

ISSN-1682-0533

Научно-Техническое Общество «КАХАК»

ИЗВЕСТИЯ

Научно-Технического Общества «КАХАК»

2019, № 3(66)

Алматы, 2019

ИЗВЕСТИЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА «КАХАК»

Алматы, 2019 г., № 3 (66)

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

Пак И.Т. – заслуженный деятель науки и техники РК,
доктор технических наук, профессор

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Бияшев Р.Г. – доктор технических наук, профессор; **Калтаев А. Ж.** – доктор физико-математических наук, профессор; **Мукашев Б.Н.** – доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК; **Мун Г.А.** – доктор химических наук, профессор, *заместитель главного редактора*; **Огай В.Б.** – кандидат биологических наук; **Сон Э.Е.** – доктор физико-математических наук, профессор, академик РАН (Москва, РФ); **Цой О.Г.** – доктор медицинских наук, профессор; **Kim Chul** – PhD, профессор (Торонто, Канада); **Khatskevich V.Kh.** – доктор технических наук, профессор (Нью-Йорк, США); **Kim Byung-Soo** – PhD, профессор (Сеул, Республика Корея); **Park Kinam** – PhD, профессор (Уэст Лафайетт, США); **Ю В.К.** – доктор химических наук, профессор, *ответственный секретарь*; **Югай О.К.** – кандидат химических наук, ассоциированный профессор, *зам. ответственного секретаря*

EDITOR-IN-CHIEF

Pak I.T. –Honored Worker of Science and Technology of Kazakhstan,
Doctor of Technical Sciences, professor

THE EDITORIAL BOARD:

Biyashev R.G. – Doctor of Technical Sciences, professor; **Kaltayev A.** – Doctor of Physico-mathematical Sciences, professor; **Mukashev B.N.** – Doctor of Physico-mathematical Sciences, professor, NAS RK academician; **Mun G.A.** – Doctor of Chemical Sciences, professor, *Deputy Chief Editor*; **Ogay V.B.** – Candidate of Biological Sciences; **Son E.E.** – Doctor of Physico-mathematical Sciences, professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences (Moscow, Russian Federation); **Tsoy O.G.** – Doctor of Medical Sciences, professor; **Kim Chul** – PhD, professor (Toronto, Canada); **Khatskevich V.Kh.** – Doctor of Technical Sciences, professor (New-York, USA); **Kim Byung-Soo** – PhD (Seoul, Republic of Korea); **Park Kinam** – PhD, professor (West Lafayette, USA); **Yu V.K.** – Doctor of Chemical Sciences, professor, *Managing Editor*; **Yugay O.K.** – Candidate of Chemical Sciences, associate professor, *Deputy Managing Editor*

Учредитель: Научно-техническое общество «КАХАК»

Издается с 1998 г.

Выходит 4 раза в год.

Свидетельство о регистрации издания № 1561-ж от 3 ноября 2000 г.

Выдано Министерством культуры, информатики и общественного согласия Республики Казахстан

Подписной индекс: 74838

Подписку можно оформить в отделениях связи АО «Казпочта».

Подписка продолжается в течение года.

Адрес редколлегии и редакции:

050010, г. Алматы, ул. Курмангазы, 40 (Дом Дружбы), офис 34
телефон 8-(727)-2727902, 2916069

e-mail: izv.ntokahak@mail.ru

Сайт: www.ntokahak.kz

ISSN-1682-0533

МРНТИ 31.15.37; 31.27.19

УДК 544.77

CHLORELLA VULGARIS БАЛДЫР ЖАСУШАЛАРЫН Cr³⁺ ИОНДАРЫНЫҢ АДСОРБЕНТІ РЕТІНДЕ ҚОЛДАНУ

**Таттибаева Ж.А., Тәжібаева С.М., Мұсабеков Қ.Б., Тастамбек Қ.Т.,
Заядан Б.Қ., Жұбанова А.А.**

*ал-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан Республикасы
e-mail: tazhibayeva_s@mail.ru*

Cr³⁺ иондарының Chlorella vulgaris балдыр жасушаларының бетіндегі адсорбциясы ИК-спектроскопия, жарық шашырату және рентгенофлюоресцентті талдау әдістерімен зерттелді. Адсорбция нәтижелері Ленгмюр және Фрейндлих модельдері шеңберінде өңделді. Cr³⁺ иондарының жасушалардың бетіндегі максималды адсорбциясының мәні 34,2 мг/г, ал 1/n константасы 0,74 құрайтыны көрсетілді. Адсорбция Cr³⁺ иондарының жасуша бетіндегі амин, карбоксил, гидроксил және фосфат топтарымен ионалмасу, электростатикалық және донорлы-акцепторлық әрекеттесулеріне негізделген. Chlorella vulgaris балдыр жасушаларының құрамында K, Ca, Zn, Cl, S, P, Mn элементтерінің басымдығы көрсетілді. Cr³⁺ иондарының адсорбциясы балдыр бөлшектерінің өлшемдерінің үлкеюіне алып келді. Бұл жайт жасушалар зарядының бейтараптануы нәтижесінде олардың өзара электростатикалық тебісу күштерінің азаюына байланысты коагуляциялануымен негізделген.

Тірек сөздер: *Chlorella vulgaris балдыр жасушалары, адсорбция, хром (III) иондары, ИК, бөлшек өлшемі, жасуша құрамы, адсорбция механизмі.*

Методами ИК-спектроскопии, светорассеяния и рентгенофлюоресцентного анализа изучена адсорбция ионов Cr³⁺ на поверхности клеток водорослей Chlorella vulgaris. Результаты адсорбции обработаны в рамках моделей Ленгмюра и Фрейндлиха. Показано, что значение максимальной адсорбции ионов Cr³⁺ на поверхности клеток составляет 34,2 мг/г, а константа 1/n – 0,74. Адсорбция обоснована взаимодействием ионов Cr³⁺ с аминными, карбоксильными, гидроксильными и фосфатными группами поверхности клеток водорослей по механизму ионного обмена, электростатического и донорно-акцепторного взаимодействий. Показано доминирование в составе клеток водорослей Chlorella vulgaris K, Ca, Zn, Cl, S, P, Mn. Установлено, что адсорбция ионов Cr³⁺ приводит к увеличению размера частиц водорослей. Это связано с коагулирующим действием ионов металла в результате нейтрализации заряда клеток и уменьшением сил электростатического отталкивания.

Ключевые слова: *клетки водорослей Chlorella vulgaris, адсорбция, ионы хрома (III), ИК, размер частиц, состав клеток, механизм адсорбции.*

Adsorption of Cr³⁺ ions on the surface of Chlorella vulgaris algae cells was studied by IR spectroscopy, light scattering and X-Ray fluorescence analysis. The adsorption results were processed in the framework of Langmuir and Freundlich models. It is shown that the maximum adsorption of Cr³⁺ ions on the surface of cell is 34.2 mg / g, and the constant 1/n is 0.74. Adsorption is justified by the interaction of Cr³⁺ ions with amine, carboxyl, hydroxyl and phosphate groups on the surface of algae cells by the mechanism of ion exchange, electrostatic and donor-acceptor interaction. Dominance of K, Ca, Zn, Cl, S, P, Mn in the

composition of Chlorella vulgaris algae cells is shown. It is shown that the adsorption of Cr³⁺ ions leads to an increase in the particle size of algae. This fact is associated with the coagulating action of metal ions as a result of neutralization of the cell charge and a decrease of the electrostatic repulsion forces.

Keywords: *Chlorella vulgaris algae cells, adsorption, chromium (III) ions, IR, particle size, composition of cells, the mechanism of adsorption.*

Kipicne. Қазіргі таңда қоршаған ортаның ауыр металдармен ластануы – өзекті мәселелердің бірі болып отыр. Ағын суларға хром (III) иондары тері, бояу өндірістерінен және химиялық өндіріс көздерінен түседі. Оның концентрациясы 2 мг/л шамадан артқан жағдайда қоршаған орта үшін канцерогенді болып саналады [1]. Суды төмен концентрациядағы ауыр металл иондарынан тазартуда электрлік тұндыру, ион алмасу, мембраналық бөлу сияқты дәстүрлі технологиялармен қатар табиғи сорбенттерді қолданудың тиімділігі көрсетілді және ауыр металл иондарын толығымен бөлу үшін микроағзаларды пайдаланатын балама әдіс ұсынылды [2–5].

Микробалдырлар сорбент ретінде қолдануға ыңғайлы биомасса болып табылады. Жасыл балдырлардың Fe (II), Cu (II), Pb (II), Zn (II), Cr (VI) және Ni (II) иондарын сорбциялау қабілеті олардың бетіндегі функционал топтарына негізделген [6, 7]. Жасуша бетінде амин, гидроксил, карбоксил, тиол, фосфат және басқа топтардың болуы оларды биосорбент ретінде қолданғанда жоғары сорбциялық және таңдампаздылық қабілет қамтамасыз етеді. Осыған орай жұмыс мақсаты *Chlorella vulgaris* балдыр жасушалары бетінде Cr³⁺ иондары адсорбциясының ерекшеліктерін анықтау болды.

Материалдар мен зерттеу әдістері. Зерттеу нысаны ретінде *Chlorella vulgaris* жасыл балдыр жасушалары қолданылды. Оларды 298 К температурада сулы ортада арнайы ферментаторларда төмендегідей құраммен өсіреді (г/л): глюкоза – 5,0; ашытқы сығындысы – 1,0; пептон – 1,0; триптон – 1,0; FeSO₄ – 0,01 және MgSO₄ – 0,05. Өскеннен соң центрифугада қоректік ортадан бөліп алып, екі рет сумен шаяды [8].

Cr(NO₃)₃·9H₂O тұзынан 1·10⁻² М ерітінді дайындалып, зерттеуге қажет (0,1–1,0)·10⁻² моль/л концентрация аралығында ерітінді сұйылтылып әзірленді. Осы концентрацияда ерітінділер балдыр жасушалары суспензиясымен араластырылып, 2 сағаттан кейін олардан бөлінді. Cr³⁺ ионының концентрациясы Agilent 240FS (АҚШ) атомды-адсорбциялық спектрофотометрінде анықталды. Адсорбция мәні мына формула бойынша есептелді: $A=(C_1-C_2) \cdot V/m$, мұндағы C₁ және C₂ – Cr³⁺ ионының бастапқы және адсорбциядан кейінгі концентрациялары, моль/л; V – ерітінді көлемі, л; m – жасуша массасы.

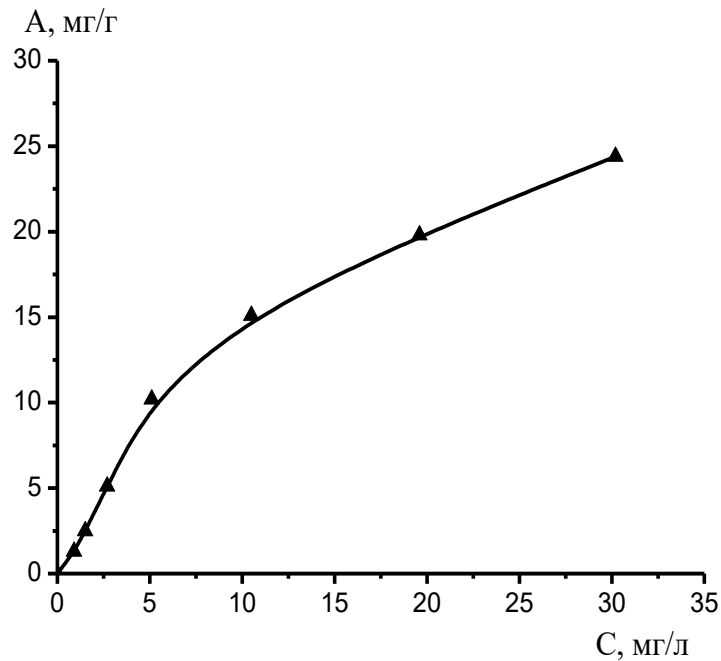
Балдыр жасушаларының ИҚ-спектрлері Avatar 370-CsI (Thermo Nicolet, АҚШ) құрылғысында KBr таблеткасында түсірілді. Зерттеулер 400–4000 см⁻¹ тербеліс жиілігі аралығында жүргізілді.

Жасуша концентрациясын анықтау үшін алдымен Горяев камерасында олардың меншікті көлемдегі саны анықталды.

Жасуша құрамы өлшеу дәлдігі 1–3 % «Фокус 2М» (Ресей) рентгенді флюоресцентті спектрометрде Fe-сәулелі микроанализаторды қолданумен анықталды. Барлық тәжірибелер 298 ± 0,2 К температурасында жүргізілді.

Жасуша бөлшектерінің өлшемін анықтау үшін суспензияның седиментацияға тұрақты жоғарғы бөлігі қолданылды. Өлшем «Malvern Zetasizer Nano» (Ұлыбритания) құрылғысында анықталды. Бөлшек өлшемдерін анықтау олардың сәулені шашыратуына негізделген.

Нәтижелер және оларды талдау. Cr^{3+} иондарының *Chlorella vulgaris* балдыр жасушалары бетіндегі адсорбциясының изотермасы (1-сурет) кәдімгі Ленгмюрдың адсорбция изотермасына ұқсағанымен, онда беттің адсорбентке қаныққан платосы анық байқалмайды. Сол себепті Фрейндлихтің адсорбция теңдеуі мен Ленгмюр теориясы шеңберінде адсорбция константалары есептелді. Максималды адсорбция мәні (A_{\max}) 34,2 мг/г тең екендігі анықталды (1 кесте). Бұдан Cr^{3+} иондары балдыр жасушасымен жақсы әрекеттесетіндігін болжауға болады. Көптеген кеуекті адсорбенттер бетіндегі ауыр металл иондарының адсорбциясы 10-90 мг/г шамасында болады [6]. Ал Фрейндлих теңдеуіндегі К-константасы адсорбент бетінің ауданы мен массасының қатынасын, яғни меншікті адсорбцияны, ал $1/n$ – адсорбцияланатын заттың адсорбентке ынтықтығын көрсететін шама. Әдебиеттерге сәйкес, оның мәні $0,1 < 1/n < 1,0$ аралықта болса, адсорбент адсорбцияға қолайлы болып саналады [9, 10].



1 сурет – Cr^{3+} иондарының *Chlorella vulgaris* балдыр жасушаларының бетіндегі адсорбция изотермасы. $T=298 \text{ K}$. $C=13 \cdot 10^4$ жасуша/мл

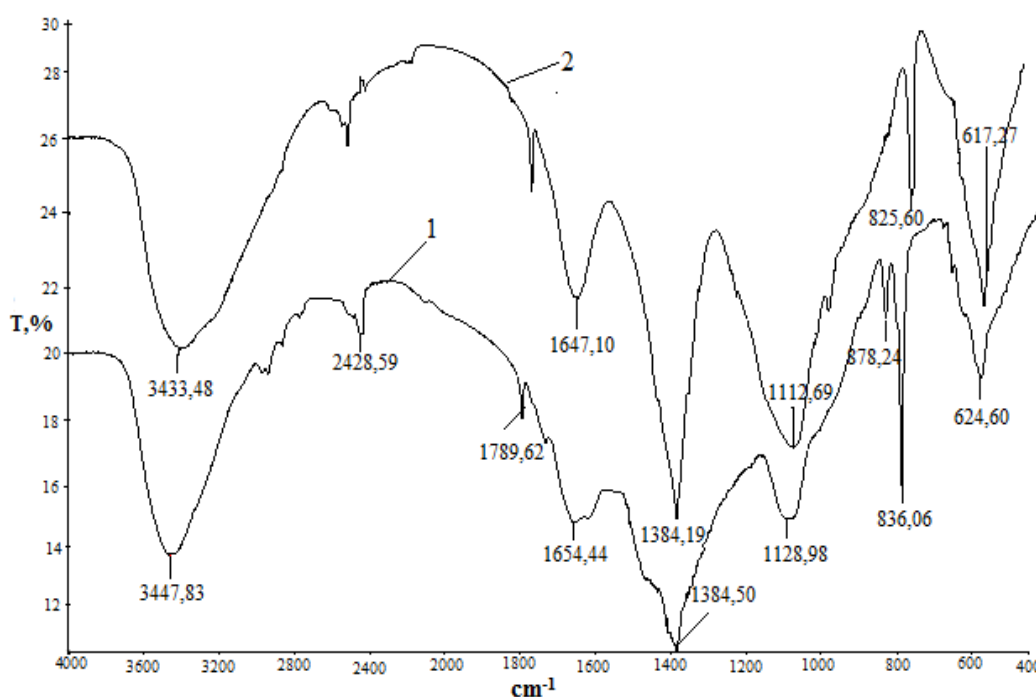
1 Кесте – Cr^{3+} иондарының *Chlorella vulgaris* балдыр жасушаларының бетіндегі адсорбция мәліметтерін өңдеу

Адсорбент	Т, К	Ленгмюр константалары			Фрейндлих константалары		
		b, л/мг	A_{\max} , мг/г	R^2	$1/n$	K, мг/г	R^2
<i>Chlorella vulgaris</i> балдыр жасушалары	298	0,03	34,2	0,99	0,74	9,8	0,95

Cr^{3+} иондарының *Chlorella vulgaris* жасуша бетімен әрекеттесу механизмі туралы мәлімет алу үшін ИҚ-спектроскопиялық зерттеулер жүргізілді (2 сурет). *Chlorella vulgaris* жасушаларының ИҚ-спектріндегі (1) жолақтардың көптігі және олардың пәрмендігінің

эртүрлі болуы беттегі функционал топтардың сан алуандығының айғағы. Мысалы, бастапқы *Chlorella vulgaris* жасушаларының ИҚ спектріндегі $3433,78 \text{ см}^{-1}$ тербеліс жиілігіндегі жолақты OH^- және екіншілік амин топтарға, ал $1647,10 \text{ см}^{-1}$ және $1384,50 \text{ см}^{-1}$ тербеліс жиілігіндегі жолақтарды $\text{C}=\text{O}$, CN және біріншілік амин топтарына жатқызуға болады. Сонымен қатар $2428,59 \text{ см}^{-1}$ жолақты $\text{C}-\text{H}$, ал $1700-1800 \text{ см}^{-1}$ тербеліс жиілігіндегі жолақты COOH -топтарға, $1128,98 \text{ см}^{-1}$ тербеліс жиілігін эфирлі $\text{C}-\text{O}-\text{C}$ топтарға жатқызуға болады. $878,24$ пен $836,06 \text{ см}^{-1}$ тербелістеріндегі жолақтар $\equiv\text{P}-\text{O}-$ және $-\text{SO}_3$ топтары мен $624,6 \text{ см}^{-1}$ алкилгалоген туындыларына сәйкес болып келеді [11, 12].

Cr^{3+} иондарының адсорбциясынан кейін осы топтардың тербеліс жиіліктерінің өзгергені байқалған: OH^- және екіншілік амин топтары $3447,83 \text{ см}^{-1}$ -ге, ал $\text{C}=\text{O}$, CN және біріншілік амин топтары $1384,19 \text{ см}^{-1}$ мен $1654,44 \text{ см}^{-1}$ -ге, ал $\text{C}-\text{O}-\text{C}$ топтары $1112,69 \text{ см}^{-1}$ -ге жиілігіне ығысқаны байқалып тұр.



2 сурет – *Chlorella vulgaris* балдыр жасушаларының Cr^{3+} иондарының адсорбциясына дейін (1) және кейінгі (2) ИҚ-спектрлері

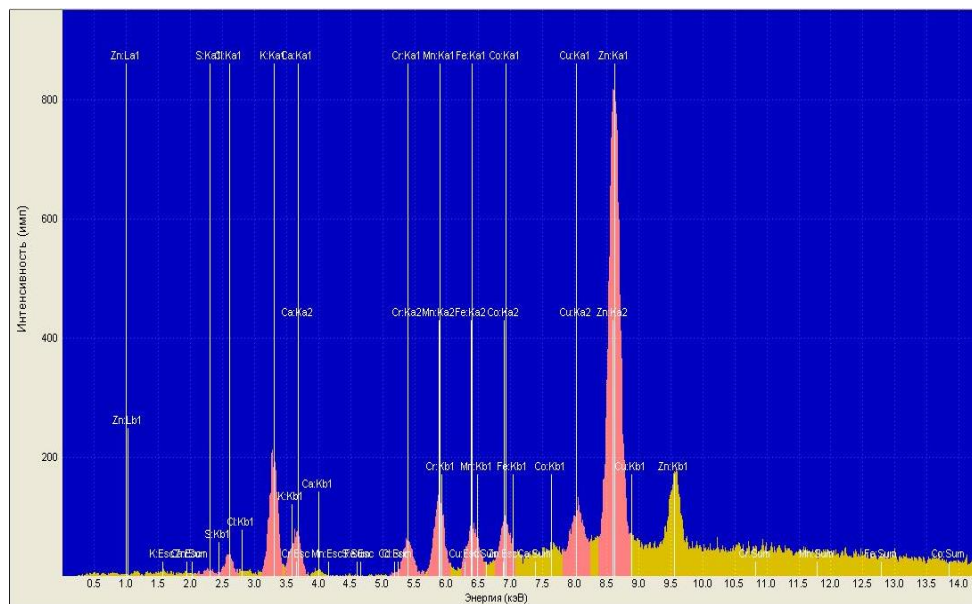
Сонымен қатар, $878,24$ пен $836,06 \text{ см}^{-1}$ тербеліс жиіліктеріндегі жолақтардың $825,60 \text{ см}^{-1}$ -ге ығысуы Cr^{3+} иондарының жасуша бетіндегі фосфат иондарымен байланысуының айғағы, ал $617,27 \text{ см}^{-1}$ тербеліс жиілігіндегі жолақты NH_2 -топтарымен комплекстік қосылыстар түзуінің салдарына жатқызуға болады.

Бұл мәліметтер *Chlorella vulgaris* балдыр жасушаларының Cr^{3+} иондарымен ион алмасу, электростатикалық әрекеттесулер және донор-акцепторлық байланыс арқылы әрекеттесу мүмкіндігін көрсетеді.

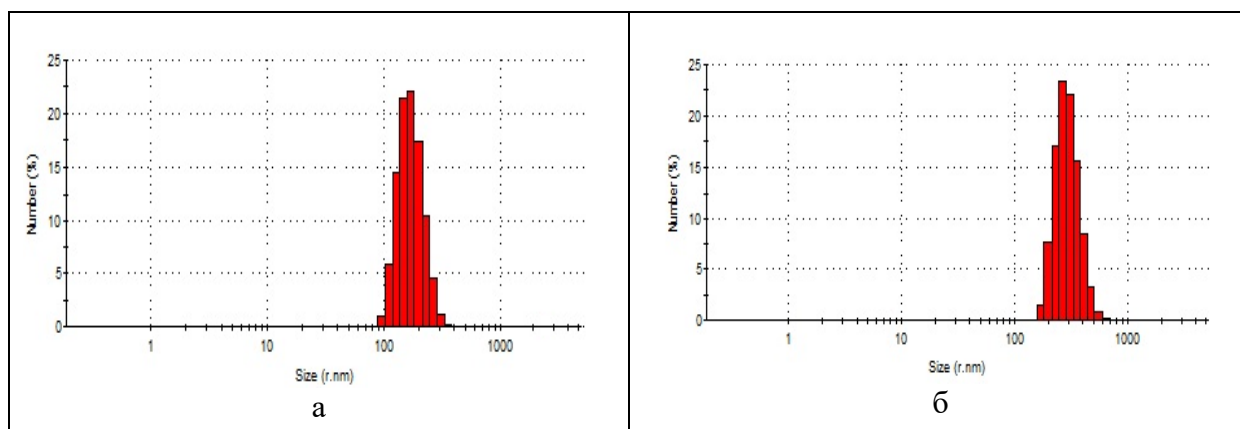
Chlorella vulgaris балдыр жасушаларының химиялық құрамын анықтау онда аса көп мөлшерде K , Ca , Zn , Cl , S , P , Mn болатындығын көрсетті (3 сурет, 2 кесте). Бұл элементтер жасушаларға қорек ретінде қажет. Олай болса Cr^{3+} иондарының балдыр бетінде осынша жоғары мөлшерде адсорбциялануын заңды құбылыс деп есептеуге болады.

2 Кесте – *Chlorella vulgaris* балдыр жасушаларының химиялық құрамы

Негізгі элементтер	K	Ca	Fe	Cl	P	Mn	S	Zn	Cu	Co	Cr
Мөлшері, %	34,6	4,5	1,6	24,8	3,4	3,1	7,4	13,6	2,4	1,4	2,4



3 Сурет – *Chlorella vulgaris* балдыр жасушаларының рентгенфлюоресценттік спектрі



4 сурет – *Chlorella vulgaris* балдыр жасушаларының жеке (а) және Cr^{3+} иондарының адсорбциясынан кейінгі (б) өлшемдері

Микроағзалар жасушаларының маңызды сипаттамаларының бірі – бөлшектер өлшемі. Cr^{3+} иондарымен әрекеттескеннен кейін жасушалар тез шөккеніне байланысты суспензияның жоғарғы бөлігінің өлшемдері анықталды. 4 суретте жеке балдыр суспензиясының бөлшек өлшемі шамамен 250–350 нм, ал Cr^{3+} иондарының адсорбциясынан кейін олардың үлкейіп, 700–800 нм жететіндігі көрініп тұр. Бұл жайт Cr^{3+} иондарының жасуша бөлшектеріндегі

адсорбциясы олардың беттік зарядын төмендетіп, коагуляцияға аппаратындығын көрсетеді. Өйткені, жалпы жағдайда микроағзалар жасушаларының бетінде теріс зарядты топтардың саны басым болып келеді.

Қорытынды. Сонымен, Cr^{3+} иондарының *Chlorella vulgaris* балдыр жасушалары бетіндегі максималды адсорбциясы 34,2 мг/г құрайды. Адсорбция механизмі ретінде металл иондарының $-\text{COOH}$, $\equiv\text{PO}_4^{3-}$, $-\text{OH}$, $=\text{S}^{2-}$, $-\text{NH}_2$ топтарымен ионалмасу, электростатикалық және донорлы-акцепторлық әрекеттесулері ұсынылды. Cr^{3+} иондарының жасуша бетіндегі адсорбциясы олардың өлшемінің өсуіне аарады. Бұл жайт Cr^{3+} иондарының теріс зарядты *Chlorella vulgaris* балдыр жасушаларына агрегациялық әсерімен негізделді.

Алғыс. Жұмыс ҚР Білім және Ғылым Министрлігі қаржыландырған (2018-2021): № BR05236419 «Жоғары эффективті кең спектрлі практикалық қолданыс мүмкіндігі бар функционалданған органикалық заттар мен материалдарды құру» бағдарлама аясында жүргізілді.

Әдебиеттер:

1. Park D., Yun Y.S., Park J.M. Reduction of hexavalent chromium with the brown seaweed *Ecklonia* biomass // Environ. Sci. Technol. – 2004. – Vol. 38. – P. 4860–4864.
2. Farooq U., Janusz A. Kozinski, Misbahul Ain Khan, Athar M. Biosorption of heavy metal ions using wheat based biosorbents // Bioresource Technology. – 2010. – Vol. 101. – P. 5043–5053.
3. Hashim M.A., Mukhopadhyay S., Sahu J.N., Sengupta B. Remediation technologies for heavy metal contaminated groundwater // J. Environ. Manage. – 2011. – Vol. 92. – P. 2355–2388.
4. Roy D., Greenlaw P.N., Shane B.S. Adsorption of heavy metals by green algae and ground rice hulls // J. Environ. Sci. Health. – 1993. – Vol. 28. – P. 37–50.
5. Xue H.B., Stumm W., Sigg L. The binding of heavy metals to algal surfaces // Water Res. – 1988. – Vol. 22. – P. 917–926.
6. Aksu Z., Kutsal T. A comparative study for biosorption characteristics of heavy metal ions with *Chlorella Vulgaris* // Environmental Technology. – 1990. – Vol. 11. – P. 979–987.
7. Aksu Z. Determination of the equilibrium, kinetic and thermodynamic parameters of the batch biosorption of nickel (II) ions onto *Chlorella vulgaris* // Process Biochemistry. – 2002. – Vol. 38. – P. 89–99.
8. Aksu Z., Acikel U., Kutsal T. Investigation of Simultaneous Biosorption of Copper (II) and Chromium (VI) on Dried *Chlorella Vulgaris* from Binary Metal Mixtures: Application of Multicomponent Adsorption Isotherms // Separation Science and Technology. – 2006. – Vol. 34, №3. – P. 501–524.
9. McKay G., Blair H. S., Gardener J. R. Adsorption of Dyes on Chitin-I Equilibrium // Journal of Applied Polymer Science. – 1982. – Vol. 27, №. 8. – P. 3043–3057.
10. Tavengwa N.T., Cukrowska E., Chimuka L. Synthesis of bulk ion-imprinted polymers (IIPs) embedded with oleic acid coated Fe_3O_4 for selective extraction of hexavalent uranium // J. Water S.A. – 2014. – Vol. 40, Is.4. – P. 623–630
11. Vidyadharani G., Dhandapani R. Fourier transform infrared (FTIR) spectroscopy for the analysis of lipid from *Chlorella vulgaris* // Elixir Appl. Biology. – 2013. – Vol. 61. – P. 16753–16756.
12. Venkatesan S., Pugazhendy K., Sangeetha D., Vasantharaja C., Prabakaran S., Meenambal M. Fourier transform infrared (FT-IR) spectroscopic analysis of *Spirulina* // International Journal of Pharmaceutical & Biological Archives. – 2012. – Vol. 3, № 4. – P. 969–972.

Поступила 25 сентября 2019 г.

36. Сулейменов И.Э. – д.х.н., к.ф.-м.н., профессор, академик Национальной инженерной академии РК, заведующий лабораторией наноэлектроники Алматинского университета энергетики и связи
Suleimenov I.E.
37. Сулейменова К. – PhD, старший лектор University of Birmingham, Бирмингем, Англия
Suleymenova K.
38. Сысоева-Массон И. – PhD of Economics, лектор University of Savoy Mont Blanc, Анси-ле-Вье, Франция
Syssoyeva-Masson I.
39. Тәжібаева С.М. – доктор химических наук, профессор кафедры аналитической, коллоидной химии и технологии редких элементов Казахского национального университета им. аль-Фараби
40. Тастамбек Қ.Т. – докторант PhD факультета биологии и биотехнологии Казахского национального университета им. аль-Фараби
41. Таттибаева Ж.А. – докторант PhD кафедры аналитической, коллоидной химии и технологии редких элементов Казахского национального университета им. аль-Фараби
42. Фасхутдинов М.Ф. – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник ТОО «AspanTau LTD»
Fashutdinov M.F.
43. Фэн Ю. – PhD, профессор института Гриффита по исследованию лекарств, Брисбен, Австралия
44. Шамина В.В. – магистрант факультета химии и химической технологии Казахского национального университета им. аль-Фараби
45. Шалтыкова Д. Б. – старший научный сотрудник Института информационных и вычислительных технологий МОН РК

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИКА И ИНФОРМАТИКА

АХМЕДЖАНОВ А.Х., КАРАДАНОВ Т.К.

Исследование содержания углекислого газа в атмосфере Казахстана
по данным спутникового зондирования..... 4

**ЕВСТИФЕЕВ В.Н., БАЙПАКБАЕВА С.Т., ЕРМУХАМБЕТОВА Б.Б.,
СЕРІКБАЙ А.М., АЛИКУЛОВ А.Ж.**

Инновационные комбинированные системы отображения информации: новые
возможности для сценографии 11

**МУН Г.А., ВИТУЛЁВА Е.С., КАБДУШЕВ Ш.Б., АЛИКУЛОВ А.Ж.,
ЕРМУХАМБЕТОВА Б.Б., СУЛЕЙМЕНОВ И.Э.**

Использование комплексных систем отображения информации для повышения
комфортности городской среды 23

СУЛЕЙМЕНОВА К., РИ А., СЫСОЕВА-МАССОН И., БАКИРОВ А.

Технообучение – что-то новое или все то же самое? Современные информационные
технологии и тренды глобализации: воздействие на сектор высшего образования 34

**СУЛЕЙМЕНОВ И.Э., ЕГЕМБЕРДИЕВА З.М., ШАЛТЫКОВА Д.Б., ПАК И.Т.З.,
БЕКБАСОВ Т.М.**

Учение суфиев и вопрос об операциональной основе систем искусственного интеллекта . 41

ХИМИЯ И ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

**АРЫНОВ К.Т., ФАСХУТДИНОВ М.Ф., АУЕШОВ А.П., ПЕРМИНОВА И.В.,
НУРКЕЕВА А.Б.**

Производство нового гуминового органо-минерального удобрения на основе гуматов и
биогумуса 52

ӘЛДИБЕК А.Е., КУДАЙБЕРГЕН А.А., ДЮСЕБАЕВА М.А., ФЭН Ю., ЖЕНИС Ж.

Анализ amino- и жирных кислот растения *Artemisia Transiliensis* 61

МАВЛЕКЕЕВ Р.Р., КОРУЛЬКИН Д.Ю., МУЗЫЧКИНА Р.А., КРАСНОВ Е.А.

Технология селективного извлечения природных полипептидов 67

САЛЯМОВ Р., КАЛИБЕК М., МАХАЕВА Д., ИРМУХАМЕТОВА Г., НЕГИМ Е.

Синтез и характеристика гидрогелей на основе природных полимеров для дражирования
семян 75

**ТАТТИБАЕВА Ж.А., ТӘЖІБАЕВА С.М., МҰСАБЕКОВ Қ.Б., ТАСТАМБЕК Қ.Т.,
ЗАЯДАН Б.Қ., ЖҰБАНОВА А.А.**

Chlorella vulgaris балдыр жасушаларын Cr^{3+} иондарының адсорбенті ретінде қолдану 85

ШАМИНА В.В., КОРУЛЬКИН Д.Ю., МУЗЫЧКИНА Р.А., КРАСНОВ Е.А.

Микроволновая экстракция биологически активных веществ табака 92

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ 102