

Универзитет у Београду, Институт за хемију, технологију и металургију,

Институт од националног значаја за Републику Србију

РЕЗИМЕ ИЗВЕШТАЈА О КАНДИДАТУ ЗА СТИЦАЊЕ НАУЧНОГ ЗВАЊА

I Општи подаци о кандидату

Име и презиме: Ирена Новаковић

Година рођења: 1975.

ЈМБГ: 0302975747030

Назив институције у којој је кандидат стално запослен: Универзитет у Београду, Институт за хемију, технологију и металургију, Институт од националног значаја за Републику Србију

Дипломирала: 2000. године на Хемијском факултету Универзитета у Београду

Магистрирала: 2005. године на Хемијском факултету Универзитета у Београду

Докторирала: 2012. године на Хемијском факултету Универзитета у Београду

Постојеће научно звање: виши научни сарадник

Научно звање које се тражи: научни саветник

Област науке у којој се тражи звање: природно-математичке науке

Грана науке у којој се тражи звање: хемија

Научна дисциплина у којој се тражи звање: медицинска хемија

Назив научног матичног одбора којем се захтев упућује: Матични одбор за хемију

II Датум избора у научно звање:

Научни сарадник: 29.05.2013. године

Виши научни сарадник: 26.09.2018. године

III Научноистраживачки резултати (Прилог 1. и 2. правилника):

1. Монографије, монографске студије, тематски зборници, лексикографске и картографске публикације међународног значаја (уз доношење на увид) (M10):

број	вредност	укупно
------	----------	--------

M11 =

M12 =

M13 =

M14 =

M15 =

M16 =

M17 =

M18 =

2. Радови објављени у научним часописима међународног значаја, научна критика; уређивање часописа (M20):

	број	вредност	укупно
M21a (15 аутора)	1	3,85	3,85
M21 (16 аутора)	1	2,86	2,86
M21 (14 аутора)	2	3,33	6,66
M21 (13 аутора)	2	3,64	7,28
M21 (12 аутора)	1	4,00	4,00
M21 (10 аутора)	1	5,00	5,00
M21 (8 аутора)	1	6,67	6,67
M21 (до 7 аутора)	1	8,00	8,00
M22 (10 аутора)	1	3,12	3,12
M22 (8 аутора)	3	4,17	12,51
M22 (до 7 аутора)	4	5,00	20,00
M23 (8 аутора)	1	2,50	2,50
M23 (до 7 аутора)	3	3,00	9,00

M24 =

M25 =

M26 =

M27 =

M28a =

M286 =

M29a =

M296 =

M29b =

3. Зборници са међународних научних скупова (M30):

	број	вредност	укупно
M31 =			
M32 =			
M33 =			
M34 =			
M35 =			

M36 =

4. Монографије националног значаја (М40):

број	вредност	укупно
------	----------	--------

M41 =

M42 =

M43 =

M44 =

M45 =

M46 =

M47 =

M48 =

M49 =

5. Радови у часописима националног значаја (М50):

број	вредност	укупно
------	----------	--------

M51 =

M52 =

M53 =

M54 =

M55 =

M56 =

M57 =

6. Предавања по позиву на скуповима националног значаја (М60):

број	вредност	укупно
------	----------	--------

M61 =

M62 =

M63 =

M64 = 7 0,2 1,4

M65 =

M66 =

M67 =

M68 =

M69 =

7. Одбрана докторска дисертација (М70):

број	вредност	укупно
------	----------	--------

М70 =

8. Техничка решења (М80)

број	вредност	укупно
------	----------	--------

М81 =

М82 =

М83 =

М84 =

М85 =

М86 =

М87 =

9. Патенти (М90):

број	вредност	укупно
------	----------	--------

М91 =

М92 =

М93 =

М94 =

М95 =

М96 =

М97 =

М98 =

М99 =

10. Изведена дела, награде, студије, изложбе, жирирања и кустоски рад од међународног значаја (М100):

М101 =

М102=

М103=

М104 =

М105 =

М106 =

М107 =

11. Изведена дела, награде, студије, изложбе од националног значаја (М100):

М108 =

M109 =

M110 =

M111 =

M112 =

12. Документи припремљени у вези са креирањем и анализом јавних политика (M120):

M121 =

M122 =

M123 =

M124 =

Укупно M=92,85

IV Квалитативна оцена научног доприноса (Прилог 1. Правилника):

4.1. Показатељи успеха у научном раду:

(Награде и признања за научни рад додељене од стране релевантних научних институција и друштава; уводна предавања на научним конференцијама и друга предавања по позиву; чланства у одборима међународних научних конференција; чланства у одборима научних друштава; чланства у уређивачким одборима часописа, уређивање монографија, рецензије научних радова и пројекта).

Др Ирена Новаковић је рецензирала научне радове за Food and Chemical Toxicology (M21a), Frontiers in Chemistry (M21), Processes (M22), Current Organic Chemistry (M22), Journal of the Serbian Chemical Society (M23).

Докази су у прилогу 1.

4.2. Ангажованост у развоју услова за научни рад, образовању и формирању научних кадрова:

(Допринос развоју науке у земљи; менторство при изради мастер, магистарских и докторских радова, руковођење специјалистичким радовима; педагошки рад; међународна сарадња; организација научних скупова).

4.2.1. Менторство при изради мастер, магистарских и докторских радова

Др Ирена Новаковић је била ментор за израду докторске дисертације др Јоване Вилипинић под насловом "Добијање и испитивање биолошке активности аминокиселинских деривата аварона и *tert*-бутил хинона". Докторска дисертација је одбрањена 29.9.2017. године на Хемијском факултету Универзитета у Београду. У оквиру ове докторске дисертације, публиковани су радови Б1.6. и Б1.17.

Доказ о менторству је у прилогу 2.

Кандидаткиња је била ментор и за израду докторске дисертације др Марка Јеремића под насловом "Добијање алкиламино и аралкиламино деривата маринског хинона аварона и модел-једињења и испитивање њихове цитотоксичне и антибактеријске активности". Докторска дисертација је одбрањена 28.9.2018. године

на Хемијском факултету Универзитета у Београду. Резултати добијени у оквиру ове докторске дисертације публиковани су у радовима А1.21. и Б1.1.

Доказ о менторству је у прилогу 3.

Кандидаткиња је ментор за израду докторске дисертације Јелене Ђорђевић под насловом "Биолошка активност алкилтио и арилтио деривата 2-*tert*-бутил-1,4-бензохинона". Dana 25.2.2021. године, Веће научних области природних наука је дало сагласност о прихваташњу теме. Израда докторске дисертације је при крају, а до сада су публиковани радови А1.14, А1.17. и А1.19.

Доказ о менторству је у прилогу 4.

Др Ирена Новаковић је била члан комисије за одбрану докторске дисертације др Марка Младеновића под насловом "Комбинаторне библиотеке одобраних природних и синтетских биолошки активних естара". Докторска дисертација је одбрањена 18.5.2017. године на Природно-математичком факултету, Департман за хемију, Универзитета у Нишу.

Доказ је у прилогу 5.

Др Ирена Новаковић је била и члан комисије за одбрану докторске дисертације др Маријане Живковић под насловом "Синтеза, карактеризација и биолошка активност деривата стероидних хидразона". Докторска дисертација је одбрањена 30.9.2019. године на Хемијском факултету Универзитета у Београду. Кандидаткиња је била активно укључена у саму израду дисертације из које су произашли заједнички радови А1.16, А1.20, Б1.2. и Б1.5.

Доказ је у прилогу 6.

Кандидаткиња је била члан комисије за преглед, оцену и одбрану мастер рада Јелене Ђорђевић под насловом "Испитивање мутагеног и генотоксичног потенцијала деривата *tert*-бутил хинона прокариотским SOS/*umu*C тестом и алкалним комет тестом на MRC-5 и HepG2 ћелијским линијама". Мастер рад је одбрањен 22.9.2017. године на Биолошком факултету Универзитета у Београду.

Доказ је у прилогу 7.

Др Ирена Новаковић је била члан комисије за преглед, оцену и одбрану мастер рада Јелене Дамњановић под насловом "Синтеза и биолошка активност алкиламино и аралкиламино деривата 2,3,5-триметил-1,4-бензохинона". Мастер рад је одбрањен 26.9.2018. године на Хемијском факултету Универзитета у Београду.

Доказ је у прилогу 8.

Кандидаткиња је била члан комисије за преглед, оцену и одбрану мастер рада Милице Томић под насловом "Синтеза и испитивање биолошке активности *p*-супституисаних фенилтио-деривата 2-*tert*-бутил-1,4-бензохинона". Мастер рад је одбрањен 29.10.2021. године на Хемијском факултету Универзитета у Београду.

Доказ је у прилогу 9.

Др Ирена Новаковић је била и члан комисије за преглед, оцену и одбрану специјалистичког рада Драгане Миловановић под насловом "Испитивање мутагеног и генотоксичног потенцијала аварола, аварона и његових деривата *SOS/umuC* тестом и алкалним комет тестом на ћелијској линији фибробластима плућа MRC-5". Специјалистички рад је одбрањен 28.10.2016. године на Биолошком факултету Универзитета у Београду.

Доказ је у прилогу 10.

Др Ирена Новаковић је била и члан комисије за преглед, оцену и одбрану завршног рада Снежане Селаковић под насловом "Синтеза, карактеризација и испитивање антибактеријске активности комплекса бакра(II) са метил-3-формил-4-хидроксибензоатом и *a*-дииминимина". Завршни рад је одбрањен 28.9.2018. године на Хемијском факултету Универзитета у Београду.

Доказ је у прилогу 11.

Кандидаткиња је била и члан комисије за преглед, оцену и одбрану завршног рада Јелене Гајић под насловом "Синтеза, карактеризација и испитивање биолошке активности алкилтио-деривата 2-*tert*-бутил-1,4-бензохинона". Завршни рад је одбрањен 10.7.2019. године на Хемијском факултету Универзитета у Београду.

Доказ је у прилогу 12.

Кандидаткиња је била и члан комисије за преглед, оцену и одбрану завршног рада Милице Томић под насловом "Синтеза и испитивање биолошке активности циклоалкилтио-деривата 2-*tert*-бутил-1,4-бензохинона". Завршни рад је одбрањен 25.9.2020. године на Хемијском факултету Универзитета у Београду.

Доказ је у прилогу 13.

Кандидаткиња је била и члан комисије за преглед, оцену и одбрану завршног рада Милице Јауковић под насловом "Синтеза и испитивање биолошке активности арилтио-деривата 2-*tert*-бутил-1,4-бензохинона". Завршни рад је одбрањен 30.9.2020. године на Хемијском факултету Универзитета у Београду.

Доказ је у прилогу 14.

Др Ирена Новаковић је била и члан комисије за преглед, оцену и одбрану завршног рада Андреја Ковачевића под насловом "Синтеза и испитивање биолошке активности арилтио и аралкилтио деривата 2-*tert*-бутил-1,4-бензохинона". Завршни рад је одбрањен 4.7.2022. године на Хемијском факултету Универзитета у Београду.

Доказ је у прилогу 15.

4.2.2. Чланство у комисијама за избор у звања

Др Ирена Новаковић је била члан комисије референата за избор Тамаре Петровић, истраживача-приправника Хемијског факултета у звање истраживач-сарадник.

Доказ је у прилогу 16.

Др Ирена Новаковић је била члан комисије референата за избор Теодоре Витомиров у звање асистента на Хемијском факултету Универзитета у Београду.

Доказ је у прилогу 17.

Др Ирена Новаковић је била члан комисије референата за избор Андреја Кукурузара у звање асистента на Хемијском факултету Универзитета у Београду.

Доказ је у прилогу 18.

4.2.3. Организација научних скупова

Др Ирена Новаковић је била део организационог одбора међународне научне конференције WGI+WG_s JOINT MEETING COST ACTION CM 1105 "From biomolecular recognition processes to design of innovative metallo-drugs" одржане у Београду, 11-12. септембра 2015. године.

Доказ у прилогу 19.

4.2.4. Међународна сарадња

Др Ирена Новаковић је била ангажована на билатералном пројекту између Републике Србије и Републике Словеније под називом "Структурни прелази протеина и њихово препознавање са малим молекулима: термодинамика у корелацији са функцијом" у периоду 2012–2013. године. Руководилац српског пројектног тима је био др Урош Анђелковић. У току реализације пројекта, др Ирена Новаковић је боравила у Љубљани где је на Институту Јожеф Штефан прошла тренинг за основе рада на ћелијским културама.

Доказ у прилогу 20.

Др Ирена Новаковић је била ангажована на билатералном пројекту између Републике Србије и Републике Црне Горе под називом "Изолација и терапијски потенцијал аварола на моделима неуродегенерације" у периоду 2019–2021. године. Руководилац српског пројектног тима је био проф. др Павле Анђус са Биолошког факултета Универзитета у Београду. У току пројектног периода, др Ирена Новаковић је боравила на Институту за биологију мора у Котору, где је обрађивала морске сунђере *Dysidea avara* и изоловала активну компоненту аварол из добијеног екстракта.

Доказ је у прилогу 21.

4.2.5. Педагошки рад

Др Ирена Новаковић је од 2005. године стални члан републичке комисије на такмичењу ученика средњих школа из хемије, у организацији Министарства просвете, науке и технолошког развоја и Српског хемијског друштва. Од 2014. године је и стални члан комисије Српске хемијске олимпијаде, изборног такмичења за Међународну хемијску олимпијаду (IChO), у организацији Министарства просвете, науке и технолошког развоја и Српског хемијског друштва. др Ирена Новаковић је била ангажована као инвигилатор на 53. и 54. Међународној хемијској олимпијади (IChO).

Докази су у прилогу 22.

Кандидаткиња је од 2009. године и стални члан комисије за организацију националног такмичења Grand Prix Chimique за ученике средњих хемијских школа. Године 2017. је била ангажована као експерт на међународном такмичењу Grand Prix Chimique, одржаном у Петници, 9-14. октобра.

Доказ у прилогу 23.

Др Ирена Новаковић је била један од рецензената Практикума из хемије за други разред гимназије, аутора Марине Влаховић и Бранке Кујовић, издавач Нови Логос, 2020. године.

Доказ је у прилогу 24.

Кандидаткиња је била и један од рецензената рукописа Молекуларна систематика – одабране области, аутора Саше Марића, Јелене Јовић, Симоне Сушник Бајец, Ива Тошевског и Давида Станковића, чији је издавач Биолошки факултет Универзитета у Београду.

Доказ је у прилогу 25.

Др Ирена Новаковић је члан Управног одбора Српског хемијског друштва.

4.3. Организација научног рада:

(Руковођење пројектима, потпројектима и задацима; технолошки пројекти, патенти, иновације и резултати примењени у пракси; руковођење научним и стручним друштвима; значајне активности у комисијама и телима министарства надлежног за послове науке и технолошког развоја и другим телима везаних за научну делатност; руковођење научним институцијама).

4.3.1. Руковођење пројектима, потпројектима и задацима

Др Ирена Новаковић је као истраживач била ангажована на националним пројектима основних истраживања број ОИ 172055 под насловом "Интеракције природних производа, њихових деривата и комплексних једињења са протеинима и нуклеинским киселинама" и ОИ 172048 "Производња, изоловање и карактеризација ензима и малих молекула и њихова примена у растворном и имобилизованим облику у биотехнологији хране, биогоривима и заштити животне средине", које је финансирало Министарство за просвету, науку и технолошки развој Републике Србије. У оквиру пројекта ОИ 172055, водила је пројектни задатак "Биолошки потенцијал хинонских и комплексних једињења", који је наставила да води и по завршетку пројектног периода.

Доказ у прилогу 26.

4.4. Квалитет научних резултата:

(Утицајност; параметри квалитета часописа и позитивна цитираност кандидатових радова; ефективни број радова и број радова нормиран на основу броја коаутора; степен самосталности и степен учешћа у реализацији радова у научним центрима у земљи и иностранству; допринос кандидата реализацији коауторских радова; значај радова).

4.4.1. Утицајност

Др Ирена Новаковић је коаутор укупно 49 научних радова објављених у међународним часописима са SCI листе, од којих су два објављена у међународном часопису изузетних вредности M21a, 18 радова је објављено у врхунским

међународним часописима M21, 13 радова у истакнутим међународним часописима M22, док је 16 радова објављено у међународним часописима M23. Од двадесет радова (категорије M21a и M21) један рад је објављен у часопису са импакт фактором (ИФ) већим од 7 (A1.11), један рад је објављен у часопису са ИФ већим од 5 (B1.9), седам радова у часописима са ИФ већим од 4 (A1.2, A1.3, A1.5, B1.1, B1.2, B1.3, B1.7), док је осам радова објављено у часописима са импакт фактором већим од 3 (A1.4, A1.6, A1.7, A1.8, B1.4, B1.5, B1.8, B1.10). Од радова из категорије M22, два рада су објављена у часописима са ИФ већим од 3,5 (A1.11, A1.13), три рада је објављено у часописима са ИФ већим од 3 (A1.14, B1.12, B1.13), док је четири рада објављено у часописима са ИФ већим од 2 (A1.16, A1.17, B1.14, B1.15). Укупан досадашњи збир M20 поена у којима је кандидаткиња коаутор износи 222,45, а збир ИФ свих објављених радова 127,523.

После избора у звање виши научни сарадник, др Ирена Новаковић је коаутор на 22 објављена рада, од којих је један објављен у међународном часопису изузетних вредности M21a, девет у врхунским међународним часописима M21, осам у истакнутим међународним часописима M22 и четири рада у међународним часописима. Од ових радова, један рад је објављен у часопису са ИФ већим од 7 (A1.1), три рада су објављена у часописима са ИФ већим од 4 (A1.2, A1.3, A1.5), седам радова је објављено у часописима са ИФ већим од 3 (A1.4, A1.6, A1.7, A1.8, A1.11, A1.13, A1.14), док су три рада објављена у часопису са ИФ већим од 2,5 (A1.9, A1.10, A1.16). Збир свих ИФ у којима је кандидаткиња коаутор након избора у звање виши научни сарадник је 67,172.

Цитираност радова према Scopus бази података износи 458, без аутоцитата. Хиршов индекс, h-индекс износи 13, без аутоцитата. [Доказ: Листа цитата из Scopus базе података.](#)

4.4.2. Параметри квалитета часописа и позитивна цитираност кандидатових радова

Рад	ИФ часописа	Број цитата (без автоцитата)	Рад	ИФ часописа	Број цитата (без автоцитата)
A1.1.	7,088	2	B1.1.	4,519	2
A1.2.	4,072	0	B1.2.	4,561	11
A1.3.	4,569	5	B1.3.	4,177	19
A1.4.	3,756	1	B1.4.	3,840	20
A1.5.	4,336	1	B1.5.	3,840	12
A1.6.	3,916	3	B1.6.	2,951	5
A1.7.	3,935	7	B1.7.	4,049	18
A1.8.	3,867	5	B1.8.	3,153	3
A1.9.	2,988	28	B1.9.	5,002	9
A1.10.	2,861	10	B1.10.	3,269	23
A1.11.	3,841	0	B1.11.	1,385	14
A1.12.	1,751	1	B1.12.	3,096	12
A1.13.	3,841	9	B1.13.	3,106	22
A1.14.	3,356	3	B1.14.	2,322	39
A1.15.	1,751	7	B1.15.	2,143	31
A1.16.	2,523	2	B1.16.	0,970	15
A1.17.	2,405	5	B1.17.	0,970	0
A1.18.	1,716	13	B1.18.	0,970	6
A1.19.	1,240	0	B1.19.	0,970	10
A1.20.	1,240	0	B1.20.	0,912	3
A1.21.	1,015	0	B1.21.	0,791	2
A1.22.	0,978	8	B1.22.	0,536	0
Σ	67,172	110	B1.23.	0,940	47
			B1.24.	0,522	14
			B1.25.	0,522	5
			B1.26.	0,474	3
			B1.27.	0,361	3
			Σ	60,351	348

4.4.3. Ефективни број радова и број радова нормиран на основу броја коаутора

Кандидаткиња се бави истраживањима из области медицинске хемије која, због мултидисциплинарног приступа, подразумевају ангажовање већег број истраживача из различитих области. Овакав приступ омогућава свеобухватније проучавање биолошки активних једињења и публиковање радова у врхунским и изузетним часописима у овој области, са високим импакт факторима. Без обзира на квалитет публикација (о чему сведоче категорија часописа у којима су публиковани радови и укупан збир ИФ), услед мултидисциплинарности и ангажовања већег броја истраживача, радови подлежу нормирању према критеријумима који су наведени у Правилнику о поступку и начину вредновања и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата.

Радови објављени у научним часописима од међународног значаја М20 после избора у звање виши научни сарадник			
	Број	Вредност	Укупно
M21a, 15 аутора	1	3,85	3,85
M21, 16 аутора	1	2,86	2,86
M21, 14 аутора	2	3,33	6,66
M21, 13 аутора	2	3,64	7,28
M21, 12 аутора	1	4,00	4,00
M21, 10 аутора	1	5,00	5,00
M21, 8 аутора	1	6,67	6,67
M21, до 7 аутора	1	8,00	8,00
M22, 10 аутора	1	3,12	3,12
M22, 8 аутора	3	4,17	12,51
M22, до 7 аутора	4	5,00	20,00
M23, 8 аутора	1	2,50	2,50
M23, до 7 аутора	3	3,00	9,00
M20	22		91,45

4.4.4. Степен самосталности и степен учешћа у реализацији радова у научним центрима у земљи и иностранству. Допринос кандидата реализацији коауторских радова.

Др Ирена Новаковић се бави биоорганском и медицинском хемијом, успешна је у дизајнирању и синтези нових биолошки активних једињења, у развијању методологија за испитивање њиховог биолошког дејства, као и у тумачењу и презентацији добијених резултата.

Научно интересовање кандидаткиње се развија у више праваца. Један део истраживања обухвата рационални дизајн и синтезу биолошки активних једињења са хинонским мотивом у структури, као и проучавање, још увек недовољно испитаног, двоструког механизма њиховог дејства: алкиловање ћелијских нуклеофиле и генерисање реактивних кисеоничних врста који оштећују ћелије. Други део истраживања се односи на изоловање активних компоненти из природних извора, првенствено редокс паре хидрохинон/хинон из морског сунђера *Dysidea avara*.

Знање и искуство др Ирене Новаковић у синтези и проучавању биолошке активности хинона (сесквитерпенских хинона, бензохинона) и стероидних једињења преточено је кроз публикације A1.10, A1.22, B1.7, B1.8, B1.9, B1.10, B1.12, B1.13, B1.15, B1.23, B1.25, B1.26, B1.27, а њено интересовање за природне производе кроз публикације A1.7, A1.9, B1.11, B1.22. Током реализације радова, кандидаткиња је била ангажована у свим фазама реализације истраживања и публиковања, предлагала тему истраживања, руководила реализацијом истраживања, учествовала у реализацији значајног дела експерименталног дела истраживања, извршавала обраду резултата и припрему и реализацију рукописа публикације.

Кандидаткиња је показала изузетан степен самосталности и широк степен научног интересовања, те јој је поверено менторство за дисертације које су се бавиле проблематиком биолошки активних хинонских једињења. Као ментор докторских дисертација др Јоване Вилипић и др Марка Јеремића, одбрањених на Хемијском факултету Универзитета у Београду, успешно је учествовала у дефинисању и остваривању циљева дисертација, координирала радом, осмислила неопходне експерименате и учествовала у дискусији добијених резултата, о чему сведоче публиковани радови (A1.21, B1.1, B1.6. и B1.17), који су произашли као резултат израде наведених теза.

Др Ирена Новаковић је била и члан комисије за одбрану докторске дисертације др Маријане Живковић, одбрањене на Хемијском факултету Универзитета у Београду. С обзиром на искуство у раду са стероидним једињењима, кандидаткиња је била активно укључена у израду докторске дисертације. О овој сарадњи сведоче објављени радови (A1.16, A1.20, B1.2, B1.5) где је учествовала у осмишљавању и реализацији једног дела експеримената као и у писању научних радова који су произашли током реализације наведене докторске дисертације.

На основу континуалног проучавања механизма биолошког деловања хинонских једињења генерисањем слободних радикала, што подразумева и проучавање њихове токсичности и антиоксидативног потенцијала, кандидаткиња је дизајнирала нове серије биолошки активних деривата који показују већу активност, а смањену токсичност. Узимајући у обзир способност сумпора да хвата слободне радикале, што за последицу има смањивање токсичности и повећавање антиоксидативне активности, кандидаткиња је развила нови правац интересовања, а то је хемизам и биолошка активност тиодеривата хинона. Синтеза нових тиодеривата хинона развијена је кроз ангажовање кандидаткиње у изради претходно наведених завршних и мастер радова, где је била и члан комисија за одбрану (Прилози 9, 12, 13, 14, 15).

Остварени резултати, научна компетентност и самосталност у истраживачком раду кандидаткиње у проучавању хинонских једињења, омогућили су остваривање сарадње са колегама са Биолошког факултета Универзитета у Београду. Др Ирена Новаковић је ментор докторске дисертације Јелене Ђорђевић, која је у завршној фази израде, са темом испитивања биолошке активности тиодеривата бензихинона.

Кандидаткиња је успешно осмислила циљеве докторске дисертације, синтетичке путеве за добијање одговарајућих тиодеривата хинона, креирала и учествовала у реализацији појединих делова експеримената и учествовала у обради резултата и презентовању кроз научне публикације (A1.14, A1.17. и A1.19).

У оквиру пројекта ОИ 172055 "Интеракције природних производа, њихових деривата и комплексних једињења са протеинима и нуклеинским киселинама" од 2012. године, др Ирена Новаковић је водила пројектни задатак "Биолошки потенцијал хинонских и комплексних једињења", који је наставила да води и по завршетку пројектног периода, развијајући већ постојећу сарадњу са колегама са Хемијског, Пољопривредног, Биолошког факултета Универзитета у Београду, као и са колегама са Института за онкологију Републике Србије. Циљеви овог пројектног задатка су развијање методологије и прилагођавање техника рада за испитивање биолошке активности хинонских и комплексних једињења. С обзиром на искуство и овладано знање у испитивању хемијских и биолошких особина хинонских једињења, а у циљу континуалног усавршавања, кандидаткиња се успешно бави и проучавањем биолошке активности комплексних једињења. Као резултат овог дела истраживања, публиковани су радови A1.1, A1.2, A1.3, A1.4, A1.5, A1.6, A1.12, A1.15, A1.16, A1.18, B1.3, B1.4, B1.14. и B1.16. Допринос кандидата у реализацији ових публикација јесте развијање методологије за испитивање биолошке активности комплексних једињења, укључујући испитивање антимикробног, антиоксидативног и токсичног дејства добијених комплексних једињења, као и активно учествовање у писању самих публикација.

Као резултат самосталности у развијању методологија за изоловање, синтезу и испитивање нових биолошки активних једињења, као и континуалног проширивања научног интересовања и стеченог искуства, кандидаткиња је развила сарадњу и са другим истраживачким групама. Током тих сарадњи осмишљена су и развијена нова, биолошки активна једињења, што је резултирало публикацијама A1.8, A1.11, A1.13, A1.22, B1.18, B1.19. и B1.20. Кандидаткиња је осмислила већину експеримената у вези са испитивањем биолошке активности једињења, урадила део експеримената и активно учествовала у тумачењу добијених резултата и писању радова.

4.4.5. Значај радова

Др Ирена Новаковић успешно се бави фундаменталним истраживањима из области биоорганске и медицинске хемије која се одвијају у неколико правца. Један део истраживања обухвата дизајн и испитивање биолошког дејства хинонских једињења (сесквитерпенских хинона, бензохинона и стероидних хинона): проучавање интеракција са биомакромолекулима, као и могућност стварања реактивних кисеоничних врста једноелектронским и двоелектронским редукционим реакцијама. Научни допринос и значај публикованих радова кандидаткиње је у истраживању још увек недовољно јасног двоструког механизма дејства хинонских лекова. Ефекат који хинони имају у биолошком систему зависе од присуства супституената на хинонском језгру, који одређују јачину њихових оксидативних и електрофилних својстава, па је значај публикованих радова и у генерирању библиотеке различитих хинонских деривата која омогућавају даљи рационални развој нових биолошки активних једињења.

Други правац истраживања др Ирене Новаковић обухвата испитивање биолошке активности комплексних једињења прелазних метала. Нова област интересовања кандидаткиње је захтевала и њено стално усавршавање као истраживача. У радовима у којима су испитивана комплексна једињења, значај

истраживачког рада др Ирене Новаковић као и значај радова, јесте у развоју методологије за испитивање стабилности комплексних једињења како би се применила у биолошким експериментима, методологије за испитивање антиоксидативног потенцијала обожених активних једињења, као и методологије за испитивање антимикробне активности и токсичности у зависности од физичко-хемијских особина комплексних једињења.

Још један фокус истраживања др Ирене Новаковић јесте изоловање активних компоненти из природних производа и испитивање њиховог фармаколошког дејства. Примарно се бави изоловањем активних компоненти из сунђера, али своје интересовање шири и на изоловање компоненти из биљака, као и испитивање природних производа који показују антиоксидативна својства.

У периоду од избора у звање виши научни сарадник пет радова који се могу издвојити као најзначајнији су:

1. N. O. Đorđević, N. Todorović, I. T. Novaković, L. L. Pezo, B. Pejin, V. Maraš, V. V. Tešević, S. B. Pajović: Antioxidant Activity of Selected Polyphenolics in Yeast Cells: The Case Study of Montenegrin Merlot Wine, *Molecules*, **2018**, 23, 19711985

Допринос кандидаткиње у овом раду је испитивање антиоксидативне активности одабраних вина стандардним тестом, као и развој методологије за испитивање њихове антиоксидативне активности у ћелијској култури *S. cerevisiae*, третираној водоник-пероксидом. Поред тога, кандидаткиња је учествовала у реализацији значајног дела осталог експерименталног дела истраживања, извршавала обраду резултата и припрему и реализацију рукописа публикације. У овом раду испитан је и фенолни профил, стопа преживљавања, укупан садржај сулфхидрилних група, као и активност глутатион-пероксидазе, глутатион-редуктазе и каталазе у ћелијама стресираним водоник-пероксидом. Установљено је да већи садржај фенола побољшава антиоксидативну активност, а исти тренд је уочен и за катехин и галну киселину, најзаступљеније феноле у испитиваним узорцима. Конкретно, ћелије квасца стресиране водоник-пероксидом, претходно третиране узорком који је имао највећи садржај галне киселине, катехина и ресвератрола показале су највећу стопу преживљавања. Поред тога, на основу добијених резултата може се закључити да су заштитни ефекти узорака вина, првенствено последица активности глутатион-пероксидазе. Предтretман ћелијске културе испитиваним узорцима је указао на њихов заштитни ефекат на ћелије квасца под стресом.

2. S. Kolarević, D. Milovanović, M. Kračun-Kolarević, J. Kostić, K. Sunjog, R. Martinović, J. Đorđević, I. Novaković, D. Sladić, B. Vuković-Gačić: Evaluation of genotoxic potential of avarol, avarone, and its methoxy and methylamino derivatives in prokaryotic and eukaryotic test models, *Drug Chem. Toxicol.*, **2019**, 42, 130–139

Допринос кандидаткиње у овом раду је обрађивање морског сунђера *Dysidea avara* и изоловање сесквитерпенског хидрохинона из добијеног екстракта, а потом оксидација до одговарајућег хинона. Дизајнирала је и синтетисала одговарајуће деривате аварона, испитала акутну токсичност добијених једињења и активно учествовала у тумачењу добијених резултата и писању публикације. Поред токсичности једињења, у раду је процењен и мутагени и генотоксични потенцијал синтетисаних једињења упоређивањем са цитостатицима који се обично користе у хемотерапији (5-

флуорурацил, етопозид и цисплатин). Мутагени потенцијал је процењен SOS/umuC тестом на *Salmonella typhimurium* TA1535/pSK1002 соју, док је генотоксични потенцијал процењен коришћењем комет-теста на ћелијској линији хуманих фибробласта (MRC-5), ћелијској линији хуманог аденокарцинома (A549) и периферним ћелијама крви човека (HPBC). Добијени резултати су показали да аварол и аварон не испољавају мутагени/генотоксични потенцијал, док је 3'-(метиламино)-аварон испољио мутагено дејство тек након метаболичке активације. Резултати комет теста су недвосмислено показали да 3'-(метиламино)аварон и 3'-метоксиаварон имају значајан утицај на оштећења ДНК на MRC-5 ћелијској линији. На основу свих добијених резултата може се закључити да увођење електрон-донорских/електрон-акцепторских супституената на хинонско језгро утиче на мутагени и генотоксични потенцијал, што даје смернице за даљи рационални дизајн нових активних једињења са хинонским мотивом у структури.

3. J. Đorđević, S. Kolarević, J. Jovanović, J. Kostić-Vuković, I. Novaković, M. Jeremić, D. Sladić, B. Vuković-Gačić: Evaluation of genotoxic potential of *tert*-butylquinone and its derivatives in prokaryotic and eukaryotic test models, *Drug Chem. Toxicol.*, **2020**, 43, 522–530

На основу претходно добијених резултата и сазнања о утицају супституента на биолошку активност хинонских једињења, осмишљени су нови деривати за које се претпостављало да ће испољавати јачу активност, а истовремено слабију генотоксичност. Кандидаткиња је осмислила и синтетисала нове алкил и аралкил дерivate хиона, са циљем генерисања библиотеке активних хинонских терапеутика. Сама синтеза је подразумевала благу оксидацију хидрохиона до хиона и увођење супституената на хинонско језгро Мајкловом адхицијом. С обзиром на велико искуство у проучавању хинонских терапеутика, кандидаткиња је активно учествовала и у осмишљавању делова експеримената (испитивање нуклеазне активности једињења), као и у презентацији добијених резултата. Главни циљ рада је био испитивање да ли једињења која покажу фармаколошку активност имају непожељно дејство на молекул ДНК које може довести до нежељених ефеката у случају њихове употребе у лечењу болести. Стандардним тестовима је испитано мутагено и генотоксично дејство синтетисаних деривата, при чему су добијени резултати потврдили претпостављени утицај супституената. Наиме, испитивана једињења су показала слаб генотоксични потенцијал у прокариотском моделу, док је у еукариотским моделима уочен генотоксични потенцијал при највишим употребљеним концентрацијама, слабији у односу на контролна једињења бензо[а]пирен и етопозид. Што се тиче нуклеазне активности, ни основно једињење ни његови деривати нису показали интеракцију са плазмидом pUC19. Слаб генотоксични потенцијал тестираних једињења препоручује ове дерivate као добрe кандидате за даље испитивање у развоју нових антитуморских лекова.

4. S. B. Marković, N. Maciejewska, M. Olszewski, A. Višnjevac, A. Puerta, J. M. Padrón, I. Novaković, S. Kojić, H. S. Fernandes, S. F. Sousa, S. Ramotowska, A. Chylewska, M. Makowski, T. R. Todorović, N. R. Filipović: Study of the anticancer potential of Cd complexes of selenazoyl-hyrazones and their sulfur isosters, *Eur. J. Med. Chem.*, **2022**, 238, Article 114449

Допринос кандидаткиње у овом раду је у креирању органосумпорних лиганада, који би комплексирањем са јонима кадмијума показивали значајну антитуморску активност, у испитивању акутне токсичности добијених комплекса као и у обради резултата и писању рада. Без обзира на токсичност кадмијума, у овом раду је

показано да токсичност овог метала није константна особина и да у комплексним једињењима зависи од присуства одговарајућих лиганада. Комплекси кадмијума са биолошки утицајним тиазолил/селеназолил-хидразонским лигандима синтетисани су и тестирали на различитим типовима ћелија хуманог тумора, а добијени резултати су показали да је комплексирањем постигнут синергистички ефекат. Комплекси су показали чак два пута већу антиплиферативну активност у односу на активност самих лиганада према A549, HBL-100, HeLa и SW1573 ћелијама. Антитуморска активност ових комплекса је значајнија у поређењу са активношћу 5-флуорурацила и цисплатина, при чему једињења заснована на селену код T-47D ћелија изазивају апоптозу као ћелијску смрт активирањем каспаза 3 односно 7. Испитивање акутне токсичности ових једињења је показало да и поред високе токсичности самог јона кадмијума, добијени комплекси не показују токсичност тј. њихова токсичност је мања од токсичности цисплатина који се већ користи као хемотерапеутик. Испитана је и нуклеазна активност лиганада и синтетисаних комплекса према pBlueScript SK (-) плазмиду. Уочено је да лиганди не показују нуклеазну активност нити се ковалентно везују за плазмид, док су синтетисани комплекси показали нуклеазну активност, што је једно од могућих објашњења за њихово антиплиферативно дејство.

5. S. B. Kokanov, N. R. Filipović, A. Višnjevac, M. Nikolić, I. Novaković, G. Janjić, B. Barta Holló, S. Ramotowska, P. Nowicka, M. Makowski, Ö. Uğuz, A. Koca, T. R. Todorović: A detailed experimental and computational study of Cd complexes with pyridyl-based thiazolyl hydrazones, *Appl. Organomet. Chem.*, **2023**, 37, e6942

На основу резултата у претходним испитивањима у којима су комплексна једињења кадмијума показала значајну активност, у наставку истраживања извршено је детаљније експериментално и теоријско проучавање њиховог фармаколошког потенцијала. Допринос кандидаткиње у изради овог рада био је развој методологије за испитивање стабилности синтетисаних комплексних једињења у раствору, испитивање њихове антимикробне активности и антиоксидативне способности, као и активно учешће у презентацији добијених резултата. У овом раду, осим што је испитана стабилност комплекса, урађене су и *in situ* спектроелектрохемијске анализе комплекса да би се одредили редокс механизми и утицај супституената и електролита на њихове редокс одговоре. Синтетисани комплекси су показали бољи антиоксидативни капацитет него сами лиганди, а њихова способност хватања слободних радикала упоредива је са контролним једињењима тролоксом и аскорбинском киселином. Што се тиче антимикробне активности, синергистички ефекат након комплексирања је испољен код оба комплекса кадмијума, при чему је антибактеријска активност ових комплекса јача и од контролног антибиотика према скоро свим испитиваним сојевима бактерија. Поред саме токсичности јона кадмијума, полазна со кадмијума није показала значајну антибактеријску активност што је важан податак за даље истраживање у овој области. Молекулским докингом је испитано везивање синтетисаних комплекса за ДНК. Резултати указују да је потенцијално место везивања ових једињења мала бразда ДНК, где се позитивно наелектрисани комплекси везују за фосфодиестарску кичму молекула ДНК. Упркос постојању ароматичних прстенова у лигандима, није уочена интеркалација комплекса у молекуле ДНК, највероватније због великих стерних сметњи. Сви добијени резултати указују на велики потенцијал комплексних једињења кадмијума као потенцијално нових хемотерапеутика и антибиотика.

5. Квантитативна оцена научних резултата у погледу испуњености услова за стицање предложеног научног звања на основу коефицијената M

МИНИМАЛНИ КВАНТИТАТИВНИ ЗАХТЕВИ ЗА СТИЦАЊЕ НАУЧНОГ ЗВАЊА НАУЧНИ САВЕТНИК

За природно-математичке науке

Диференцијални услов – од првог избора у звање виши научни сарадник до избора у звање научни саветник	Потребно је да кандидат има најмање 70 поена, који треба да припадају следећим категоријама:	Неопходно	Остварено
Научни саветник	Укупно	70	92,85
Обавезни (1)	M10+M20+M31+M32+M33+M41+M42+M90	50	91,45
Обавезни (2)	M11+M12+M21+M22+M23	35	91,45

VI Закључак и предлог Комисије

На основу увида у приложену документацију и разматрања постигнутих и објављених резултата у научно-истраживачком раду кандидата, Комисија је дошла до закључка да досадашња научна активност др Ирене Новаковић представља значајан допринос у области биоорганске и медицинске хемије.

Од минималних 70 поена потребних за бирање у звање научни саветник др Ирена Новаковић је остварила 92,85; од потребних 50 у групи 1 (радови и међународне конференције) је остварила 91,45 и од потребних 35 из групе 2 (радови и тематски зборници) је остварила 91,45 поена.

Кандидаткиња је коаутор на укупно 49 научних радова објављених у међународним часописима са SCI листе, од којих су два објављена у међународном часопису изузетних вредности M21a, 18 радова је објављено у врхунским међународним часописима M21, 13 радова у истакнутим међународним часописима M22, док је 16 радова објављено у међународним часописима M23. Укупан досадашњи збир M20 поена у којима је кандидаткиња коаутор износи 222,45, а збир ИФ свих објављених радова 127,523.

После избора у звање виши научни сарадник, др Ирена Новаковић је коаутор на 22 објављена рада, од којих је један објављен у међународном часопису изузетних вредности M21a, девет у врхунским међународним часописима M21, осам у истакнутим међународним часописима M22 и четири рада у међународним часописима M23. Збир свих ИФ у којима је кандидаткиња коаутор након избора у звање виши научни сарадник је 67,172.

Цитираност радова према Scopus бази података износи 458, без аутоцитата. Хиршов индекс, h-индекс, износи 13 без аутоцитата.

Осим у научно-истраживачком раду, кандидаткиња је активна и у образовању и формирању научних кадрова. Ангажована је и као ментор или члан комисије, у складу са Законом о високошколском образовању, у реализацији докторских дисертација, мастер и завршних радова. др Ирена Новаковић је била ментор др Јовани Вилипић и др Марку Јеремићу, који су одбрањили докторске дисертације, а тренутно води израду докторске дисертације Јелене Ђорђевић, чија се одбрана очекује ускоро.

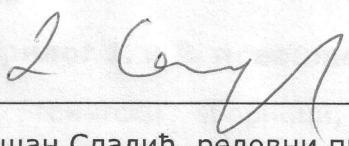
Др Ирена Новаковић је учествовала у реализацији више националних и међународних пројекта. У оквиру националног пројекта ОИ 172055 "Интеракције природних производа, њихових деривата и комплексних једињења са протеинима и нуклеинским киселинама" успешно руководи пројектним задатком "Биолошки потенцијал хинонских и комплексних једињења" о чему сведоче публиковани радови.

У промоцији науке и развитку научних кадрова др Ирена Новаковић је веома активна као члан комисије на градским и републичким такмичењима ученика средњих школа из хемије, као и Српској хемијској олимпијади, изборном такмичењу за Међународну хемијску олимпијаду (IChO). Др Ирена Новаковић је била ангажована као инвигилатор на 53. и 54. Међународној хемијској олимпијади (IChO). Кандидаткиња је и стални члан комисије за организацију националног такмичења Grand Prix Chimique за ученике средњих хемијских школа, а била је и члан жирија у својству експерта на међународном такмичењу Grand Prix Chimique 2017. године.

На основу приказане анализе и оцене постигнутих и објављених резултата, Комисија констатује да су резултати научно-истраживачког и стручног рада др Ирене Новаковић, вишег научног сарадника Центра за хемију, Института за хемију, технологију и металургију, Универзитета у Београду, значајни, и да кандидаткиња испуњава све формалне и суштинске услове за избор у звање научни саветник према Закону о научно истраживачкој делатности („Службени гласник РС”, бр. 49/19) и Правилнику о поступку и начину вредновања и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача („Службени гласник РС”, бр. 159 од 30. децембра 2020. године). Стoga, Комисија са посебним задовољством предлаже Научном већу Института за хемију, технологију и металургију у Београду да прихвати овај извештај и предлаже избор др Ирене Новаковић у звање научни саветник.

Председник комисије

У Београду
28.03.2023. године


др Душан Сладић, редовни професор

Хемијског факултета Универзитета у Београду