
- Schneider, I., Kressel, G., Meyer, A., Krings, U., Berger, R.G., Hahn, A. (2011). Lipid lowering effects of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) in humans. *Journal of Functional Foods*, 3, 17-24. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2010.11.004>.
- Scherer, R., Godoy, H.T. (2009). Antioxidant Activity Index (AAI) by the 2,2-diphenyl -1-picrylhydrazyl method. *Food Chemistry*, 112, 654-658. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.06.026>.
- Seephonkai, P., Samchai, S., Thongsom, A., Sunaart, S., Kiemsanmuang, B., Chakuton, K. (2011). DPPH Radical Scavenging Activity and Total Phenolics of *Phellinus* Mushroom Extracts Collected from Northeast of Thailand. *Chinese Journal of Natural Medicines*, 9 (6), 441-445. <https://doi.org/10.3724/SP.J.1009.2011.00441>.
- Selvakumar, S., Sankar, S. (2015). Phytochemical screening and antioxidant activity of combination of *Pleurotus florida* and *Agrocybe cylindracea*. *Journal of Pharmacy Research*, 9(1), 89-94.
- Sharif, K.M., Butt, M.C., Sharif, X.P., Nasir, M. (2016). *Handbook of Food Science and Technology* (pp.362-386) Chapter: Sensory Evaluation and Consumer Acceptability. Wiley Online Library.
- Shamtsyan, M. (2010). *Bioactive Compounds in Mushrooms*. Encyclopedia of Biotechnology in Agriculture and Food, (1), 1, 76-81.
- Shah, Z., Ashraf, M., Ishtiaq, M. (2004). Comparative study on cultivation and yield performance of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) on different substrates (wheat straw, leaves, sawdust). *Pakistan Journal of Nutrition*, 3(3), 158-60.

- Shepherd, R., Sparks, P., Bellier, S., Raats, M. (1991). The effects of information on sensory ratings and preferences: the importance of attitudes. *Food Quality and Preference*, 3, 147-155.
- Singla, R., Ganguli, A., Ghosh, M. (2010). Antioxidant Activities and Polyphenolic Properties of Raw and Osmotically Dehydrated Dried Mushroom (*Agaricus bisporus*) Snack Food. *International Journal of Food Properties*, 13, 1290-1299. <https://doi.org/10.1080/10942910903061851>.
- Singleton, V. L., Orthofer R., Lamuela-Raventos, R. M. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology*, 299, 152-178. [https://doi.org/10.1016/S0076-6879\(99\)99017-1](https://doi.org/10.1016/S0076-6879(99)99017-1).
- Sirivibulkovit, K., Nouanthavong, S., Sameenoi, Y. (2018). Paper-based DPPH Assay for Antioxidant Activity Analysis. *Analytical Sciences*, 34, 795-800. <https://doi.org/10.2116/analsci.18P014>.
- Siró, I., Kápolna, E., Kápolna, B., Lugasi, A. (2008). Functional food. Product development, marketing and consumer acceptance – A review. *Appetite*, 51, 456-467. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2008.05.060>.
- Singh, J., Sindhu, S.C., Kumari, V. (2017). Development and Evaluation of Shiitake Mushroom (*Lentinus edodius*) Instant Soup Mixes. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 6(5), 1232-1238. <http://doi.org/10.20546/ijcmas.2017.605.133>.
- Singh, Y., Prasad, K. (2015). Sorption Isotherms Modeling Approach of Rice-Based Instant Soup Mix Stored under Controlled Temperature and Humidity. *Cogent Food & Agriculture*, 1, 1-11. <https://doi.org/10.1080/23311932.2015.1103683>.
- Singh, S., Ghosh, S., Patil, G.R. (2003). Development of a mushroom-whey soup powder. *International Journal of Food Science and Technology*, 38, 217-224. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2621.2003.00661.x>.
- Sławińska, A., Radzki, W., Kalbarczyk, J. (2013). Antioxidant activities and polyphenolics content of *Flammulina velutipes* mushroom extracts. *Kerla polonica, De Gruyter*, 59(3), 26-36. <https://doi.org/10.2478/hepo-2013-0014>.
- Spence, J. T. (2006). Challenges related to the composition of functional foods. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19, S4-S6. <http://doi.org/10.1016/j.jfca.2005.11.007>.
- Spolar, M.R., Schaffer, E.M., Beelman, R.B., Milner, J.A. (1999). Selenium-enriched *Agaricus bisporus* mushrooms suppress 7,12-dimethylbenz[a]anthracene bioactivation in mammary tissue. *Cancer letters*, 138, 145-150. [http://doi.org/10.1016/S0304-3835\(99\)00003-8](http://doi.org/10.1016/S0304-3835(99)00003-8).
- Srivastava, A., Attri, B.L., Verma, S. (2019). Development and evaluation of instant soup premix using oyster mushroom powder. *Mushroom Research*, 28(1), 65-69. <http://doi.org/10.36036/MR.28.1.2019.91960>.
- Stengler, M. (2005). *The health benefits of medicinal mushrooms*. Basic Health Publications Inc. United States of America.
- Стојанова, М. (2018). Влијание на некои стартер култури врз квалитетот на индустриски произведен македонски традиционален колбас. Факултет за земјоделски науки и храна, УКИМ.
- Стојанова, Т., Марина. (2017). *Исхрана на растенијата*, Академски печат, Скопје.

- Stojanova, M., Ivanovski, I., Stojkova, I., Stojanova, T.M. (2017). Comparative research for the influence of drying technology on the chemical composition of chanterelle (*Cantharellus cibarius*) and porcini mushrooms (*Boletus edulis*). *XXII Savetovanje o biotehnologiji sa medjunarodnim ucescem. Zbornik radova*. (pp. 491-499). Čačak.
- Stojanova, M., Ivanovski, I., Stojanova, M.T. (2016). Comparative Research For The Influence of Drying Technology on The Chemical Composition of Shiitake (*Lentinus Edodes*) and Oyster Mushrooms (*Pleurotus Ostreatus* E.). *International Journal of Recent Scientific Research*, 7(3), 9186-9190.
- Stojanova, M., Karakashov, K. (2015). The influence of drying technology on the chemical content of shiitake mushrooms. *Agriculture and forestry*, 61(4), 183-188.
- Sudarsan, S.M., Santhanam, S.G., Visalachi, V. (2017). Development and Formulation of Instant Soup Mix from Sprouted Horse Gram and Radish Leaves. *International Journal of Home Science*, 3, 346-349.
- Suabjakyong, P., Saiki, R., Van Griensven, L., Higashi, K., Nishimura, K., Igarashi, K., Toida, T. (2015). Polyphenol Extract from *Phellinus igniarius* Protects against Acrolein Toxicity *In Vitro* and Provides Protection in a Mouse Stroke Model. *PLoS ONE* 10, 3, 1-14. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0122733>.
- Sukmawati, I.K., Susilawati, E.S., Putri, S.D. (2019). Antibacterial activity of extracts and fractions of wood ear mushroom (*Auricularia auricula*). *Pharmaciana*, 9(1), 157-166. doi:10.12928/PHARMACIANA.V9I1.11879.G6721.
- Suortti, T. (1986). *Application of high performance liquid chromatography to the separation of microbiologically active compounds from heated sugar solutions and Lactarius-necator mushrooms*/Tapani Suortti In Suortti T, editor. (pp. 1-27). Espoo: Technical Research Centre of Finland.
- Sun, Y., Lv, F., Tian, J., Qian Ye, X., Chen, J., Sun, P. (2018). Domestic cooking methods affect nutrient, phytochemicals, and flavor content in mushroom soup. *Food Science & Nutrition*, 7, 1969-1975. <http://doi:10.1002/fsn3.996>.
- Sun, Y., Muthukumrappan, K. (2002). Changes in functionality on soy-based extrudates during single-screw extrusion processing. *International Journal of Food Properties*, 5, 379-389. <https://doi.org/10.1081/JFP-120005793>.
- Synytsya, A., Novak, M. (2014). Structural analysis of glucans. *Annals of Translational Medicine*, 2(2), 17. <https://doi.org/10.3978/j.issn.2305-5839.2014.02.07>.
- Szollosi, R., Varga, I.S. (2002). Total antioxidant power in some species of *Labiatae* (Adaptation of FRAP method). *Acta Biologica Szegediensis*, 46(3-4), 125-127.
- Tamlurkar, V. (2006). *Role of Instant Foods in the Catering Industry*. For: Faculty Column in www.indianmba.com
- Tang, C., Hoo, P. X., Tan, L. H., Pusparajah, P., Khan, T. M., Lee, L. H., Chan, K. G. (2016). Golden needle mushroom: A culinary medicine with evidenced-based biological activities and health promoting properties. *Frontiers in Pharmacology*, 7, 1-27. <http://doi:10.3389/fphar.2016.00474>.
- Takahashi, T., Miura, M., Ohisa, N., Mori, K., Kobayashi, S. (2005). Heat treatments of milled rice and properties of the flours. *Cereal Chemistry*, 82, 228-232. <http://doi:10.1094/CC-82-0228>.
- Tambunan, A.H., Yudistira, Kisdiyani, Hernani. (2013). Freeze-drying characteristics of medicinal herbs. *Drying Technology: An International Journal*, 19(2), 325-331. <https://doi.org/10.1081/DRT-100102907>.

- Tarafdar, A., Shahi, N.C., Singh, A., Sirohi, R. (2017). Optimization of Freeze-Drying Process Parameters for Qualitative Evaluation of Button Mushroom (*Agaricus bisporus*) Using Response Surface Methodology. *Hindawi Journal of Food Quality*, 2017. <https://doi.org/10.1155/2017/5043612>.
- Tchokouaha, L.R.Y., Tchamgoue, A.D., Ann, A.M., Ogochukwu, O., Daniel, F., Ifeanyi, F., Ifunanya, O., Priscilla, N., Agbor, G.A. (2015). Comparative Antioxidant Capacity of the Spices of Some Traditional Soups in Nigeria. *Scholars Academic Journal of Biosciences*, 3(1B), 79-84.
- Tel, G., Deveci, E., Küçükaydın, S., Özler, M.A., Duru, M.E., Harmandar, M. (2013). Evaluation of Antioxidant Activity of *Armillaria tabescens*, *Leucopaxillus gentianeus* and *Suillus granulatus*: The mushroom Species from Anatolia. *Eurasian Journal of Analytical Chemistry*, 8(3), 136-147.
- Thatoi, H., Singdevsachan, S.K. (2014). Diversity, nutritional composition and medicinal potential of Indian mushrooms: A review. *African Journal of Biotechnology*, 13(4), 523-545. <http://doi:10.5897/AJB2013.13446>.
- Tharshikaa, T., Arrosana, A., Shruti Awasthia, D. (2016). Protein determination and phytochemical analysis of different edible mushroom varieties. *Abstract/Track: Agriculture & Food Science*, University of Jaffna, Srilanka.
- Thuy, N.M., Hang, L.T., Triep, T.L., Tan, N.D., Tai, N.V. (2020). Development and nutritional analysis of healthy chicken soup supplemented with vegetables in Vietnam. *Food Research*, 4(1), 113 - 120. [http://doi.org/10.26656/fr.2017.4\(1\).248](http://doi.org/10.26656/fr.2017.4(1).248)
- Tian, Y., Zhao, Y., Huang, J., Zeng, H., Zheng, B. (2016). Effect of different drying methods on the product quality and volatile compounds of whole shiitake mushrooms. *Food chemistry*, 197, 714-722. <http://doi:10.1016/j.foodchem.2015.11.029>.
- Toledo, C.V., Barroetaveña, C., Fernandes, A., Barros, L., Ferreira, C.F.R.I. (2016). Chemical and Antioxidant Properties of Wild Edible Mushrooms from Native *Nothofagus* spp. Forest, Argentina. *Molecules*, 2016(21), 1201. <https://doi:10.3390/molecules21091201>.
- Tomasi, S., Lohezic-Le Devehat, F., Sauleau, P., Bezivin, C., Boustie, J. (2004). Cytotoxic activity of methanol extracts from Basidiomycete mushrooms on murine cancer cell lines. *Pharmazie*, 59, 290-293.
- Turner, S. 1988. The new fungus among us. *Extension Review*, Vol. 59 (2), 18-20.
- Tzianabos, A. (2000). Polysaccharide immunomodulators as therapeutic agents: structural aspects and biologic function. *Clinical Microbiology Reviews*, 13, 523-533. <https://doi.org/10.1128/cmr.13.4.523-533.2000>.
- Uchiyama, M., Ohno, N., Miura, N.N., Adachi, Y., Yadomae, T. (2002). Antigrioflan antibody reacts with the cell wall beta-glucan and the extracellular mannoprotein-beta-glucan complex of *C. albicans*. *Carbohydrate Polymers*, 48, 333-340.
- Udari, A., Wickramasinghe, I., Attygalle, M. (2015). Development of an Omega-3 Enriched Instant Soup Powder from *Sardinella Longiceps*. *International Journal of Engineering Sciences & Research Technology*, 4, 644-652.
- Ulusoy, Ş., Doğruyol, H., Alakavuk, D.Ü., Tosun, Ş.Y. (2017). Monosodyumglutamatın balık çorbası ve balık köftesinin duyuusal özellikleri üzerine etkisi. *Gıda*, 42(4), 339-347.
- Ünyayar, A., Demirbilek, M., Turkoglu, M., Celik, A., Mazmanci, M.A., Erkurt, E.A., Ünyayar, S., Cekic, O., Atacag, H. (2006). Evaluation of Cytotoxic and Mutagenic

- Effects of *Coriolus versicolor* and *Funalia trogii* Extracts on Mammalian Cells. *Drug and Chemical Toxicology*, 1, 69–83. <https://doi.org/10.1080/01480540500408655>.
- Upadhyay, S., Tiwari, R., Kumar, S., Kohli, D. (2017). Production and Evaluation of Instant Herbal Mix Soup. *International Journal of Agricultural Science and Research*, 7, 37-42.
- Urala, N., Lähteenmäki, L. (2007). Consumers changing attitudes towards functional foods. *Food Quality and Preference*, 18, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2005.06.007>.
- Uyanogly, M., Canbek, M., Ozalp, F.O., Yamac, M., Senturk, H. (2010). Effects of Some Macrofungi Exopolysaccharides on Mesenchymal Mast Cells of Rats in Chronic Alcohol Consumption. *International Journal of Child Health and Nutrition*, 1(1), 31-37.
- Vamanu, E., Nita, S. (2013). Antioxidant Capacity and the Correlation with Major Phenolic Compounds, Anthocyanin, and Tocopherol Content in Various Extracts from the Wild Edible *Boletus edulis* Mushroom. *BioMed Research International*, 2013, Article ID313905. <https://doi.org/10.1155/2013/313905>.
- Van Nevel, C.J., Decuypere, J.A., Dierick, N., Molly K. (2003). The influence of *Lentinus edodes* (Shiitake mushroom) preparations on bacteriological and morphological aspects of the small intestine piglets. *Archives of Animal Nutrition*, 57, 399–412. <https://doi.org/10.1080/0003942032000161054>.
- Van Poppel, G., Goldbohm, R.A. (1995). Epidemiologic evidence for beta-carotene and cancer prevention. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 62, S1393–S1402. <http://doi:10.1093/ajcn/62.6.1393S>.
- Vaz, J.A., Barros, L., Martins, A., Santos-Buelga, C., Vasconcelos, M.H., Vasconcelos, I.C.F.R. (2011). Chemical composition of wild edible mushrooms and antioxidant properties of their water soluble polysaccharidic and ethanolic fractions. *Food Chemistry*, 126, 610–616. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.11.063>.
- Vazirian, M., Dianat, S., Manayi, A., Ziari, R., Mousazadeh, A., Habibi, E., Saeidnia, S., Amanzadeh, Y. (2013). Anti-inflammatory effect, total polysaccharide, total phenolics content and antioxidant activity of the aqueous extract of three basidiomycetes. *Research Journal of Pharmacognosy*, 1, 13-19.
- Vidović, S. (2011a). *Ekstrakcija, sastav, delovanje i moguće primene odabranih vrsta pečuraka*. Tehnološki Fakultet, Univerzitet u Novom Sadu.
- Vidović, S., Zeković, Z., Mujić, I., Lepojević, Ž., Radojković, M., Živković, J. (2011b). The antioxidant properties of polypore mushroom *Daedaleopsis confragosa*. *Central European Journal of Biology*, 6(4), 575-582. <https://doi.org/10.2478/s11535-011-0029-5>.
- Vimbainashe, M., Sultanbawa, Y., Sivakumar, D. (2020). Enhancement of the phytonutrient content of a gluten-free soup using a composite of vegetables, *International Journal of Food Properties*, 23(1), 1051-1065. <https://doi:10.1080/10942912.2020.1778028>.
- Veljović, S., Veljović, M., Nikićević, N., Despotović, S., Radulović, S., Nikšić, M., Filipović, L. (2017). Chemical composition, antiproliferative and antioxidant activity of differently processed *Ganoderma lucidum* ethanol extracts. *Journal of Food Science and Technology*, 54(5), 1312–1320. <http://doi:10.1007/s13197-017-2559-y>.
- Verma, A., Mogra, R. (2017). Process for the Preparation of Value Added Instant Tomato-mushroom Soup Mix Incorporated with Psyllium Husk and its Quality Evaluation. *International journal of pure and applied bioscience*, 5(5), 1502-1507.

- <http://doi:http://dx.doi.org/10.18782/2320-7051.2809>.
- Vuthijumnok, J., Lateef Molan, A., Heyes, J.A. (2013). Effect of freeze-drying and extraction solvents on the total phenolic contents, total flavonoids and antioxidant activity of different Rabbiteye blueberry genotypes grown in New Zealand. *IOSR Journal of Pharmacy and Biological Sciences*, 8(1): 42-48.
- Wagner, T., Fischer, M. (2001). Natural groups and revised system for the European poroid Hymenochaetales (Basidiomycota) supported by nLSU rDNA sequence data. *Mycological Research*, 105, 773–82. <http://doi:10.1017/s0953756201004257>
- Waktola, G., Temesgen, T. (2018). Application of Mushroom as Food and Medicine. *Advances in Biotechnology & Microbiology*, 11(3), AIBM.MS.ID.555817. <https://doi.org/10.19080/AIBM.2018.11.555817>.
- Wang, H.X., Liu W.K., Ng T.B., Ooi V.E.C., Chang S.T. (1996). The immunomodulatory and antitumor activities of lectins from the mushroom *Tricholoma monogolicum*. *Immunopharmacology*, 31, 205–211.
- Wang, H., Ng T.B. (2004). Eryngin, a novel antifungal peptide from fruiting bodies of the edible mushroom *Pleurotus eryngii*. *Peptides*, 25, 1-5. <https://doi:10.1016/j.peptides.2003.11.014>.
- Wang, H., Liu, Y.M., Qi, Z.M., Wang, S.Y., Liu, S.X., Li, X., Wang, H.J., Xia, X.C. (2013). An Overview on Natural Polysaccharides with Antioxidant Properties. *Current Medicinal Chemistry*, 20, 2899-2913. <http://doi:10.2174/0929867311320230006>.
- Wang, S., Tonnis, B., D., Wang,M.L., Zhang, S., Adhikari, K. (2019). Investigation of Monosodium Glutamate Alternatives for Content of Umami Substances and Their Enhancement Effects in Chicken Soup Compared to Monosodium Glutamate. *Journal of Food Science*, 84(11), 3275-3283. <http://doi:10.1111/1750-3841.14834>.
- Wasser, S.P. (2002). Medicinal mushrooms as a source of antitumor and immunomodulating polysaccharides. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 60, 258–274. <https://doi:10.1007/s00253-002-1076-7>.
- Wasser, S.P. (2011). Current findings, future trends, and unsolved problems in studies of medicinal mushrooms. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 89, 1323–1332. <http://doi:10.1007/s00253-010-3067-4>.
- Wei, A., Shibamoto, T. (2007). Antioxidant Activities and Volatile Constituents of Various Essential Oils. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(5), 1737–1742. <http://doi:10.1021/jf062959x>.
- WHO. *World Health Organization report on infectious diseases 2000 – Overcoming antimicrobial resistance*. <http://www.who.int/infectious-disease-report>. Accessed January 21, 2012.
- Widjanarko, S. B., Nugroho, A., Estiasih, T. (2011). Functional interaction components of protein isolates and glucomannan in food bars by FTIR and SEM studies. *African Journal of Food Science*, 5, 12-21.
- Witkowska, A.M., Hickey, D.K., Wilkinson, M.G. (2014). Effect of Variation in Food Components and Composition on the Antimicrobial Activity of Oregano and Clove Essential Oils in Broth and in a Reformulated Reduced Salt Vegetable Soup Product. *Journal of Food Research*, 3(6), 92-106. <http://doi:10.5539/jfr.v3n6p92>.
- Wong, F.C., Chai, T.T., Tan, S.L., Yong, A.L. (2013). Evaluation of Bioactivities and Phenolic Content of Selected Edible Mushrooms in Malaysia. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research December*, 12 (6), 1011-1016. <http://doi:10.4314/tjpr.v12i6.21>.

- Wong, K.H., Sabaratnam, V., Abdullah, N., Kuppusamy, U.R., Naidu, M. (2009). Effects of Cultivation Techniques and Processing on Antimicrobial and Antioxidant Activities of *Hericium erinaceus* (Bull.:Fr.) Pers. Extracts. *Food Technology and Biotechnology*, 47(1), 47–55.
- Wong, K.H., Cheung, P.C.K. (1998). Nutritional assessment of three Chinese indigenous legumes in growing rats. *Nutrition Research*, 18, 1573–1580.
[https://doi.org/10.1016/S0271-5317\(98\)00131-6](https://doi.org/10.1016/S0271-5317(98)00131-6).
- Xie, J.H., Xie, M.Y., Nie, S.P., Sgen, M.Y., Wang, Y.X., Li, C. (2010). Isolation, chemical composition and antioxidant activities of a water-soluble polysaccharide from *Cyclocarya paliurus* (Batal.) Iljinskaja. *Food Chemistry*, 119, 1626-1632.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.09.055>.
- Xu, C., Yu, J., Zhao, S., Wu, S., Hei, P., Jia, X., Liu, Y., Mao, D. (2017). Effect of carbon source on production, characterization and bioactivity of exopolysaccharide produced by *Phellinus vaninii* Ljup. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 89(3 Suppl.), 2033-2041.
- Yamac, M., Bilgili, F. (2006). Antimicrobial Activities of Fruit Bodies and/or Mycelial Cultures of Some Mushroom Isolates. *Pharmaceutical Biology*, 44(9), 660–667.
<https://doi.org/10.1080/13880200601006897>.
- Yang, Q.Y. (1999). *Yun Zhi polysaccharopeptide (PSP) and the general aspects of its research*. In *Advanced Research in PSP* (ed. Quing-yao Yang). The Hong Kong Association for Health Care Ltd. (pp. 29-38). Hong Kong.
- Yang, M., Gai, W., Xu, R., Zhou, T., Ma, L. (2018). Antioxidant Activity of Different Solvents Extracts from Fruiting Bodies of *Trametes gibbosa* (Pers.) Fr. *Journal of Natural Product and Plant Resources*, 8(1), 39-46.
- Yoon, S.Y., Eo, S.K., Kim, Y.S., Lee, C.K., Han S.S. (1994). Antimicrobial activity of *Ganoderma lucidum* extract alone and in combination with some antibiotics. *Archives of Pharmacal Research*, 17, 438-442.
- Yoshida M., Kato S., Oguri S., Nagata Y. (1994). Purification and properties of lectins from a mushroom *Pleurotus cornucopiae*. *Bioscience, Biotechnology and Biochemistry*, 58, 498501.
- Younisa, A.M., Yosric, M., Stewarte, J.K. (2019). *In vitro* evaluation of pleiotropic properties of wild mushroom *Laetiporus sulphureus*. *Annals of Agricultural Sciences*, 64, 79-87. <https://doi.org/10.1016/j.aoas.2019.05.001>.
- Zaidi, K.U., Jain, R., Quereshi, S. (2013). On the novel inhibitory action of mushroom extract of *Coriolus versicolor* and it's bioactivity against drug resistant bacteria *Salmonella typhimuriom* (MTCC 3241). *International Journal of Applied Biology and Pharmaceutical Technology*, (4)2, 4-11.
- Zhang, Z., Lv, C., Cheng, J., Cai, W., Fan, L., Miao, L. (2019). Characterization and biological activity of polysaccharides from artificially cultivated *Phellinus baumii*. *International Journal of Biological Macromolecules*, 129, 861-868.
<https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.02.082>.
- Zhang, M., Venkitasamy, C., Pan, Z., Wang, W. (2013). Recent developments on umami ingredients of edible mushrooms - A review. *Trends in Food Science & Technology*, 33, 78-92. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2013.08.002>.

- Zhang, M., Cui, S.W., Cheung, P.C.K., Wang, Q. (2007). Antitumor polysaccharides from mushrooms: a review on their isolation process, structural characteristics and antitumor activity. *Trends in Food Science and Technology*, 18, 4–19.
- Zhao, X., Wei, Y., Gong, X., Xu, H., Xin, G. (2020). Evaluation of umami taste components of mushroom (*Suillus granulatus*) of different grades prepared by different drying methods. *Food Science and Human Wellness*, 9, 192-198. <https://doi.org/10.1016/j.fshw.2020.03.003>.
- Zhu, X.L., Chen, A.F., Lin, Z.B. (2007). *Ganoderma lucidum* polysaccharides enhance the function of immunological effector cells in immunosuppressed mice. *Journal of Ethnopharmacology*, 111(2), 219–226. <http://doi:10.1016/j.jep.2006.11.013>.
- Zhu, Y., Hollis, J.H. (2013). Soup Consumption Is Associated with a Reduced Risk of Overweight and Obesity but Not Metabolic Syndrome in US Adults: NHANES 2003–2006. *PLoS ONE* 8(9), e75630. <http://doi:10.1371/journal.pone.0075630>.
- Zhou, X., Lin, J., Yin, Y., Zhao, J., Sun, X., Tang, K. (2017). Ganodermataceae: Natural products and their related pharmacological functions. *The American Journal of Chinese Medicine*, 35, 559–374. doi: 10.1142/S0192415X07005065.
- Zengin, G., Karanfil, A., Uren, M.C., Kocak, M.S., Sarikurkcu, C., Gungor, H., Carene, P., Mahomoodally, F. (2016). Phenolic content, antioxidant and enzyme inhibitory capacity of two *Trametes* species. *RSC Advances*, 1-23. doi: 10.1039/C6RA09991B.

БИОГРАФИЈА КАНДИДАТА

Моника Стојанова рођена је у Скопљу, Република Македонија, 14.6.1993 године. Основну и средњу школу завршила је у Скопљу са одличним успехом. Основне академске студије завршила је 2016. године чиме је стекла стручно звање дипломирани инжењер пољопривреде, студијски програм квалитет и безбедност хране, са просечном оценом 10,00. Године 2016. уписала је Мастер академске студије на Факултету пољопривредних наука и хране, студијски програм квалитет и безбедност хране, модул микробиологија на Универзитету „Св. Кирил и Методиј“ – Скопље, Република Македонија. У 2018. години успешно је одбранила мастер рад под називом „Утицај неких стартер култура на квалитет индустријски произведене македонске традиционалне кобасице“, чиме се стекла звање магистра пољопривредних наука, са просечном оценом 10,00. У октобру 2018. године уписала је Докторске академске студије на Пољопривредном факултету Универзитета у Београду, студијски програм Прехрамбена технологија.

Од академске 2016. до 2019. године ангажована је као демонстратор на групи предмета из области микробиологије, технолошке микробиологије и технологије меса и месних припрема на Факултету пољопривредних наука и хране на Универзитету „Св. Кирил и Методиј“ – Скопље. У академској 2020. години, у љетњем семестру, ангажована је као демонстратор на Институту за органску технологију и биотехнологију на Технолошко–металуршком факултету, Универзитета „Св. Кирил и Методиј“ – Скопље, Република Северна Македонија.

У 2013. години добила је награду „13 Ноември“ коју додељује град Скопље за студенте за континуиран успех и ваннаставне активности. Добитник је признања „Инженерски прстен“ за најбољег дипломираног студента из области техничких наука 2017. године, које додељује Инжињерски институт Македоније, под покровитељством председника Републике Македоније. У 2018. години добила је награду за најбољег дипломираног студента на Факултету пољопривредних наука и хране у академској 2015/2016 коју додељује Универзитет „Св. Кирил и Методиј“, Скопље. Исте године својом иновацијом (македонска традиционална кобасица) представља Републику Македонију на 11. светском сајму жена иноватора (KIWIE) у Сеулу, Кореји, где је освојила две златне медаље, једну сребрну медаљу и сертификат за најбољу иновацију. Као аутор и коаутор 21 рада учествовала је на више симпозијима, конгреса и конференција. Као аутор и коаутор публиковала је 18 радова у националним и интернационалним часописима. Аутор је четири романа, збирке сонета и сонетног венца и збирке кратких прича.

Изјава о ауторству

Име и презиме аутора Моника Стојанова
Број индекса ТН 180002

Изјављујем

да је докторска дисертација под насловом

- резултат сопственог истраживачког рада;
- да дисертација у целини ни у деловима није била предложена за стицање друге дипломе према студијским програмима других високошколских установа;
- да су резултати коректно наведени и
- да нисам кршио/ла ауторска права и користио/ла интелектуалну својину других лица.

У Београду, _____

Потпис аутора

Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада

Име и презиме аутора Моника Стојанова

Број индекса ТН 180002

Студијски програм Прехрамбена технологија

Наслов рада Примена екстраката одабраних врста јестивих и медицинских гљива у
производњи дехидрираних супа као функционалне хране

Ментор проф. др Миомир Никшић

Изјављујем да је штампана верзија мог докторског рада истоветна електронској верзији коју сам предао/ла ради похрањења у **Дигиталном репозиторијуму Универзитета у Београду**.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везани за добијање академског назива доктора наука, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада.

Ови лични подаци могу се објавити на мрежним страницама дигиталне библиотеке, у електронском каталогу и у публикацијама Универзитета у Београду.

Потпис аутора

У Београду, _____

Изјава о коришћењу

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Светозар Марковић“ да у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду унесе моју докторску дисертацију под насловом:

Примена екстраката одабраних врста јестивих и медицинских гљива у производњи дехидрираних супа као функционалне хране

која је моје ауторско дело.

Дисертацију са свим прилозима предао/ла сам у електронском формату погодном за трајно архивирање.

Моју докторску дисертацију похрањену у Дигиталном репозиторијуму Универзитета у Београду и доступну у отвореном приступу могу да користе сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons) за коју сам се одлучио/ла.

1. Ауторство (CC BY)

2. Ауторство – некомерцијално (CC BY-NC)

3. Ауторство – некомерцијално – без прерада (CC BY-NC-ND)

4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима (CC BY-NC-SA)

5. Ауторство – без прерада (CC BY-ND)

6. Ауторство – делити под истим условима (CC BY-SA)

(Молимо да заокружите само једну од шест понуђених лиценци.

Кратак опис лиценци је саставни део ове изјаве).

Потпис аутора

У Београду, _____

1. **Ауторство.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце, чак и у комерцијалне сврхе. Ово је најслободнија од свих лиценци.
2. **Ауторство - некомерцијално.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела.
3. **Ауторство - некомерцијално - без прерада.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела. У односу на све остале лиценце, овом лиценцом се ограничава највећи обим права коришћења дела.
4. **Ауторство - некомерцијално - делити под истим условима.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада.
5. **Ауторство - без прерада.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела.
6. **Ауторство - делити под истим условима.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада. Слична је софтверским лиценцама, односно лиценцама отвореног кода.