

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ
Број захтева: 356/4 -5.12.
Датум: 30.01.2013. године

ВЕЋЕ НАУЧНИХ ОБЛАСТИ
БИОТЕХНИЧКИХ НАУКА

ЗАХТЕВ
за давање сагласности на предлог теме докторске дисертације

Молимо да, сходно члану 46. став 5. тачка 3. Статута Универзитета у Београду (“Гласник Универзитета” број 131/06), дате сагласност на предлог теме докторске дисертације:

«ХЕМИЈСКА КАРАКТЕРИЗАЦИЈА И БИОЛОШКА СВОЈСТВА ПОЛИСАХАРИДНИХ ЕКСТРАКТА ГЉИВА *Fomes fomentarius*, *Auricularia auricula-judae* И *Hericium erinaceus*».

Научна област: Прехрамбена технологија

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

1. Име, име једног од родитеља и презиме: **ЈОВАНА (Ђуро) ВУНДУК**, дипл. инж.
2. Назив и седиште факултета на коме је стечено високо образовање:
Пољопривредни факултет, Универзитет у Београду
3. Година дипломирања: 2009.
4. Назив магистарске тезе кандидата: /
5. Назив факултета на коме је теза одбрањена: /
6. Година одбране магистарске тезе: /

Обавештавамо вас да је Наставно-научно веће факултета на седници одржаној 30.01.2013. године размотрило предложену тему и закључило да је тема подобна за израду докторске дисертације.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Проф. др Милица Петровић

Универзитет у Београду
ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ
Број: 356/4-5.12.
Датум: 30.01.2013. године
БЕОГРАД-ЗЕМУН

На основу Закона о високом образовању, члана 34. став 2. Правилника о правилима академских студија другог и трећег степена и члана 44. став 15. Статута Пољопривредног факултета, Наставно-научно веће Факултета на седници одржаној 30.01.2013. године, донело је

О Д Л У К У

ПРИХВАТА СЕ извештај о позитивној оцени пријаве докторске дисертације коју је поднела **ЈОВАНА ВУНДУК, дипл. инж.**, и одобрава израда дисертације, по добијању сагласности од Универзитета, под насловом: **«ХЕМИЈСКА КАРАКТЕРИЗАЦИЈА И БИОЛОШКА СВОЈСТВА ПОЛИСАХАРИДНИХ ЕКСТРАКТА ГЉИВА *Fomes fomentarius*, *Auricularia auricula-judae* И *Hericium erinaceus*».**

За ментора се именује др Миомир Никшић, редовни професор.

**ПРЕДСЕДНИК
НАСТАВНО-НАУЧНОГ ВЕЋА
ДЕКАН**

(Проф. др Милица Петровић)

Доставити: кандидату, ментору, Институту за прехранбену технологију и биохемију, Студентској служби и архиви.

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ ПОЉОПРИВРЕДНОГ ФАКУЛТЕТА

БЕОГРАД-ЗЕМУН

**Предмет: Извештај комисије за оцену пријаве докторске дисертације кандидата
дипл. инж. Јоване Вундук**

Одлуком Научно-наставног већа Пољопривредног факултета Универзитета у Београду бр. 356/2-3.12. од 28.11.2012. године, именована је Комисија за оцену пријаве докторске дисертације коју је поднела дипл. инж. Јована Вундук, постдипломац на групи за Технолошку микробиологију, под насловом: "Хемијска карактеризација и биолошка својства полисахаридних екстраката гљива *Fomes fomentarius*, *Auricularia auricula-judae* и *Hericium erinaceus*". На основу увида у садржај пријаве докторске дисертације, комисија у саставу др Миомир Никшић, редовни професор, др Анита Клаус, доцент и др Драгица Јаковљевић, виши научни сарадник на Институту за хемију, технологију и металургију-Центар за хемију, Универзитета у Београду, подноси Научно-наставном већу Пољопривредног факултета следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Наслов дисертације

На основу увида у пријаву дисертације, комисија је сагласна да се наслов докторске дисертације: „Хемијска карактеризација и биолошка својства полисахаридних екстраката гљива *Fomes fomentarius*, *Auricularia auricula-judae* и *Hericium erinaceus*” усвоји.

2. Предмет и програм истраживања

Гљиве представљају веома бројну и разноврсну групу микроорганизама, вековима присутну и познату човеку. Њихове појавне форме резултат су еволутивне прилагодљивости која се огледа у различитим структурним карактеристикама, механизмима размножавања и структурама за преживљавање. Са молекуларног становишта гљиве обилују вредним компонентама попут протеина, полисахарида и микроелемената, што их чини одличним за исхрану (не ретко се сматрају деликатесним намирницама) али и медицински вредним. Овакве компоненте означавају се као биолошки активне, а бројна истраживања показују да оне испољавају антивирусно, антибактеријско, антитуморно и антиканцерогено, антиинфламаторно,

имуномодулаторско и хепатопротективно дејство (Wang et al., 1995.). Утичу на снижавање холестерола, шећера у крви, омогућавају зарастање рана, делују као пребиотици и антиоксиданти (Halpern, 2007.). Због свега набројаног биолошки активне компоненте гљива називају се и “mushroom nutraceuticals”, а могу се изоловати из плодносног тела или мицелијума. Нарочито су значајни полисахариди виших гљива (*Basidiomycetes*) сконцентрисани у ћелијском зиду, а који су по хемијској структури β -D-глюкани. Основа β -глюкана су мономерни глукозе, тако да су појединачни молекули глукозе повезани β -(1,3)-, β -(1,4)-, β -(1,6)-гликозидним везама, што резултује формирањем ланчане структуре са бочно везаним сегментима код којих је присутна β -(1,6)-гликозидна веза (Ren, Perera и Nema, 2012.). Оваква организација даје полисахаридима виших гљива форму ланаца који се у човековом организму ресорбују у знатној мери, за разлику од полисахарида квасаца (који се сматрају њиховим најобилнијим извором) који имају форму лопте, те су слабо доступни и усвојиви (Halpern, 2007.).

Свака врста гљиве одликује се специфичним полисахаридним саставом што се огледа кроз молекулску масу, конформацију, гранање, као и везе међу мономерима и бочним ланцима. Присутна хемијско-структурна разноврсност полисахарида гљива директно се одражава на њихова биолошка својства, те се не може очекивати да различите врсте гљива испољавају антиоксидативна својства у истој мери, или да су једнако ефикасне према истим микроорганизмима. Осим у нативној форми, изоловане полисахариде је могуће користити и као модификоване, што их неретко чини ефикаснијим у медицинском смислу, односно долази до прилагођавања полисахарида појединим ћелијама имуног система те се постиже ефикаснија имунорегулација. Модификација пружа бројне могућности: карбометиловање, хидроксилација, сулфоновање, ензимски третмани и друго, а оправданост се исказује кроз бројна истраживања *in vitro* као и клиничке студије на пацијентима (Cheung, 2008.).

Предмет истраживања кандидата обухватиће испитивање биолошких својстава полисахаридних екстраката одабраних врста гљива (*Fomes fomentarius*, *Auricularia auricula-judae*, *Hericium erinaceus*), те њихову хемијску карактеризацију. Да би се то реализовало биће припремљена три типа полисахаридних екстраката (врели водени екстракт, врели алкални екстракт и пречишћени водени екстракт), који ће, потом, бити подвргнути ензимској модификацији. Према програму истраживања овако третирани екстракти користиће се за испитивање антиоксидативних и антимикробних својстава, а истој процедури ће бити подвргнути и екстракти без ензимских модификација, што ће омогућити валидацију појединачних екстраката у смислу испитиваних особина, а и указати на ефекте примењене ензимске модификације како у односу на хемијску природу екстраката, тако и на њихове биолошке особине.

3. Научни циљ истраживања

На основу разматрања пријаве докторске дисертације коју је кандидат поднео, Комисија сматра да су научни циљеви истраживања:

- изоловање полисахаридних екстраката из одабраних врста виших гљива
- квантификација укупних угљених хидрата, као и α - и β -глюкана
- ензимска модификација полисахаридних екстраката,
- хемијска карактеризација добијених екстраката
- испитивање антиоксидативних и антимикуробних својстава ензимски третираних и основних екстраката помоћу одабраних метода
- оцена биолошких својстава екстраката на основу упоредних резултата за наведене методе

4. Основне хипотезе од којих се полази

Народи далеког Истока већ вековима користе гљиве како у свакодневној исхрани тако и у медицинске сврхе, припремајући их на различите начине: у виду облога, чајева, тинктура, тоника, праха итд (Wasser, S.P., 2011.). У Западном свету је дуго владала својеврсна микофобија, а примена гљива је била врло ограничена, скоро занемарљива. Последњих тридесетак година научни кругови орјентишу се ка древним сазнањима азијских народа, потврђујући кроз бројна истраживања лековити учинак гљива (Choi et al., 2007.). Као најзначајније биоактивне компоненте означени су полисахариди виших гљива, који улазе у састав ћелијског зида, а за које се показало да испољавају снажно дејство на човеков организам, посебно путем имунорегулације, при чему нема појаве нежељених ефеката или токсичног дејства. Свака врста гљиве испољава различите ефекте у односу на многа дисфункционална стања организма захваљујући разноврсности полисахарида који их изграђују, тачније саме структуре полисахарида. Осим што се могу јавити као самостални- хомополисахариди, често у своју структуру укључују и друге молекуле (нпр. протеине, уронске киселине, микроелементе) организоване тако да представљају лако усвојиве форме за човеков метаболизам (Ooi и Liu, 2000.) Осим по структури, разликују се и по молекулској маси, конформацији, наелектрисању. У литератури су и бројни подаци о додатној могућности адаптације полисахарида гљива, у циљу ефикаснијег деловања у конкретним случајевима (Ma et al., 2012.). На основу изнетих података али и недовољне експлоатације ензима у ове сврхе предпостављено је да ће се третирањем полисахаридних екстраката одабраним ензимима утицати на структуру молекула, чиме ће се изменити и њихове функционалне и биолошке особине, а ефекат промена оценити кроз одабране антиоксидативне и антимикуробне методе. У том смислу, сматра се да ће резултати пружити доказе о хемијском саставу и биолошким својствима екстраката одабраних врста гљива и меру ефекта примењене ензимске модификације на биолошку ефикасност полисахаридних екстраката.

5. Методе и материјал који ће се користити у истраживањима

У раду ће се користити три врсте гљива:

- 1) *Fomes fomentarius* – изолат из природе, планина Гоч
- 2) *Auricularia auricula-judae* - комерцијални производ (плодоносна тела), пореклом из Кине
- 3) *Hericium erinaceus* - комерцијални производ (плодоносна тела), пореклом из Кине

Од сувих плодноносних тела гљива припремаће се три типа екстракта:

- врели (сирови) водени екстракт, који ће се добити врелом воденом екстракцијом и алкохолном преципитацијом
- пречишћени водени екстракт, који ће се добити врелом воденом екстракцијом и алкохолном преципитацијом, након чега ће бити подвргнут дијализи
- врели (сирови) алкални екстракт, који ће се добити врелом алкалном екстракцијом и алкохолном преципитацијом (Klaus et al., 2011.)

Врела водена екстракција: раствор праха плодносног тела у Milli-Q води биће подвргнут поступку вреле водене екстракције у аутоклаву на 120°C, 45 min. Охлађени раствор ће се центрифугирати, талог ће се користити за врелу алкалну екстракцију, а супернатант ће се користити за алкохолну преципитацију са дупло већом запремином 96% етанола. После 24 h на 4°C центрифугирањем ће се одвојити талог који ће се осушити под вакумом на 45°C. Добијени суви прах је сирови водени екстракт.

Пречишћавање дијализом: сирови полисахаридни екстракт биће растворен у Milli-Q води и дијализиран у мембрани која задржава молекуле веће од 10 kDa. Мембрана ће бити потопљена у Milli-Q воду и остављена на магнетној мешалици 24 h. После 24 h на 20°C центрифугирањем ће се одвојити талог који ће се осушити под вакумом на 45°C. Суви прах ће бити пречишћени водени екстракт.

Врела алкална екстракција: талогу добијеном после третмана у аутоклаву при врелој воденој екстракцији додаће се 1 M NaOH и извршиће се екстракција на 120°C, 45 min. После неутрализације до pH 7 са конц. CH₃COOH и центрифугирања, супернатанту ће се додати дупло већа запремина 96% етанола. После 24 h на 4°C центрифугирањем ће се одвојити талог који ће се осушити под вакумом на 45°C. Суви прах ће бити алкални екстракт.

Ензимска модификација: Припремљени полисахаридни екстракти биће подвргнути ензимској хидролизи применом следећих ензима: α-амилаза, β-амилаза и изоамилаза. Конкретан ензим ће се мешати са раствором полисахаридних екстраката одговарајуће концентрације у фосфатном пуферу, pH 6,0 (за α- и β-амилазу) тј ацетатном пуферу, pH 3,5 (за изоамилазу). Смеша ће се потом инкубирати на температури од 30-40°C, у трајању од 30 минута за α- и β-амилазу и 60 минута за изоамилазу. Реакција ће бити заустављена потапањем реакционе смеше у кључало водено купатило у трајању од 10 минута. На описани начин биће добијени модификовани полисахаридни екстракти.

- **Антиоксидативне особине:** испитивање антиоксидативних особина екстраката биће урађено методама:

- способност хватања 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl радикала
- редукциона способност
- антиоксидативна активност
- способност хелирања јона гвожђа

Способност хватања 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl радикала: у првој серији експеримената сваки прах полисахарида у Milli-Q води меша се са раствором DPPH, а у другој серији са раствором DMSO. После 40 min стајања у мраку на 20°C, спектрофотометријски ће се мерити апсорбанце на 517 nm. Аскорбинска киселина, ВНТ и α -токоферол биће коришћени као позитивне контроле. За сваки узорак биће израчуната EC_{50} вредност која представља ефективну концентрацију екстракта (mg екстракта/ml) при којој се ухвати 50% DPPH радикала. Ова вредност ће се добити интерполацијом из линеарне регресионе анализе.

Редукциона способност: сваки прах полисахарида у Milli-Q води мешаће се са 0.2 М натријум фосфатним пуфером, рН 6.6 и 1% калијум ферицијанидом. затим ће се додати 10% TFA. После центрифугирања горњем слоју ће се додати Milli-Q вода и 0.1% фери хлорида. Апсорбанца ће се мерити спектрофотометријски на 700 nm. Као позитивна контрола користиће се аскорбинска киселина. Виша вредност апсорбанце указује на вишу редукциону способност. За сваки узорак биће израчуната EC_{50} вредност која је ефективна концентрација екстракта (mg екстракта/ml) при којој је апсорбанца 0.5

Антиоксидативна активност: биће примењена коњуген диенска метода код које се сваки прах полисахарида у Milli-Q води меша са 10 mM емулзијом линолеинске киселине у 0.2 М натријум фосфатном пуферу, рН 6.5. 6.5 mM Tween 20 биће додат ради стабилизације емулзије. После 15 h инкубирања у мраку, на 37°C, уз стално мешање, биће узет аликвот коме ће се додати апсолутни метанол. После центрифугирања ће се узети супернатант коме ће се мерити апсорбанца спектрофотометријски на 234 nm. Као позитивне контроле користиће се аскорбинска киселина и α -токоферол. За сваки узорак биће израчуната EC_{50} вредност која представља ефективну концентрацију екстракта (mg екстракта/ml) при којој је антиоксидативна активност 50%.

Способност хелирања јона гвожђа: сваком праху полисахарида у Milli-Q води додаће се 2 mM феро хлорида, а реакција ће се иницирати додатком 5 mM ферозина. После 10 min на собној температури мериће се апсорбанца спектрофотометријски на 562 nm. Позитивне контроле биће лимунска киселина и EDTA (етилендиаминтетрасирћетна киселина). Нижа апсорбанца указује на вишу способност хелирања јона гвожђа. Вредност EC_{50} (mg екстракта/ml) је ефективна концентрација при којој се хелира 50% јона гвожђа (Klaus et al., 2011.).

Антимикробна својства: испитиваће се помоћу три методе:

- методом дифузије са филтер дискова
- методом минималне инхибиторне концентрације (MIC)
- методом формирања криве раста

Метод дифузије са филтер дискова: Број микроорганизама биће подешен на око 10^6 CFU/ml. Петри кутије биће инокулисане са 0.2 ml суспензије микроорганизама и прекривене са 20 ml одговарајућег агара. На сваки агар биће стављена три филтер диска (Schleicher & Schuell, пречника 6mm) и на сваки диск ће бити додато 10 μ l полисахаридног

екстракта гљиве. Као слепа проба биће коришћен раствор фосфатног сланог пуфера (PBS) у коме ће се и растварати екстракти полисахарида. После инкубирања на одређеној температури мериће се зоне инхибиције. Из сваке зоне инхибиције узорак агара биће пребачен у одговарајући бујон и инкубиран на одређеној температури да би се проверило да ли је дејство полисахаридног екстракта микробицидно (остаје бистар бујон) или микробистатично (бујон се мути).

Метод минималне инхибиторне концентрације (MIC): Биће припремљена серија разређења екстракта у медијуму (Malt Broth), са инокулатом одабраног бактеријског или фунгалног соја (концентрације 0,1 µl/ml). Потом ће се извршити инокулација микротитарске плоче са 96 места- ћелија, која садржи по 100 µl хранљиве подлоге у свакој ћелији, са по 2 µl инокулата. Плоче ће бити инкубиране 24-48h на 37°C (за антибактеријско деловање), односно 25°C за фунгално деловање, а затим ће се вршити читавање помоћу бинокуларног микроскопа. Као најмања инхибирајућа концентрација екстракта биће узета она код које нема видљивог раста бактерија/квасаца. Најмања концентрација без видљивог раста биће дефинисана као MIC, указујући да је 95,5% оригиналног инокулата убијено. Као позитивна контрола антимикубног деловања користиће се комерцијални антибиотици: гентамицин (за антибактеријско деловање) и нистатин (за антифунгално деловање) (Kim et al., 1996.).

Метод формирања криве раста: Почетни број ћелија радног микроорганизма биће подешен на око 10^7 CFU/ml, што ће представљати активiranу културу. Од ње ће се припремити серија разређења, те ће из разређења са око 10^5 CFU/ml бити узето 150 µl и пренето у хранљиви бујон. 1ml културе из хранљивог бујона биће помешан са 2,5mg полисахаридног екстракта гљиве, те ће се након снажног мешања направити серија децималних разређења (укупно четири). Петри кутије са претходно изливеним хранљивим агаром биће инокулисане са по 10 µl сваког од децималних разређења, и потом инкубиране на одређеној температури да би се проверило дејство полисахаридног екстракта: микробицидно (на агару се неће формирати колоније) или микробистатично (смањен број колонија и успорен пораст). Као слепа проба користиће се децимална разређења радне културе без додатог екстракта полисахарида гљива. Поступак формирања децималних разређења и преношења на агар ће се понављати након 3, 6, 9 и 24 сата. Након истека времена за инкубирање вршиће се пребројавање израслих колонија, што ће омогућити формирање криве раста која ће указати на коначни ефекат примењеног екстракта.

За утврђивање антимикубних својстава водених и алкалних екстраката полисахарида користиће се следеће врсте микроорганизама:

Грам позитивне врсте: *Staphylococcus aureus* ATCC 6538, *Enterococcus faecalis* ATCC 29212, *Geobacillus stearothermophilus* ATCC 7953, *Bacillus cereus* ATCC 10876, , *Listeria monocytogenes* ATCC 19112

Грам негативне врсте: *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, *Escherichia coli* ATCC 25922, *Escherichia coli* ATCC (O157:H7) ATCC 12900, *Salmonella enteritidis* (D) ATCC 13076, *Proteus hauseri* ATCC 13315, *Shigella sonnei* ATCC 29930, *Yersinia enterocolitica* ATCC 27729

Квасци: *Candida albicans* ATCC 24433, *Cryptococcus neoformans* ATCC 76484

Одређивање садржаја укупних угљених хидрата: примениће се фенол-сумпорна метода, а као стандард ће се користити D –глюкоза. Абсорбанце ће се мерити спектрофотометријски на 490 nm.

Одређивање садржаја α и β -глюкана: користиће се Mushroom β -glucan kit (K-YBGL, Megazyme Int., Wicklow, Ireland). Прах полисахарида ће бити подвргнут киселој хидролизи са 60 % H_2SO_4 , а затим третиран са 2 М КОН. После центрифугирања, од супернатанта узеоће се аликвот коме ће се додати мешавина егзо- β -(1 $\rightarrow$ 3)-D-глюканазе и β -глюкозидазе. За одређивање садржаја укупних глюкана додаће се глюкоза оксидаза/пероксидаза реагенс. Абсорбанце раствора анализираће се спектрофотометријски на 510 nm. За одређивање садржаја α -глюкана додаће се амилоглюкозидаза. Абсорбанце раствора анализираће се спектрофотометријски на 510. Садржај β -глюкана одредиће се као разлика укупних и α -глюкана.

Статистичка обрада података: све анализе биће урађене у трипликатима, а подаци изражени као средња вредност $\pm$ стандардна девијација. Експериментални подаци биће анализирани уз помоћ система ANOVA и Fisher's LSD, како би се утврдила значајност разлике ($p \leq 0.05$) између средњих вредности. Користиће се Free statistical regression calculations online за израчунавање EC_{50} вредности линеарном регресионом анализом. За статистичку анализу користиће се програм MS Excel (Microsoft Office 2007 Professional). Корелациони коефицијент, r , између антиоксидативних активности и садржаја полисахарида, као и између антиоксидативних активности и укупног садржаја фенола биће одређен коришћењем програма MS Excell (Microsoft Office 2007 Professioonal).

6. Биографија кандидата

Јована Вундук рођена је 04.07.1984. године у Београду, Република Србија. Основну школу и гимназију завршила је у Београду. На Пољопривредном факултету Универзитета у Београду, на катедри за Технолошку микробиологију, дипломирала је у септембру 2009. године, са просечном оценом 8,78 (осам седамдесет осам) у току студија. Дипломски рад под називом: “Утицај зеолита (Миназел и Миназел плус) и неких минералних сировина (каолинит, бентонит и апатит) на раст гљиве *Grifola frondosa*”, одбранила је са оценом 10 (десет). Школске 2010/2011. уписала је докторске студије на Пољопривредном факултету у Београду, на катедри за Технолошку микробиологију. Од 2011. године као стипендиста Министарства за науку и технолошки развој Републике Србије ангажована је на пројекту: “Развој нових инкапсулационих и ензимских технологија за производњу биокатализатора и биолошки активних компонената хране у циљу повећања њене конкурентности, квалитета и безбедности, III 46010”

Усавршавања:

- 7th Summer School of Environmental Chemistry and Ecotoxicology, RECETOX, Masaryk University, Brno, Czech Republic, 2011. (1 недеља)

7. Закључак и предлог

Кандидат, дипл. Инж. Јована Вундук, поднела је пријаву за израду докторске дисертације под насловом: „Хемијска карактеризација и биолошка својства полисахаридних екстраката гљива *Fomes fomentarius*, *Auricularia auricula-judae* и *Hericium erinaceus*”.

Увидом у предложени наслов и садржај пријаве докторске дисертације кандидата, као и анализом предложеног плана рада, циљева, и одабраних метода, Комисија сматра да је предложена тема као и начин реализације рада актуелан и интересантан како са научног становишта тако и у практичном смислу. Може се закључити да ће одабране методе омогућити успешну реализацију циљева предложених програмом докторске дисертације, те стицање нових и потпунијих сазнања у области одабране тематике, а која су од значаја и за савремену прехранбену производњу и трендове који се односе на добијање прехранбених производа са биолошки активним компонентама.

На основу претходно изнетог, Комисија даје позитивну оцену пријаве докторске дисертације и предлаже Наставно-научном већу да прихвати и одобри израду докторске дисертације дипл. инж. Јовани Вундук, под насловом: „Хемијска карактеризација и биолошка својства полисахаридних екстраката гљива *Fomes fomentarius*, *Auricularia auricula-judae* и *Hericium erinaceus*”.

Комисија предлаже за ментора дисертације проф. др Миомира Никшића, редовног професора Пољопривредног факултета Универзитета у Београду.

У Београду, 09.01.2013.

Комисија:

др Миомир Никшић, редовни професор
Универзитет у Београду-Пољопривредни факултет

др Анита Клаус, доцент
Универзитет у Београду-Пољопривредни факултет

др Драгица Јаковљевић, виши научни сарадник,
Универзитет у Београду-Институт за хемију,
технологију и металургију-Центар за хемију

ПРИЛОГ 1: Списак литературе која ће се користити у раду

1. Wang, H.X., Liu, W.K., Ng, T.B., Ooi, V.E.C., Chang, S.T., 1995., The immunomodulatory and antitumor activities of lectins from the mushroom *Tricholoma mongolicum*, Immunopharmacology, 31, 205-211
2. Halpern, G.M., 2007., Helaing mushrooms, Squareone publishers
3. Ren, L., Perera, C., Hemar, Y., 2011., Antitumor activity of mushroom polysaccharides(Review), The Royal Society of Chemistry, DOI: 10.1039/c2fo10279j
4. Cheung, P.C.K., 2008., Mushrooms as functional foods, A John Wiley & Sons, INC., Publication
5. Wasser, S.P., 2011., Current findings, future trends, and unsolved problems in studies of medicinal mushrooms, Appl. Microbiol. Biotechnol., 89, 1323-1332
6. Choi, D., Park, S., Ding, J., Cha, W., 2007., Effects of *Fomitopsis pinicola* extracts on antioxidant and antitumor activities, Biotechnology and Bioprocess Engineering, 12, 516- 524
7. Ooi, V.E.C., and Liu, F., 2000., Immunomodulation and anti-cancer activity of polysaccharide-protein complexes, Current Medicinal Chemistry, 715-729
8. Ma, L., Chen, H., Zhang, Y., Zhang, N., Fu, L., 2012., Chemical modification and antioxidant activities of polysaccharide from mushroom *Inonotus obliquus*, Carbohydrate Polymers, 89, 371-378
9. Klaus et al., 2011., Antioxidative activities and chemical characteriyation of polysaccharides extracted from the basidiomycet schizophyllum commune, LWT- Food Science and Technology, 1-7
10. Kim, D., Bae, E., Jang, I., Han, M.J., 1996., Anti Helicobacter pylori activity of mushrooms, Arch. Pharm. Res., 19, 447-449

ПРИЛОГ 2: Списак саопштених и објављених научних и стручних радова

1. Klaus, A., Kozarski, M., **Vunduk, J.**, Nikšić, M., 2012, Antioxidant Potential of Edible Mushroom *Grifola frondosa*, Ishranom do zdravlja u 21. veku, 12th Congress of Nutrition, October 31- november 3., Belgrade.
2. Klaus, A., Kozarski, M., **Vunduk, J.**, Nikšić, M., 2012, Antimicrobial potential of *Ganoderma spp.* polysaccharide extracts, Biological Food Safety & Quality, Proceedings of the International Conference, October 4-5., Belgrade, p. 84-86.
3. Đorđević, R., Nikićević, N., Leskošek-Čukalović, I., Nikšić, M., Despotović, S., Veljović, M., **Vunduk, J.**, 2012, The effect of fermentation conditions on polyphenol content of raspberry wine, Book of abstracts, 6th Central European Congress on Food, 23-26 May, Novi Sad, Serbia
4. Kalušević A., Đorđević R., Lević S., **Vunduk J.**, Leskošek-Čukalović I., Nikićević N., Nedović V., 2012, Raspberry wine fermentation by immobilized yeast cells, Proceedings of the 20th International Conference on Bioencapsulation, Neufeld r., Gu F., Hoelsli C (eds.) 150-151. Orillia, Canada: Queens University

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ

Име и презиме ментора: **Миомир Никшић**

Звање: **редовни професор**

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. **Niksic, M.**, Niebuhr, S., Dickson, S.J., Mendonca, A., Koziczowski, J. and Ellingson. J. (2005) Survival of *Listeria monocytogenes* and *Escherichia coli* 0157:H7 during sauerkraut fermentation. *Journal of Food Protection*. Vol 68, No 7, 1367-1374
2. Petrovic, T., **Niksic, M.**, and Bringel, F. (2006): Strain typing with ISLp11 in lactobacilli. *FEMS Microbiology Letters*. Vol 255, Issue 1 p.1-10.
3. Klaus A., Kozarski M., **Nikšić, M.**, Jakovljević D., Todorović N., van Griensven Leo JLD, (2011), Antioxidative Activities And Chemical Characterization Of Polysaccharides Extracted From The Basidiomycete *Schizophyllum commune*, *LWT-Food Science and Technology*, Volume 44, Issue 10, 2005-2011.
4. Kozarski M., Klaus A., **Nikšić, M.**, Jakovljević D., Johannes P.F.G. Helsper, van Griensven Leo 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*, Volume 129, Issue 4, 1667-1675.
5. Leskosek-Cukalovic, S. Despotovic, N. Lakic, **M. Niksic**, V. Nedovic, V. Tesevic (2010): *Ganoderma lucidum* — Medical mushroom as a raw material for beer with enhanced functional properties, *Food Research International* 43, 2262–2269.

Заокружити одговарајућу опцију (А, Б, В или Г):

А) У случају менторства дисертације на докторским студијама у групацији техничко-технолошких, природно-математичких и медицинских наука ментор треба да има најмање три рада са SCI, SSCI, AHCI или SCIE листе, као и Math-Net.Ru листе.

Б) У случају менторства дисертације на докторским студијама у групацији друштвено-хуманистичких наука ментор треба да има најмање три рада са релевантне листе научних часописа (Релевантна листа научних часописа обухвата SCI, SSCI, AHCI и SCIE листе, као и ERIH листу, листу часописа које је Министарство за науку класификовало као M24 и додатну листу часописа коју ће, на предлог универзитета, донети Национални савет за високо образовање. Посебно се вреднују и монографије које Министарство науке класификује као M11, M12, M13, M14, M41 и M51).

В) У случају израде докторске дисертације према ранијим прописима за кандидате који су стекли академски назив магистра наука ментор треба да има пет радова (референци) које га, по оцени Већа научних области, квалификују за ментора односно дисертације.

Г) У случају да у ужој научној области нема квалификованих наставника, приложити одлуку Већа докторских студија о именовању редовног професора за ментора.

Датум: 08.01.2013.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТ