

РЕЦЕНЗИЯ

върху материалите, представени за конкурс за заемане на академична длъжност
„професор“

в област на висше образование **4. „Природни науки, математика и информатика“**,
професионално направление **4.2. „Химически науки“** (Аналитична химия),
обявен в Държавен вестник, бр. 5 от 17.01.2025 г.
за нуждите на Факултета по химия и фармация
Софийски университет „Св. Кл. Охридски“

Единствен кандидат в настоящия конкурс за заемане на академичната длъжност
„професор“ е доц. д-р **Иванка Григорова Дакова**,
ORCID:0000-0003-0334-5824, Scopus Author ID: 6508109293

Рецензент:

Галина Георгиева Генчева-Кисъовска, проф. д-р, Факултет по химия и фармация,
Софийски университет „Св. Климент Охридски“

Обща характеристика на постъпилите материали и представяне на кандидата

Представените материали за конкурса са в съответствие с изискванията на ЗРАСРБ, с Правилника за неговото приложение в СУ и препоръчителните критерии на Факултета по химия и фармация за ПН 4.2 Химически науки. Справката за изпълнение на националните изисквания по чл.26 от ЗРАСРБ и тези на ФХФ показва, че доц. д-р Иванка Дакова изпълнява и надвишава показателите в групите А, В, Г, Д, Е, Ж като събира 1245 т. (минимално изискване 760 т.). Няма данни и не са постъпили сигнали за плагиатство, с което изискването на чл. 2б, ал. 4 от ЗРАСРБ е спазено. За участие в конкурса тя е представила 22 публикации и хабилитационен труд.

*Доц. д-р Иванка Дакова завършва Химически факултет (сега ФХФ) на СУ „Св. Климент Охридски“ през 1984 г. и се дипломира като *Магистър по химия със специализация учител по химия и втора специалност физика*. Научната ѝ кариера започва като „*Научен сътрудник*“ в *Института по розата, етерично-маслените и лекарствени култури*, гр. Казанлък. В периода 1987 – 1990 г. е редовен докторант в Химически факултет на СУ. През 1994 г. придобива образователната и научна степен „доктор“ по ПН 4.2 Химически науки (*Химия на Високомолекулните съединения*) със защита на дисертация на тема: „Синтез и свойства на съполимери на метилметакрилата и метакриловата киселина и използването им за получаване на контролирано-отделящи лекарствени форми“ (Диплома от ВАК №23348/29.12.1994 г.). Научно-изследователската работа и академичната кариера в Катедра *Аналитична химия* на ХФ на СУ, доц. Дакова започва през 1999 г. (01.06.1999) в началото като главен специалист. От 2001 г. (11.12.2001 г.) с конкурс е заела академичната длъжност „асистент“ и в периода до 2012 г. заема последователно академичните длъжности „старши“ (2002 г.) и „главен асистент“ (2006 г.). От 17.12.2012, след конкурс е удостоена със званието „доцент“ в ПН 4.2 Химически науки (Аналитична химия).*

Учебно-преподавателската работа в областта на Аналитичната химия на доц. Дакова включва курсове по основни задължителни дисциплини в Бакалавърски програми на ФХФ, съответно „Аналитична химия – части I и II“ за специалности „Химия“, „Екохимия“, „Компютърна химия“ и курса „Методи за разделяне и концентриране“ за направление „Аналитична химия“ от специалност „Химия“, и за

Бакалавърска програма „Биотехнология“ на Биологически факултет курса - „Аналитична химия и методи за анализ“. Автор и титуляр е на два курса от Магистърските програми: „Съвременни спектрални и хроматографски методи за анализ“ и „Интелигентна аналитика“, съответно „Комбинирани и хибридни методи за анализ. Специационен анализ“ и „Разделяне и концентриране – зелени аналитични методи“.

Доц. Дакова работи интензивно със студенти, дипломанти и докторанти. Ръководител е на 17 успешно защитили дипломанта, като 12 от тях са след хабилитиране (6 студента от магистърските програми и 6 бакалаври). Съ-ръководител е и на 3-ма докторанта, успешно защитили дисертационните си трудове. Темите на дипломните работи и на дисертациите са насочени към разработване на нови полимерни материали: композитни материали, йон-отпечатани полимери, неорганично-органични хибридни материали и др. с аналитично приложение като твърдофазни сорбенти за селективна екстракция и селективни определения на токсични компоненти в обекти от околната среда, храни и др.

Научно-изследователска дейност на доц. Дакова в Катедра Аналитична химия на ФХФ е посветена на приложение на полимерните материали при решаване на задачи на аналитиката в области като *Разделяне и концентриране*, *Специационен анализ* и др., а научните интереси са насочени към: синтез, охарактеризиране и аналитично приложение на полимерни гелове, йон-отпечатани полимери, хибридни органично-неорганични материали и други полимерни материали. Научните постижения в цялостната научно-изследователска дейност са отразени в 57 публикации, в които са включени и 2 глави от книги, 2 авторски свидетелства и 2 приложни разработки. Доказателство за отражението на научните изследвания в специфичните научни области са забелязаните 586 цитирания (по Scopus, без автоцитати) и количествената оценка, определена с индекса на цитируемост на Хирш – 13. Научните резултати е представила на 16 международни и 5 национални научни форума. Оценка за нивото на изследвания са и получените награди за най-добра постерна презентация на 6th Aegen Analytical Days (Turkey) и на 5th International Symposium on Recent Advances in Food Analysis , Prague, Czech Republic. Висока оценка за нивото на научни изследвания е и наградата „ПИТАГОР“ за *Лабораторията по "Аналитична атомна спектрометрия"* във ФХФ, на която доц. Дакова е член.

Проектната дейност е широко застъпена в научите изследвания на доц. Дакова. Тя е ръководител или член на колективите на общо 9 международни и национални научно-образователни проекта, като е ръководител на 2 от националните проекти. Ръководила е и 3 проекта, финансирани от Фонд „Научни изследвания“ при СУ. Сред тематиките, застъпени в научно-изследователската дейност по проектите, заслужава да се отбележат изследванията посветени на „Нови композитни материали за селективно определяне на токсични форми на химични елементи в проби от околната среда“ (2023-2025 г.); на „Нови материали като сорбенти за разделяне и концентриране на следи от замърсители в храни, напитки и проби от околната среда“ (2013 – 2016 г.), също така и проекти като „Синтез и охарактеризиране на нов хибриден сорбент за твърдофазна екстракция на триазинови хербициди в повърхностни води“ (2015 г.), както и „Йонно-отпечатани полимерни гелове като ефективни сорбенти за специационен анализ на желязо в повърхностни води“ (2017 г.), „Йонно-отпечатани полимери за определянето на уран в повърхностни води“ (2022 г.). Тези изследвания са насочени към решаване на специфични проблеми на Аналитичната химия и специационния анализ, а успешното приключване на проектите е доказателство за нивото на научните изследвания

Доц. Дакова притежава международно призната експертиза в областта на аналитичната химия. За това свидетелстват и големия брой поканени рецензии в научни списания като: *Analytica Chimica Acta*, *Analytical Chemistry*, *ACS Applied Materials & Interfaces*, *Talanta*, *Toxics* и др.

За участие в конкурса, доц. д-р Иванка Дакова е представила **22** научни труда, които са извън публикациите по конкурса за заемане на длъжност „доцент“ и всички принадлежат на областта на конкурса. От тях: **17** са отпечатани в издания, реферирани от световните бази данни (*Scopus* и *Web of Science*), **1** публикация е в списание с SJR, **2** глави от книги (реферирани в *Scopus*) и **2** са публикувани в пълен текст в сборници с редактор. От реферираните публикации, **9** попадат в списания с най-висок ранг – квартали Q1 и Q2 (според SJR и JCR, определени към годините на публикуване или най-близо до тях) и **8** публикации са в списания с квартали Q3 и Q4. В конкурса са включени и **2** глави от книги, реферирани в *Scopus*.

Научните постижения по отношение на изпълнението на минималните национални изисквания и на допълнителните критерии на СУ и ФХФ за заемане на академична длъжност „професор“ по групи от показатели, доц. д-р Иванка Дакова е представила както следва:

- **Група А:** защитен дисертационен труд за присъждане на ОНС „доктор“ – **50** точки (изискване – 50 т.)
- **Група В:** 5 публикации, които заместват хабилитационен труд, от които 2 статии са в списания с квартал Q1 (*Microchemical Journal (2014), Gels*), 2 статии в списания с Q2 (*Microchemical Journal (2017), Polymer International*) и 1 – с Q3 (*Turkish Journals of Chemistry*) – **105** точки (изискване - 100 т.). Публикациите са посветени на насочен синтез на нови полимерни материали с функционални свойства, определящи тяхното аналитично приложение като сорбенти за твърдофазна екстракция.
- **Група Г:** по показател 7: включени са 13 публикации (които не са включени в група В), от които 5 са публикувани в издания с Q1, 4 – в Q3, 3 – в Q1, и една публикация е с SJR и по показател 8: 2 глави от книги, реферирани в *Scopus* – **261** т. (изискване - 220 т.)
- **Група Д:** представени са 131 цитирания в научни издания, реферирани и индексирани в световните бази данни, от които само за публикации: *Microchemical Journal* 132 (2017) 238 – **33** цитата, *Journal of Analytical Atomic Spectrometry* – **25** цитата и *Microchemical Journal* 113 (2014) 42 – **45** цитата – общо: **262** точки (изискване – 120 т.)
- **Група Е:** Показател 13: съ-ръководител на 3 докторанта, Показатели 14 – 18: 5 участия в национални и 2 – в международни проекти, ръководство на 2 национални проекта с привлечени средства – **255** точки (изискване – 150 т.)
- **Група Ж:** h-фактор 13, въведени нови курсове – 2, защитили дипломанти – 12, статии извън тези от група Г – 2, ръководство на научни проекти извън тези от група Е – 3. Общо - **312** точки (изискване – 120 т.)

Всички категории и съответните показатели за оценка на научната и учебно-преподавателската дейност на кандидата са онагледени ясно и систематично с представените документи. Анализът на наукометричните данни показва, че доц. Дакова преизпълнява изискванията на ЗРАСРБ и Правилника за приложението му, както и допълнителните препоръчителни изисквания на СУ и ФХФ.

Оригинални научни приноси на кандидата

В изпълнение на препоръчителните критерии на ФХФ за заемане на академична длъжност „професор“, доц. Дакова е представила **хабилитационен труд**, озаглавен:

„Йон-отпечатани полимери за специационен анализ на живак, хром и желязо“, написан на основата на 5 публикации (2 - Q1, 2 - Q2, 1-Q3). Така, кандидатът очертава неоспоримия си научен принос при разработването и аналитичното приложение на нови полимерни материали като сорбенти в специационния анализ. Описани са методите на синтез, подчинени на изискването за постигане на висока селективност към конкретна химична форма на елемента. Показано е, че дизайнът на предложените синтетични пътища се основава на експериментално установени реакционни закономерности и на изучените характеристики на новите материали и функционалните им свойства като екстракционна ефективност, селективност и специфично отнасяне към химичната форма на елемента. Предложени са теоретични модели, на основата на които е обсъждан механизма на адсорбция. Значението на синтезираните нови полимерни материали е доказано с приложението им при определяне на съдържанието на химични форми на живак, желязо и хром в различни обекти и възможностите за прилагане в аналитичната практика.

Научните изследвания на доц. д-р Иванка Дакова, представени в материалите по конкурса са в областта на разделяне и количествено определяне на химични форми на токсични елементи и органични замърсители чрез твърдофазна екстракция в проби от околна среда, храни и напитки. За сорбенти са прилагани нови синтетични полимерни материали с генерирани активни центрове за специфично свързване на целевия аналит. Селективното разделяне чрез екстракция и количественото определяне на йони е предизвикателство за широк спектър от аналитични приложения. Предложените нови сорбенти дават надеждни аналитични решения и са основа за разработване на успешни аналитични процедури.

Синтезирани и структурно охарактеризирани са три класа полимерни материали: *йон-отпечатани полимери, функционализирани полимери и органично-неорганични хибридни материали*.

Основна част от научните изследвания на доц. Дакова са посветени на синтез, структура и аналитично приложение на **твърдофазни сорбенти на основата на йон-отпечатаните полимери (ИП)**. Това са полимерни материали, конструирани като сорбенти за твърдофазна екстракция и намират приложение в специационен анализ на следи от елементите: живак, желязо, хром и антимон, уран, арсен, мед в проби от околната среда, храни и напитки. Въпреки, че са сравнително нов клас синтетични материали, способността им да се свържат специфично с аналита ги определя като особено важни при решаване на различни задачи на аналитиката, свързани с концентриране, екстракция и отлъчване.

Получени са серия от йон-отпечатани полимери с прилагане на различни синтетични техники. Разработването на синтетичната процедура заема специално място в научните изследвания. Определящи са изборът на реагенти: мономер, омрежващ реагент, разтворител и особено важен е изборът на шаблон, който се включва при полимеризацията и след елуиране, освобождава кухина с подходящ размер за селективно задържане. Морфологията, структурата и съставът на йон-отпечатаните полимерни материали са охарактеризирани с редица инструментални методи, като AFM, FTIR, SEM, BET, елементен анализ, UV/Vis, термогравиметрия и др. Изучаването на физикохимичните и функционални свойства на получените нови материали е основа, на която допълнително се оптимизират условията за синтез. Данните за механизмите на адсорбция/десорбция насочват оптимизирането на параметрите на твърдофазна екстракция.

Така, за определяне на формите на Hg (Hg(II), CH₃Hg⁺) в повърхностни води [22, 21, 11] е синтезиран наноразмерен Hg(II) йон-отпечатан полимерен гел по т.н. „trapping“ техника. За шаблон е използван комплекса на Hg(II) с 1-пиролидиндитиокарбоксилна

киселина, който е инкорпориран в полимерната мрежа, получена чрез дисперсионна съполимеризация на мономера - метакрилова киселина и триметилпропан триметакрилат, като омрежващ реагент. Hg(II) йоните се отстраняват от полимерната мрежа чрез екстракция с подходящ елуент и така са формирани високоспецифични центрове, съответстващи по размер и координационна геометрия на Hg(II). Установено е, че в Hg(II)-отпечатаните полимери присъстват два различни по специфичност, центрове на задържане. Определени са условията за количествена сорбция/десорбция на Hg(II). Изучено е и влиянието на различни функционални мономери и шаблон с друг хелатообразуващ реагент върху сорбционните свойства на полимерния материал. Доказано е, че 1-винилимидазол съдържащия съполимерен гел се характеризира с голям капацитет и висока селективност към Hg(II) в присъствие на CH_3Hg^+ и йони, близки по отнасяния до Hg(II). Предложена е аналитична процедура за определяне на Hg(II) и CH_3Hg^+ в повърхностни води с точност, потвърдена с анализ на сертифициран референтен материал. Установени са границите на количествено определяне: 0.015 $\mu\text{g/L}$ за Hg(II) и 0.020 $\mu\text{g/L}$ за CH_3Hg^+ (7-12 % отн. станд. откл.).

За решаването на важна аналитична задача, а именно определяне съдържанието на желязо в различните степени на окисление, Fe(II) и Fe(III), са синтезирани няколко вида Fe(II)-йон-отпечатани полимерни гелове [10,15,16], които са приложени за специационен анализ на Fe(II)/Fe(III) във вино и повърхностни води. Изучено е влиянието на избора на функционален мономер и на хелатообразуващ лиганд върху сорбционния капацитет на получените полимери. Предложен е механизъм на сорбция на Fe(II), според който адсорбционният процес се контролира от химическо взаимодействие между анализа и сорбента, и определяща е повърхностната адсорбция, като скоростно определящ етап е масопеноса на анализа към сорбента [10].

С Fe(II)-ИПР, получен при съполимеризацията на 4-винилпиридин като мономер, триметилпропан триметакрилат като омрежващ реагент и шаблон – комплекс на Fe(II) с дипиридил е разработена аналитична процедура, основана на дисперсионната твърдофазна екстракция за определяне на Fe(II) и общото съдържание Fe(II) + Fe(III) в проби от вино. Постигната е граница на количествено определяне 0.1 mg/L. Йон-отпечатан полимер, но с шаблон комплекса на Fe(II) с 4-(-2-пиридилазорезорцинол) е основа за разработване на аналитична процедура за определяне на Fe(II)/Fe(III) в повърхностни води, като границата на откриване е 0.05 $\mu\text{g/L}$ за Fe(II) и Fe(III).

За една от трудните аналитични задачи, а именно разделяне и определяне на Cr(III) и Cr(VI) са синтезирани *повърхностно отпечатани* с хроматни аниони сорбенти [12, 17]. Синтезата се основава на нанасяне върху силикагел или SiO_2 на 3-метил-1-триметоксисилилпропилимидазол, предварително координиран с CrO_4^{2-} като шаблонен йон. Количествено разделяне на Cr(VI) (селективно задържан върху сорбента) от Cr(III) (останал в разтвора) е постигнато при рН в интервала 2-3. Сорбентът, получен чрез нанасяне върху SiO_2 е използван за количествено определяне на Cr(VI) в текстилни стандарти в съответствие с международния стандарт ISO105-E04. Разработена е аналитична процедура която напълно отговаря на изискванията на международните разпоредби за текстил. Сорбентът е основа и за аналитична процедура за специационен анализ на Cr в повърхностни води, чиито аналитични характеристики отговарят на изискванията на Европейската директива 2009/90/ЕС.

Отпечатани Cr(III)-поли(винилалкохол)/натриев алгинат/AuNPs хидрогелни мембрани са използвани като сорбент за специационен анализ на хром във води [8]. Сорбентите са получени чрез смесване на поли(винилалкохол) и натриев алгинат като филмообразуващи материали, поли(етиленгликол) като порообразуващ агент, златни наночастици стабилизирани с натриев алгинат и Cr(III) като шаблон. Разработена е аналитична процедура за специационен анализ на Cr във води на основата на

дисперсионна твърдофазна екстракция на Cr(III). Границите на откриване и възпроизводимостта, постигнати при специационен анализ на Cr отговарят на изискванията на техния мониторинг във води.

За получаването на Sb(III) отпечатан полимер, като шаблон е използван 2-меркапто-Н-(2-нафтил)ацетамид [6]. Полимерът е използван за селективна твърдофазна екстракция, като е постигнато количествени разделяне на Sb(III) от Sb(V) при pH=8 и 25кратно концентриране. Приложената аналитична процедура показва добра прецизност и съответства на изискванията на законодателството на ЕС.

Йон-отпечатани полимери са получени и за селективна твърдофазна екстракция на следи от елементите уран, арсен и мед [6, 9, 13, 20]. При синтеза на U(VI) йон-отпечатаният полимер е използван комплекса на U(VI) с ПАР. Установено е, че полимерът притежава висока екстракционна ефективност и селективност в присъствие на други йони, което позволява приложението му при определяне на U(VI) [9]. Аналитичната процедура, предложена за определяне на U в повърхностни води се характеризира с ниски граници на откриване и добра възпроизводимост. Разработен и валидиран е метод, на основата на ICP-MS анализ при оптимизирани инструментални параметри, с прилагане на вътрешен стандарт [7]. Получените резултати показват ефективна корекция на преченията от матричните елементи. Предложената аналитична процедура се характеризира с граница на определяне от 0.04 µg/L за концентрации на U в интервала 0.04 – 50 µg/L .

Разработени са Cu(II)-йон-отпечатан полимер за аналитична процедура за селективно отлъчване и определяне на Cu в повърхностни води и As(V) йон-отпечатан полимер. За As(V)-полимера е доказан висок капацитет, бърза кинетика на сорбция/десорбция и добра механична и химична стабилност.

Друга област в научните изследвания на д-р Дакова е **дизайнът на полимерни материали и функционализирани полимерни материали за селективна твърдофазна екстракция на следи от елементи** [2-5, 14, 18]. Нов, модифициран с йонна течност полимерен гел, съдържащ метилимидазолиев групи , е получен с цел пригането му като сорбент за отрицателно заредени химични форми на елементите As, Au, Ir, Pd, Pt и Rh [3, 4]. Разработена и валидирана чрез анализ на сертифициран референтен материал е аналитична процедура за разделяне и определяне на As(III) и As(V) в повърхностни води. Нов функционализиран полимер [2] е синтезиран чрез утаечна съполимеризация на винилимидазол и триметилпропан триметацрилат и успешно приложен при екстракция и определяне на Sb(V) и Sb(III). Сорбентът е включен в аналитична процедура. Границите на аналитично измерени концентрации с ICP-OES за Sb(V) и Sb(III) са 4.2 µg/L и 3.4 µg/L. Аналитичната процедура показва, че методът е с добра точност, висока прецизност и успешно се прилага за нискоминерализирани води.

Публикациите [5, 14, 18] заслужават специално внимание. В тях доц. Дакова предава опита си за синтеза, функционалните свойства и аналитично приложение на полимерните материали, които тя и групата, с която работи са конструирали и приложили в аналитичната практика. Обсъдени са възможностите и ограниченията за приложение на полимерните материали като сорбенти в твърдофазната екстракция. Изведена е връзката между функционални свойства на полимерния материал и ефективност и селективност на твърдофазната екстракция. Обобщени са и условията за постигане на добри резултати в специационния анализ.

Дизайн на органично-неорганични хибридни материали за селективна твърдофазна екстракция на токсични елементи и органични замърсители [1, 19]

Най-новите изследвания на доц. Дакова са насочени към прилагане на нов органично-неорганичен хибриден материал като сорбент за твърдофазна екстракция на s-триазинови хирбициди. Доказани са високи аналитични добиви за изследваните

съединения: аметрин, атразин, пропазин, симазин, симетрин и тербутилазин) киселинност на средата при рН в интервала 7 - 8 . Разработена е аналитична процедура, базирана на твърдофазна екстракция на s-триазини върху новосинтезирания хибриден съполимер. Експериментите, проведени с различни типове води (питейна, езерна, речна) и постигнатите граници на определяне демонстрираха успешната приложимост на новия хибриден полимер при мониторинг на качеството на водите.

Ефективни сорбенти са конструирани и от нанокompозитни филми от хитозан или поливинил алкохол, натоварени с предварително синтезирани сребърни наночастици (AgNPs) и са изследвани като ефективни сорбенти за твърдофазна екстракция на различни химични елементи [19]. Нанокompозитните филми притежават много добри химични и механични свойства. Оценката на екстракционната им ефективност показва, че при оптимални химични параметри, количествено разделяне и концентриране на Al, Cd, Ni и Pb се постига с цитозан-съдържащите филми. Тези филми са въведени в аналитични схеми за определяне на приоритетни замърсители Cd, Pb и Ni в повърхностни води и на Al, Cd и Pb в хемодиализни разтвори. Достигнатите граници на определяне отговарят на приетите допустими норми.

Заклучение

Описаните научни приноси в изследванията на доц. Дакова са резултат от задълбочен експеримент в областта на органичния синтез на полимери и твърдофазната екстракция на аналити. Доц. Дакова работи в комплементарна област, съчетавайки уменията и знанията си в областта на полимерните материали с отличната подготовка на аналитик. Синтезирани са три серии от полимерни материали: йон-отпечатани полимери, органично-неорганични хибридни материали, функционализирани полимерни материали. В резултат на много прецизни изследвания е постигнат насочен синтез на полимерните материали със свойства, които да са предпоставка за специфично определяне, концентриране и отлъчване на форми на токсични елементи в проби от околната среда, храни и напитки. На основата на приложението на новите полимерни материали като сорбенти за твърдофазна екстракция са създадени аналитични процедури с възможности за приложение в рутинната лабораторна практика. Проведените изследвания ясно очертават приноса ѝ в екипа, с който тя работи. Анализът на материалите по конкурса и личното ми впечатление ми дават основание убедено да открия личния принос на доц. Дакова в разработването на синтетичните пътища за получаване на полимерните материали и физикохимичното им охарактеризиране, в разработване на дизайна за оптимизиране на параметрите на твърдофазната екстракция, в обработката и анализа на експерименталните данни свързани с изясняване на механизма на сорбция, както и безспорното ѝ участие в разработване на аналитичните процедури.

Анализът на цялостната научно изследователската, проектна и преподавателска работа на доц. д-р Дакова ми дават основание убедено да гласувам с „да“ и да предложа доцент д-р Иванка Григорова Дакова да бъде избрана на академичната длъжност „професор“ във Факултета по химия и фармация на Софийски университет „Св. Климент Охридски“ по професионално направление 4.2. Химически науки, научна специалност „Аналитична химия“.

27.05.2025 г.

Рецензент: 
Проф. д-р Галина Генчева