

December 2018

The synthesis of a dye based on alizarin

Ubaydulla Abduvakilovich Baltabaev

Tashkent state dental institute, Uzbekistan, bubay.73@mail.ru

Follow this and additional works at: <https://uzjournals.edu.uz/cce>

Recommended Citation

Baltabaev, Ubaydulla Abduvakilovich (2018) "The synthesis of a dye based on alizarin," *CHEMISTRY AND CHEMICAL ENGINEERING*: Vol. 2018 : No. 4 , Article 7.

Available at: <https://uzjournals.edu.uz/cce/vol2018/iss4/7>

This Article is brought to you for free and open access by 2030 Uzbekistan Research Online. It has been accepted for inclusion in CHEMISTRY AND CHEMICAL ENGINEERING by an authorized editor of 2030 Uzbekistan Research Online. For more information, please contact sh.erkinov@edu.uz.

THE SYNTHESIS OF A DYE BASED ON ALIZARIN

Ubaydulla Abduvakilovich BALTABAEV (bubay.73@mail.ru)
Tashkent state dental institute, Uzbekistan

By the reaction of phenylisothiocyanate, halogen-, nitrobenzoyl isothiocyanates with 1,2-dioxanthraquinone (alizarin) and 1,2,5,8-tetrahydroxyanthraquinone (quinizarin) in pyridine at 90-100 °C for 5 hours, the corresponding derivatives phenyl(benzoyl) thiocarbamates were obtained. The dyeing properties of synthesized compounds were studied. The property of dye in 1,2-0,0-bis (para-chlorobenzoylthiocarbamoyl) alizarin has been revealed and this compound is used as a dye of toilet soap with antiseptic action.

Keywords: phenylisothiocyanate, halogen- and nitrobenzoylisothiocyanates, 1,2-dioxanthraquinone (alizarin), 1,2,5,8-tetrahydroxyanthraquinone (quinizarin), pyridine, derivatives phenyl-(benzoyl) thiocarbamates, 1,2-0,0-bis (para-chlorobenzoylthiocarbamoyl) alizarin, been revealed, antiseptic action.

СИНТЕЗ КРАСИТЕЛЯ НА ОСНОВЕ АЛИЗАРИНА

Убайдулла Абдувакитович БАЛТАБАЕВ (bubay.73@mail.ru)
Ташкентский государственный стоматологический институт, Узбекистан

Взаимодействием фенилизотиоцианата, галоген-, нитробензоилизотиоцианатов с 1,2-диоксиантрахиноном (ализарином) и 1,2,5,8-тетраоксиантрахиноном (хинализарином) в среде пиридина при 90-100 °C в течение 5 ч. получены соответствующие производные – фенил(бензоил)тиокарбаматов. Изучено красящее свойство синтезированных соединений. Выявлено окрашивающее свойство у 1,2-0,0-бис(пара-хлорбензоилтиокарбамоил) ализарина и это соединение применено в качестве красителя туалетного мыла с антисептическим действием.

Ключевые слова: фенилизотиоцианата, галоген- и нитробензоилизотиоцианаты, 1,2-ди-оксиантрахинон(ализарин), 1,2,5,8-тетраоксиантрахинон(хинализарин), пиридина, производные фенил(бензоил)тиокарбаматов, 1,2-0,0-бис(пара-хлорбензоилтиокарбамоил) ализарина, красящие свойства, антисептическое действие.

ALIZARIN ASOSIDA BO'YOQ MODDA SINTEZI

Ubaydulla Abduvakilovich BALTABAYEV (bubay.73@mail.ru)
Toshkent davlat stomatologiya instituti, O'zbekiston

Fenilizotiosianat, galogiyen-, nitrobenzoilzotiosianatlarni 1,2-dioksi-antraxinon (alizarin) va 1,2,5,8-tetraoksi-antraxinon (xinalizarin) bilan piridin muhitida 90-100 °C xarorarda qiz-dirish yo'li bilan 5 soat davomida o'zaro ta'sirlashishi natijasida fenil(benzoil)-tio-karbamatlarni tegishli hosilalari olindi. Sintez qilingan moddalarni bo'yash xossalari o'rganildi. 1,2-0,0-bis(para-xlorbenzoiltiokarbamoil)alizarinni bo'yash xossasi aniqlandi va bu birikma antiseptik hususiyatli atir sovunlarni bo'yovchi modda sifatida qo'llanildi.

Kalit so'zlar: fenilizotiosyanat, halogen va nitrobenzoilzotiosianatlar, 1,2-di-gidroksiantraquinon (alizarin), 1,2,5,8-tetraoksi-antraquinon (kvalizarin), piridin, fenil (benzoil) tiokarbamat hosilalari, 1,2-0,0 bis (para-xlorbenzoiltiokarbamoil) alizarin, rang berish xususiyatlari, antiseptik ta'sirga ega.

Введение

Как свидетельствуют данные литературы [1-3] в течение нескольких столетий в качестве протравного красителя применяется антрахинон и 1,2-диоксиантрахинон (ализарин), которые в настоящее время используют для крашения материалов из хлопка, шерсти и шелка. 1-амино-4-оксиантрахинон – типичный краситель, способный в высокодисперсной форме окрашивать лавсан [1].

Химия красителей имеет огромное техническое значение. Важно уяснить, что получение хорошего красителя имеет не меньшее значение, чем создание красивой окраски.

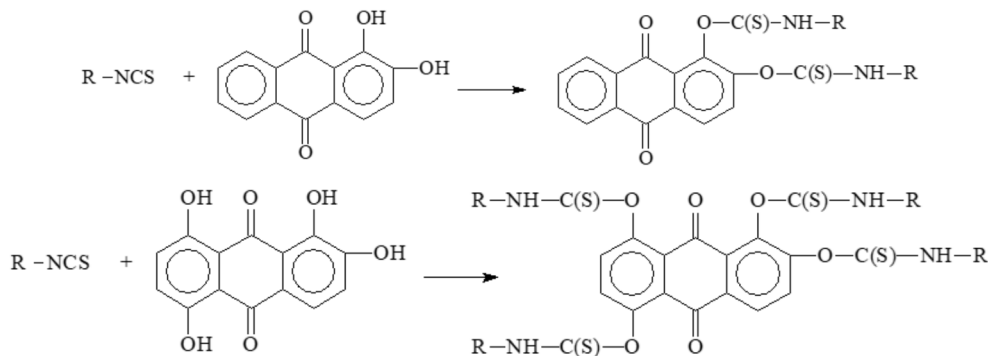
Материалы и методы исследования

Исходя из выше изложенного целью нашего

исследования явилось изучение реакции конденсации фенилизотиоцианата (ФИТЦ) и замещенных бензоилизотиоцианатов (БИТЦ) с 1,2-диоксиантрахиноном (ализарином, 1,2-ДОАХ) и 1,2,5,8-тетраоксиантрахиноном (хинализарином, 1,2,5,8-ТОАХ) и выявление на их основе новых красителей и биологически активных соединений.

В качестве тиокарбамоилирующего реагента с 1,2-ДОАХ и 1,2,5,8-ТОАХ для синтеза производных арил(ароил)тиокарбаматов использовали ФИТЦ, нитро-, хлор-, бром-, йод-, окси-замещенные БИТЦ.

Синтез производных тиокарбаматов проводили в пиридине при 90-100 °C в течение 5 ч. по схеме [4-6]:



Физико-химические характеристики 1,2-0,0-бис
(X-замещенных бензоилтиокарбамоил) ализарина:

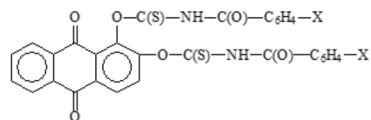


Таблица 1

№ соед.	X	Выход, %	T _{пл} , °C	R _f	Найдено, %		Брутто формула	Вычислено, %	
					C	N		C	N
I	2-J	83	165-6	0,58	43,78	3,13	C ₃₀ H ₁₆ N ₂ O ₆ S ₂ J ₂	44,01	3,42
II	3-J	86	185-6	0,65	43,85	3,17	C ₃₀ H ₁₆ N ₂ O ₆ S ₂ J ₂	44,01	3,42
III	4-J	90	147-8	0,60	43,73	3,20	C ₃₀ H ₁₆ N ₂ O ₆ S ₂ J ₂	44,01	3,42
IV	2-Br	86	203-4	0,69	49,48	3,69	C ₃₀ H ₁₆ N ₂ O ₆ S ₂ Br ₂	49,72	3,87
V	3-Br	90	228-9	0,71	49,51	3,64	C ₃₀ H ₁₆ N ₂ O ₆ S ₂ Br ₂	49,72	3,87
VI	4-Br	94	189-9	0,75	49,55	3,57	C ₃₀ H ₁₆ N ₂ O ₆ S ₂ Br ₂	49,72	3,87
VII	2-Cl	90	156-8	0,71	56,48	4,19	C ₃₀ H ₁₆ N ₂ O ₆ S ₂ Cl ₂	56,69	4,41
VIII	3-Cl	93	205-7	0,58	56,60	4,05	C ₃₀ H ₁₆ N ₂ O ₆ S ₂ Cl ₂	56,69	4,41
IX	4-Cl	98	180-2	0,69	56,55	3,97	C ₃₀ H ₁₆ N ₂ O ₆ S ₂ Cl ₂	56,69	4,41
X	2-NO ₂	94	177-8	0,52	57,60	8,70	C ₃₀ H ₁₆ N ₄ O ₁₀ S	57,69	8,97
XI	3-NO ₂	96	231-2	0,64	57,51	8,75	C ₃₀ H ₁₆ N ₄ O ₁₀ S	57,69	8,97
XII	4-NO ₂	99	194-5	0,68	57,47	8,81	C ₃₀ H ₁₆ N ₄ O ₁₀ S	57,69	8,97

Физико-химические характеристики 1,2,5,8-тетра-О-
(X-замещенных бензоилтиокарбамоил) хинализарина:

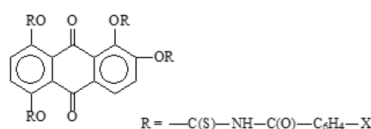


Таблица 2

№ соединения	X	Выход, %	T _{пл} , °C	R _f	Найдено, %			Брутто формула	Вычислено, %		
					C	H	N		C	H	N
XIII	4-NO ₂	93	241-2	0,72	49,78	1,88	9,87	C ₄₆ H ₂₄ N ₈ O ₁₈ S ₄	50,00	2,17	10,14
XIV	4-Br	84	255-6	0,59	44,33	1,76	4,29	C ₄₆ H ₂₄ N ₄ O ₁₀ S ₄ Br ₄	44,52	1,94	4,52
XV	3-NO ₂	90	271-2	0,39	49,67	1,95	9,73	C ₄₆ H ₂₄ N ₈ O ₁₈ S ₄	50,00	2,17	10,14
XVI	2-Br	79	198-9	0,68	44,27	1,72	4,33	C ₄₆ H ₂₄ N ₄ O ₁₀ S ₄ Br ₄	44,52	1,94	4,52
XVII	4-OH	83	183-4	0,64	58,64	2,32	5,46	C ₄₆ H ₂₅ N ₄ O ₁₄ S ₄	58,91	2,67	5,98
XVIII	2-Cl	80	209-10	0,75	51,75	2,09	5,09	C ₄₆ H ₂₄ N ₄ O ₁₀ S ₄ Cl ₄	52,00	2,26	5,27
XIX	4-Cl	89	236-7	0,65	51,81	2,07	5,06	C ₄₆ H ₂₄ N ₄ O ₁₀ S ₄ Cl ₄	52,00	2,26	5,27
XX	2-J	76	224-5	0,56	38,44	1,46	3,73	C ₄₆ H ₂₄ N ₄ O ₁₀ S ₄ J ₄	38,65	1,68	3,92
XXI	ФТК	78	192-3	0,51	61,87	3,23	6,67	C ₄₂ H ₂₈ N ₄ O ₆ S ₄	62,02	3,45	6,90

где R=C₆H₅-, 2-NO₂C₆H₄C(O)-, 3-NO₂C₆H₄C(O)-, 4-NO₂C₆H₄C(O)-, 2-ClC₆H₄C(O)-, 3-ClC₆H₄C(O)-, 4-ClC₆H₄C(O)-, 2-BrC₆H₄C(O)-, 3-BrC₆H₄C(O)-, 4-BrC₆H₄C(O)-, 2-JC₆H₄C(O)-, 3-JC₆H₄C(O)-, 4-JC₆H₄C(O)-, 4-OHC₆H₄C(O)-.

Соотношение реагентов замещенных БИТЦ:ДОАХ=2:1 и БИТЦ:ТОАХ=4:1.

Для очистки синтезированных соединений применяли метод тонкослойной хроматографии на пластинке "Silufol UV-254". Были использованы различные системы растворителей хлороформ-этанол (4:1, система 6), хлороформ-метанол (5:7, система 8), бензол-хлороформ (1:6, система 14). Значения R_f для каждого соединения приведены в табл. 1, 2

Результаты и обсуждение

Физико-химические параметры полученных соединений приведены в табл. 1 и 2.

Следует отметить высокую реакционную способность БИТЦ в реакциях с 1,2-ДОАХ и 1,2,5,8-ТОАХ. При этом происходит исчерпывающее тиокарбамоилирование 1,2-ДОАХ и 1,2,5-ТОАХ. Расположения заместителя несколько влияют на выход продуктов реакции. Выход соединений III (90%), VI (94%), IX (98%), XII (99%), выше, чем соединения II (86%), V

(90%), VIII (93%), XI (96%), соответственно, (табл. 1.), а также выход соединения XIII (93%) выше, чем XV (90%) (табл. 2.). Видимо это, объясняется тем, что в соединениях III, VI, IX, XII, XIII заместители находятся в *para*-положениях, а в соединениях I, IV, VII, X, XVI- в *ortho*-положениях.

В ароматическом ряду влияние заместителей передается наиболее однозначно из *ortho*- и *para*-положений. При этом выход продуктов характеризует общее влияние заместителя -I и +M эффектов [7].

Выход 1,2,5,8-тетра-О-(*n*-бромбензоилтиокарбамоил)хинализарина составляет 84% (XIV), а 1,2,5,8-тетра-О-(*o*-бромбензоил-тиокарбамоил)хинализарина – 90% (XV).

При введении электроотрицательного заместителя в молекулу БИТЦ в ароматическом кольце происходит перераспределение электронной плотности, что приводит к её дефициту на углеродном атоме тиокарбонильной группы. Электрофильность ИТЦ-группы увеличивается. В результате реакционная способность нитро- и галоген-замещенных АИТЦ возрастает по сравнению с ФИТЦ и выход для описанных АИТЦ увеличивается.

Действительно, выход продуктов реакций

para-бром, *para*-хлор и *para*-нитро-БИТЦ с 1,2,5,8-ТОАХ выше (соответственно 84, 89, 93%), чем в реакции ФИТЦ с 1,2,5,8-ТОАХ (соединение XXI), где он равен 78% (табл. 2).

Экспериментальные данные подтверждают, что АИТЦ являются более реакционноспособными соединениями, чем ФИТЦ.

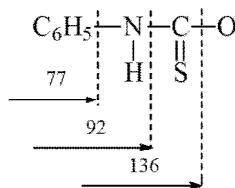
Строение синтезированных производных фенил- и ароилтиокарбаматов подтверждено результатами элементного анализа, а также ИК-спектроскопии и хромато-масс-спектрометрии.

При сравнении ИК-спектров производных фенил- и АТК обнаружено их сходство. У всех этих ИК-спектров имеется полосы поглощения, характерные для C=S, C-O-C, N-C, NH-CS, C=O групп.

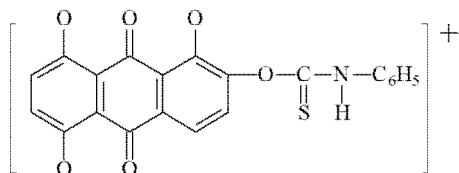
Например, в ИК-спектре 1,2-0,0-*бис*(*o*-бромбензоилтиокарбамоил)ализарина (IV) имеется полоса поглощения в области 1077 см^{-1} C=S связи, валентные колебания при 1223, 1282 см^{-1} соответствуют C-O-C связи, в области 1355 см^{-1} для C-N связи, в области 1436 см^{-1} характерна для NHCS группы, в области 1590, 1638 см^{-1} обусловлены двойной связью бензольного кольца и ядром антрацена, при 1672, 1756 см^{-1} соответствует C=O связи, при 2823 см^{-1} для C-H связи, при 3073 см^{-1} для NH групп.

ИК-спектр 1,2,5,8-тетра-О-(фенилтиокарбамоил)хинализарина (XXI) имеет валентные колебания, характерные для C=S связи при 1083 см^{-1} , для C-O-C связи при 1180, 1250 см^{-1} , для N-C-O группы при 1300, 1310, 1340 см^{-1} , для NHCS группы при 1450 см^{-1} , для двойных связей бензольного и антраценового кольца при 1500, 1550 см^{-1} , для C=O связи при 1610, 1650 см^{-1} , для C-H связи при 2800, 2985, 3010 см^{-1} , для NH групп при 3200, 3440 см^{-1} .

В хромато-масс-спектре 1,2,5,8-тетра-О-(фенилтиокарбамоил)хинализарина (XXI) с молярной массой, равной 812, наблюдаются только следующие фрагменты:



- ядро хинализарина ($m/z=268$) и ядро хинализарина с одним радикалом. Массовое число хинализарина со вторым радикалом превышает диапазон регистрируемых масс хромато-масс-спектрометра. При фрагментации серии ионов с $m/z=404, 405$ со структурой:



- с одним R при любом кислороде заряд будет локализован на радикалах с $m/z=77, 92$ и 136, так как они имеют наименьшую энергию образования. Поэтому в масс-спектре другие линии ионов с локализацией заряда на хинализарине не наблюдаются.

Производные антрахинона, ализарина являются основой различных красителей [1-3]. Они представляют несомненный интерес и как вещества, обладающие противоопухолевой, радиосенсибилизирующей, ингибирующей [8-11], противовирусной активностью [12-13] и способностью стимулировать иммунитет против злокачественных новообразований [8, 9, 14].

При изучении красящего свойства синтезированных новых производных антрахинона в лабораторных исследованиях было выявлено свойство красителя только у одного соединения: 1,2-0,0-*бис*(*n*-хлорбензоилтиокарбамоил)ализарин (IX) [4], причем это соединение одновременно обладает и антисептической активностью.

Для определения красящего свойства 1,2-0,0-*бис*(*para*-хлорбензоилтиокарбамоил)ализарина (IX) проводили испытания по окрашиванию мыла.

Результаты испытаний (выпуск опытной партии туалетного мыла с предлагаемым красителем) показали возможность использования 1,2-0,0-*бис*(*na-ra*-хлорбензоилтиокарбамоил)ализарина (IX) в качестве красителя (яркий сочный сиреневый цвет) туалетного мыла.

Соединение IX, использованное в качестве красителя туалетного мыла, оказалось более стойким чем широко применяемый в настоящее время в мыловарении краситель родамин 4С. Соединение IX расходуется в количестве 100 г на тонну мыла, т.е. в 2-3 раза меньше чем родамин 4С. Отмечается равномерное без вкраплений распределение красителя по всей массе мыла. Механическая обработка не удлиняется по времени, отрицательные действия на другие добавки туалетного мыла не обнаружены.

Полученные образцы туалетных мыл отличаются исключительной свето- и щелочустойчивостью, имеют яркий сочный сиреневый цвет, интенсивность которого можно изменять. По физико-химическим показателям препарат соответствует требованиям, предъявляемым к красителям. В процессе микробиологических исследований установлено, что новый препарат IX обладает выраженным противомикробным действием (табл. 3, 4).

Результаты опытов показали, что 1,2-0,0-*бис*(*para*-хлорбензоилтиокарбамоил)ализарин, как в навеске, так и в составе мыла, обладает антимикробным действием против всех взятых для исследования тест-микробов. Более чувствительными к действию препарата являются: *Micrococcus*, *Sh. blexneri* 2a, *Staphylococcus aureus* 209, среднечувствительны: *S.typhi*, *Ser. Morcecsens*.

Препарат IX в составе туалетного мыла в

Таблица 3

Антимикробная активность 1,2-0,0-бис(пара-хлорбензоил-тиокарбамоил)ализарина (IX) в составе туалетного мыла

Методы исследования	Концентрация препарата и его содержание в туалетном мыле	Название тест-микробов						
		S.aureus 209	Micro-coccus	E.coll O ₂₆	S.typhimurium	S. typli	Sh. flexneri	Scr. morcecsens
Метод навесок, мм	Препарат 1 мг	28	40	20	25	20	32	25
	Туалетное мыло 1:10000	20	25	27	15	10	30	18
Контроль	Пенициллин	20	20	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д
	Полимиксин	н/д	н/д	14	16	15	18	22
	Левомицетин	н/д	н/д	16	20	30	26	20
Метод серийных разведений в питательном агаре	1:100 (10000 мкг/мл)	-	-	-	-	-	-	-
	1:100 (1000 мкг/мл)	-	-	-	-	-	-	±
	1:1000 (100 мкг/мл)	8	-	±	-	-	+	-
	1:100000 (10 мкг/мл)	+	+	+	+	+	-	+
	1:1000000 (1 мкг/мл)	+	+	+	+	+	+	+

Примечание. н/д – не действует; «±» – рост незначительный; «-» – рост отсутствует; «+» – рост имеется.

Таблица 4

Антимикробная активность 1,2-0,0-бис(пара-хлорбензоилтиокарбамоил)ализарина (IX)

Тест-микробы	Дата исследования						
	1	2	Контроль	3	4	5	Контроль
S.aureus 209	10	12	10 (з.р.)	10	10	10	12 (з.р.)
Micrococcus	15	18	н/д	16	15	12	10 (з.р.)
E.coli O ₂₆	15 (з.р.)	25 (з.р.)	20 (з.р.)	22 (з.р.)	20 (з.р.)	25 (з.р.)	15 (з.р.)
S.typhimurium	25 (з.р.)	30 (з.р.)	н/д	25 (з.р.)	30 (з.р.)	16 (з.р.)	н/д
S.typli	20	30 (з.р.)	15 (з.р.)	20	18	16	10 (з.р.)
Sh.flexneri	30	15	н/д	30	20	15	10 (з.р.)
Scr.morcecsens	25 (з.р.)	20 (з.р.)	20 (з.р.)	10 (з.р.)	15 (з.р.)	н/и	16 (з.р.)

Примечание. з/р – задержка роста; н/д – не действует; н/и – не исследовалось.

соотношении 1:1000 сохраняет свои антимикробные свойства.

Для правильной оценки антимикробного эффекта нового соединения IX изучена его острая токсичность, которая оказалась равной LD₅₀ = 1850 мг/кг.

На основе изучения кожно-резорбтивного действия на крысах установлено, что 1,2-0,0-бис(пара-хлорбензоилтиокарбамоил)ализарин относится к веществам малотоксичным. Средняя смертельная доза при нанесении на кожу составляет более 2500 мг/кг, кожно-резорбтивная токсичность не выражена.

Предложенный нами новый краситель был применен в производстве туалетных мыл с антисептическим действием в производственном объединении Ферганского масло-жиркомбината. Была окрашена промышленная партия туалетных мыл в количестве 2 тонны.

С применением нового красителя IX мыло приобрело ярко-сочную сиреневую окраску. Было установлено, что новый краситель расходуется в 2-3 раза меньше, чем применяемый в мыловарении импортный родамин «4С» и придает мылу красивый цвет.

Использование нового красителя не меняет технологию мыловарения. Препарат не влияет на структуру и качество мыла.

Закключение

Проведенными исследованиями установлено, что взаимодействие ФИТЦ и замещенных БИТЦ с 1,2-ДОАХ и 1,2,5,8-ТОАХ в пиридине приводит к образованию соответствующих производных фенил- и бензоил-тиокарбаматов.

Данные ИК-спектроскопии и хромато-масс-спектрометрии полностью подтверждают структуру производных тиокарбаматов, полученных на основе 1,2-ДОАХ и 1,2,5,8-ТОАХ.

Определено влияние количества и положения электроноакцепторных заместителей ароматического кольца на реакционную способность ИТЦ.

Установлено, что 1,2-0,0-бис(пара-хлорбензоилтиокарбамоил)ализарин (IX) проявляет более высокие светоустойчивые свойства красителя (ярко-сочный сиреневый цвет) туалетного мыла и по внешнему виду и физико-химическим показателям соответствует требованиям, предъявляемым к красителям.

1,2-0,0-бис(пара-хлорбензоилтиокарбамоил)ализарин (IX) является эффективным красителем для мыла с антисептическим действием. Приготовленные туалетные мыла отличаются исключительной свето- и щелочустойчивостью и могут быть использованы в медицине в качестве антисептического бактерицидного мыла.

REFERENCES

1. Roberts J.D., Caserio M.C. *Basic principles of organic chemistry*. Vol. 2. New-York-Amsterdam, Inc., 1964. 888 p. (Russ. ed. Roberts Dzh, Kaserio M. *Osnovy organicheskoy khimii*. T. 2. Moscow, Mir, 1978. 888 p.)
2. Stepanov B.I. *Vvedeniye v khimiyu i tekhnologiyu organicheskikh krasiteley* [Introduction to the chemistry and technology of organic dyes]. Moscow, Khimiya Publ., 1984. 516 p.
3. Douglas Applequist, Charles H. De Puy, Kenneth L. Rinehart *Introduction to organic chemistry*. New York, Wiley Publ., 1982, 382 p. (Russ. ed. Epplikvist D., De Pyui CH., Raynkhart K. *Vvedeniye v organicheskuyu khimiyu*. Moscow, Mir Publ., 1985. 384 p.)
4. Makhsumov A.G. e.a. *1,2-O, O – bis (para – khlorbenzoylthiocarbamoil) – alizarin v kachestve krasitelya s antisepticheskim deystviyem dlya myla* [1,2-O, O – bis (para – chlorbenzoylthiocarbamoil) – alizarin as a dye with antiseptic action for soap]. Certificate of authorship the USSR, no. 1678820, 1991.
5. Baltabayev U.A., Dzhurayev A.D., Tadzhiyeva Kh.S. *Sintez proizvodnykh benzoiltio-karbamatov* [Synthesis of benzoylthio-carbamates derivatives]. *Kimyo va kimyo tekhnologiyasi*, 2012, no. 3, pp.35-38.
6. Baltabayev U.A., Babadzhanov ZH.B. [Bactericidal activity of thiocarbamate derivatives]. *Sbornik materialov III Mezhdunarodnoy molodezhnoy nauchnoy konferentsiyi «MOLODEZH' V NAU-KE: NOVIYE ARGUMENTY»* [Collection of materials of the III International Youth Scientific Conference "YOUTH IN SCIENCE: NEW ARGUMENTS"]. Lipetsk, 2017, pp. 128-131.
7. Dneprovskiy A.S., Temnikova T.I. *Teoreticheskiye osnovy organicheskoy khimii* [Theoretical foundations of organic chemistr. Leningrad, Khimiya Publ., 1991. 560 p.
8. Chumbalov T.K., Polyakov V.V., Muzychkina R.A., Nazarova V.D., Zhusupova G.Ye. *Izucheniye antiokislitel'noy aktivnosti nekotorykh proizvodnykh antrakhinona* [Study of the antioxidant activity of some anthraquinone derivatives]. *Zhurnal organicheskoy khimii*, 1976, vol. 12, no. 7, pp. 1543-1546.
9. Bogatskiy A.V., Kavetskiy R.Ye., Litvinova L.A., Lempart G.V., Andronati S.A., Balitskiy K.P., Umanskiy YU.A., Veksler I.G., Yakimenko L.V., Filippova T.O. *Immunostimulyatory. I. Sintez i farmakologicheskaya aktivnost' digidrokhlorda 1,2-bis [2-(diethylamino) etoksi] antrakhinona* [Immunostimulants. I. Synthesis and pharmacological activity of 1,2-bis [2- (diethylamino) ethoxy] anthraquinone dihydrochloride]. *Khimiko-farmatsevticheskiy zhurnal*, 1978, no. 4, pp. 46-50.
10. Litvinova L.A., Lempart G.V., Filippova T.O., Zhuk O.V. *Immunostimulyatory. II. Sintez i immunotropnaya aktivnost' nekotorykh proizvodnykh antrakhinonov* [Immunostimulants. II. Synthesis and immunotropic activity of some anthraquinone derivatives]. *Khimiko-farmatsevticheskiy zhurnal*, 1978, no. 11, pp. 65-67.
11. Blokhin N.N., Perevodchikova N.I. *Khimioterapiya opukholevykh zabolevaniy* [Chemotherapy of tumor diseases]. Moscow, Meditsina Publ., 1984. 304 p.
12. Litvinova L.A., Andronati S.A., Lempart G.V., Isayev S.D., Yasinskaya O.G., Ivanova V.V. *Sintez i protivovirusnaya aktivnost' slozhnykh efirov antrakhinonov* [Synthesis and antiviral activity of anthraquinone esters]. *Khimiko-farmatsevticheskiy zhurnal*, 1983, no. 2, pp. 19-20.
13. Litvinova L.A., Lyakhova S.A., Andronati S.A., Zhukova N.A., Yasin-skaya O.G., Galkin B.N., Filippova T.O., Golovenko N.YA. *Sintez i farmakologicheskiye svoystva novykh aminoatsilaminoantrakhinonov* [Synthesis and pharmacological properties of new aminoacyl amino anthraquinones]. *Khimiko-farmatsevticheskiy zhurnal*, 1998, vol. 32, no. 12, pp. 14-17.
14. Litvinova L.A., Lempart G.V., Andronati S.A., Filippova T.O. *Immunostimulyatory.III. Sintez i immunotropnaya aktivnost' khlorgidratov bis-osnovnykh efirov 4-zameshchennykh alizarinov* [Immunostimulants.III. Synthesis and immunotropic activity of bis-basic esters chlorohydrates of 4-substituted alizarins]. *Khimiko-farmatsevticheskiy zhurnal*, 1980, no. 10, pp. 34-37.