(E) ISSN: 3030-3214
Volume 4, № 3-1
2026

UO‘K: 544.332:547.759

10.70769/3030-3214.SRT.4.3-1.2026.21

© 2026 Authors. Licensed under CC BY 4.0
https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/

METALLOPORFIRINLARNING SUVSIZ ERITMALARDA TERMOKIMYOVIY ERISH ENTALPIYASI





Sayitova Nodira Normurod qizi
Assistent, Toshkent davlat agrar universiteti, Toshkent, O‘zbekiston
ORCID ID: 0009-0008-9184-7261
Science ID: MJZ-0226-0022

Tangyarikov Normurod Sayitovich
Professor, Jizzax politexnika instituti, Jizzax, O‘zbekiston
E-mail: normurod63@mail.ru
ORCID ID: 0009-0001-0898-8928
Science ID: MJZ-0226-0022

Annotatsiya. *Maqolada xlorofill (a), uning ligandi hamda Cu(II), Ni(II), Co(II), Zn(II), Cd(II), Fe(III) va Mn(III) ionlari bilan hosil qilgan metall analoglarining turli tabiatdagi suvsiz organik erituvchilarda erishi va solvatlanish jarayonlari termokimyoviy jihatdan o‘rganilgan. Tajribalar 298,15 K haroratda kalorimetrik usul yordamida olib borilib, inert aproton erituvchilar — CCl_4, C_6H_6 va $C_6H_5NO_2$, proton-donor $CHCl_3$ hamda proton-akseptor DMFA, piridin va piperidindagi erish entalpiyalarining standart qiymatlari aniqlangan. Tajriba natijalari o‘rganilgan konsentratsiyalar oralig‘ida erish entalpiyasining porfirin konsentratsiyasiga sezilarli bog‘liq emasligini ko‘rsatgan. Benzol standart erituvchi sifatida qabul qilinib, undan boshqa erituvchilarga o‘tish entalpiyalari hisoblangan. Metall ionlari bilan kompleks hosil bo‘lishi porfirin makrotsikllarining kristall panjarasi va solvatlanish xususiyatlariga ta’sir qilishi aniqlangan. Xloroform xlorofill ligandi va uning metall komplekslari uchun eng samarali erituvchilardan biri bo‘lib, bu holat vodorod bog‘lari va spetsifik solvatlanish bilan izohlangan. Olingan natijalar metalloporfirinlarning turli donor-akseptor xususiyatga ega erituvchilardagi energetik holatini baholash va ularning solvatlanish qonuniyatlarini aniqlash imkonini beradi.*

Kalit so‘zlar: *metalloporfirin, xlorofill, feoforbid, ligand, erish entalpiyasi, termokimyo, kalorimetriya, solvatlanish, organik erituvchilar, xloroform, benzol, uglerod tetraklorid, piridin, piperidin, metall komplekslari.*

Received: 16.09.2026 | Accepted: 09.10.2026 | Issue publication: 10.10.2026

ЭНТАЛЬПИЯ ТЕРМОХИМИЧЕСКОГО РАСТВОРЕНИЯ МЕТАЛЛОПОРФИРИНОВ В БЕЗВОДНЫХ РАСТВОРАХ

Сайитова Нодира Нормурод кизи
Ассистент, Ташкентский государственный аграрный университет, Ташкент, Узбекистан

Тангяриков Нормурод Сайитович
Профессор, Джизакский политехнический институт, Джизак, Узбекистан

Аннотация. *В статье представлены результаты термохимического исследования растворения и сольватации хлорофилла (а), его лиганда и металлоаналогов с Cu(II), Ni(II), Co(II), Zn(II), Cd(II), Fe(III) и Mn(III) в безводных органических растворителях различной природы. Калориметрические измерения проведены при 298,15 К в инертных апротонных растворителях CCl_4, C_6H_6 и $C_6H_5NO_2$, протонодонорном $CHCl_3$, а также протоноакцепторных ДМФА, пиридине и пиперидине. Получены стандартные значения энтальпии растворения исследуемых соединений. Установлено, что в исследованном диапазоне концентраций энтальпия растворения*

практически не зависит от концентрации порфирина. С использованием бензола в качестве стандартного растворителя рассчитаны энтальпии переноса соединений в другие растворители. Показано, что комплексообразование с ионами металлов влияет на энергетическое состояние кристаллической решётки и характер сольватации порфириновых макроциклов. Наиболее выраженное сольватирующее действие для хлорофилльных лигандов и их металлокомплексов проявляет хлороформ, что связано с образованием водородных связей и специфическими взаимодействиями растворитель–растворённое вещество. Полученные данные позволяют установить основные закономерности сольватации металлопорфиринов в средах с различными донорно-акцепторными свойствами.
Ключевые слова: *металлопорфирины, хлорофилл, феофорбид, лиганд, энтальпия растворения, термохимия, калориметрия, сольватация, органические растворители, хлороформ, бензол, четыреххлористый углерод, пиридин, пиперидин, металлокомплексы.*

THERMOCHEMICAL DISSOLUTION ENTHALPY OF METALLOPORPHYRINS IN ANHYDROUS SOLUTIONS

Sayitova Nodira Normurod kizi
Assistant, Tashkent State Agrarian University, Tashkent, Uzbekistan

Tangyarikov Normurod Sayitovich
Professor, Jizzakh Polytechnic Institute, Jizzakh, Uzbekistan

Abstract. *The article presents a thermochemical study of the dissolution and solvation of chlorophyll (a), its ligand, and its metal analogues containing Cu(II), Ni(II), Co(II), Zn(II), Cd(II), Fe(III), and Mn(III) in anhydrous organic solvents of different chemical nature. Calorimetric measurements were carried out at 298.15 K in inert aprotic solvents, including CCl_4, C_6H_6, and $C_6H_5NO_2$, the proton-donor solvent $CHCl_3$, and proton-acceptor solvents such as DMF, pyridine, and piperidine. Standard dissolution enthalpies of the investigated compounds were determined. The experimental results showed that, within the investigated concentration range, the dissolution enthalpy is essentially independent of porphyrin concentration. Benzene was used as a reference solvent to calculate transfer enthalpies to other solvents. Metal complex formation was found to affect both the crystal-lattice energetics and solvation behavior of the porphyrin macrocycles. Chloroform exhibited particularly strong solvating ability toward chlorophyll ligands and their metal complexes, which was attributed to hydrogen bonding and specific solute–solvent interactions. The obtained data provide a basis for identifying the main thermodynamic regularities governing the solvation of metalloporphyrins in solvents with different donor–acceptor properties.*
Keywords: *metalloporphyrins, chlorophyll, pheophorbide, ligand, dissolution enthalpy, thermochemistry, calorimetry, solvation, organic solvents, chloroform, benzene, carbon tetrachloride, pyridine, piperidine, metal complexes.*

Kirish. Ushbu ilmiy maqolada xlorofill(a) metall analoglarining koordinatalanmagan erituvchilarda (C_6H_6, CCl_4, $CHCl_3$) erishi va solvatlanishining termokimyosi, $C_6H_5NO_2$) xlorofill-ligand va uning metal analoglarini mis, nikel, rux, kadmiy, kobalt, marganes, temir bilan neytral to‘rtxlorli uglerod va benzol, protonodonor xloroform, elektronodonor piridin, piperidin va dimetilformamid bilan termokimyoviy (kalori-metriya) tadqiqotlari natijalari tahlil qilingan.

Fotosintez jarayonida yorug‘lik energiyasini konvertatsiya qilish bo‘yicha O‘zbekiston ilmiy dasturida [1-2] asosiy vazifalardan biri tirik o‘simlik hujayralari va fotosintetik bakteriyalarning fotosintetik apparati reaksiya markazining tuzilishini o‘rganishdir. Bu muammoni hal qilish dastlab eritma sharoitida amalga oshirilishi mumkin bo‘lgan xlorofil molekulalarining mos keladigan muhitini modellashtirmasdan imkonsizdir. Shu tarzda, xlorofillning donor-akseptor muhit bilan o‘zaro ta’sirining tabiatini kuzatish mumkin, bu turli elektron va proton tabiatiga ega individual organik erituvchilardan boshlab va xlorofill reaksiya markazining solvat muhiti tarkibini

(E) ISSN: 3030-3214
Volume 4, № 3-1
2026

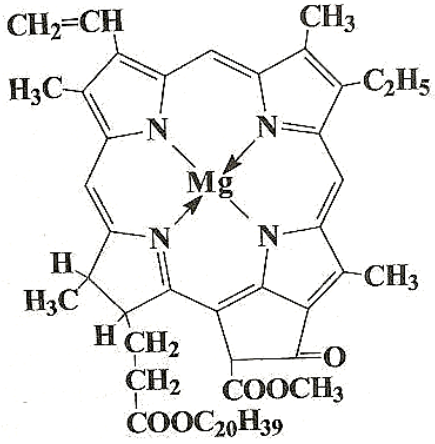
modellashtiradigan ko‘p komponentli xlorofill eritmalari bilan yakunlanadi. Avvalo, solvatatsiya energetikasini o‘rganish va xlorofillning muhit bilan o‘zaro ta’sirini, shuningdek, o‘zaro ta’sirning mumkin bo‘lgan lokalizatsiya markazlarini baholash, shuningdek, metallarning xlorofill ligandi bilan kimyoviy bog‘lanish turining solvatatsiyaga ta’sirini ilmiy o‘rganish uchun zarur.

Metodologiya. Xlorofill analog porfirin-larining erishi va solvatsiya jarayonlarining termodinamikasi porfirin molekulasining solvatsiya qobig‘ining xususiyatlarini o‘rganish, ya’ni porfirin-erituvchi tizimidagi o‘zaro ta’sirning asosiy omillarini aniqlash uchun katta qiziqish uyg‘otadi [3-4]. Biz olgan eksperimental ma’lumotlar shu qo‘yilgan savollarga ba’zi javoblarni olish imkonini beradi.

Xlorofill va uning analoglarining bir qator alohida organik erituvchilarda erishi entalpiyalari bo‘yicha tajriba natijalarini tahlil qilishni boshlashdan oldin, keling, xlorofill molekulasining tuzilishini va uning eritilishining mumkin bo‘lgan markazlarini batafsil ko‘rib chiqaylik.

Fotosintez jarayonida kimyoviy transfor-matsiyalarning asosiy markazi xlorofill ligandi (feofitin) bilan Mg^{2+} kompleksidir.

Xlorofill ligandi (I formula) magniyning yetarlicha kuchli ion-kovalent bog‘lanishi uchun juda mos koordinatsiya markaziga 4ta N_4 ega. Xlorofillning siklopentan halqasi (V) porfirinning elektron tuzilishini shunday yo‘nalishda o‘zgartirish uchun zarurki, u ko‘rinadigan spektrning qizil mintaqasida (662-720 nm) yorug'likni maksimal darajada yutadi va keto-enol transformatsiyasi tufayli π-tizim tuzilishini o‘zgartirish imkoniyatini yaratadi: -CH3-C=O C=C-OH halqada (V).



1-rasm Xlorofill-liggant.

Ikkinchisi xlorofilning barcha xususiyatlariga ta’sir qiladi. Siklopentan halqasi xlorofilning fotosintetik apparatning oqsil-lipid tuzilishiga qo‘shilishi uchun qo‘shimcha imkoniyatlar yaratadi va bu molekula va H_2O dan CO_2 ga elektron uzatish zanjirining alohida komponentlari o‘rtasidagi turli xil koordinatsion bog‘lanishlar sonini ko‘paytiradi.

Ko‘rinishidan, xlorofildagi vinil (2-holatda) va alkil guruhlari (1,3,4,5,8-holatlar) MgN_4 koordinatsion birligining holatiga kuchli ta’sir ko‘rsatadi, Mg^{2+} ning porfiringa qo‘shilish tezligini va Mg^{2+} ning koordinatsion qobiliyatini tartibga soladi, shuningdek, xlorofilning solvatsiyasi xususiyatiga ta’sir qiladi [1-2-5].

Xlorofill ligand molekulasida, (IV) siklda gidrogenlangan pirrol qo‘shaloq bog‘lanishidan tashqari, yana ikkita muhim strukturaviy element paydo bo‘ladi: metilkarboksil bilan almashtirilgan siklopentanon halqasi (V) (10-holatda) va yuqori to‘yinmagan spirt, fitol $C_{20}H_{39}OH$ bilan efirlangan propion kislotasi CH_2CH_2COOH qoldig‘i (7-holatda) (I formulasiga qarang).

Natijalar. Ushbu ishda, 298.15 K da kalorimetrik usul yordamida, biz birinchi marta xlorofill (a), uning ligandi va xlorofill va feoforbidning yettita metall analoglari Cu (II), Ni (II), Co (II), Zn (II), Cd (II), Fe (III), Mn (III) bilan erishi entalpiyalarining o‘zgarishining standart qiymatlarini ($\Delta H^0_{o‘tkazish}$) turli tabiatdagi bir qator individual organik erituvchilarda (inert aproton CCl_4, C_6H_6, $C_6H_5NO_2$; proton-donor – $CHCl_3$ va proton-akseptor DMF, C_6H_5N, $C_5H_{10}NH$) oldik. ($\Delta H^0_{o‘tkazish}$) haqidagi ma’lumotlardan (1-jadvallar) benzoldan erituvchilarga o‘tish entalpiyalari $\Delta H^0_{o‘tkazish}$ (2-jadvallar) hisoblab chiqildi. Benzolni standart erituvchi sifatida tanlash, qoida tariqasida, o‘rganilayotgan obyektlarning geksan, siklogeksan, CCl_4 va boshqalarda yetarlicha eruvchan emasligi bilan bog‘liq edi.

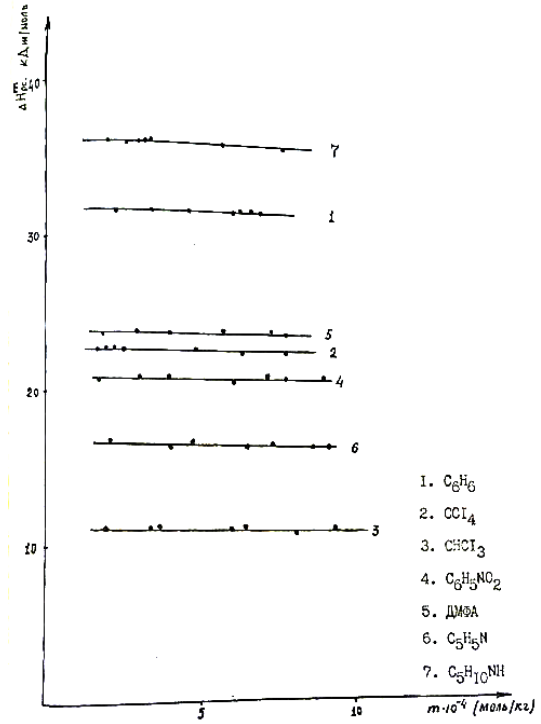
$\Delta H^0_{o‘tkazish}$, xlorofill ligand (a), va ularning 7 ta kompleksining erish entalpiyasining konsentratsiyaga bog‘liqligini o‘rganish natijalari shuni ko‘rsatdiki, ishchi konsentratsiyalar oralig‘ida, $10^{-5} \cdot 10^{-3}$ mol/kg, erish entalpiyasi porfirin konsentratsiyasiga bog‘liq emas (2-rasm). Shunga asoslanib, erish entalpiyasining standart qiymati $\Delta H^0_{o‘tkazish}$ ning bir qator (kamida beshta) eksperimental qiymatlarining o‘rtacha qiymati sifatida qabul qilinadi.

Xlorofill ligandi uchun $\Delta H_{o'tkazish}$ qiymat-lari [6-8] da olingan. Biz ushbu ma'lumotlarni tahlil qildik va to‘ldirdik.

Ishda xlorofill ligandlarining koordinatsion to‘yingan va to‘yinmagan komplekslari o‘rganil-ganligi sababli, bu ikki guruh erituvchilar uchun termodinamik ma’lumotlarni alohida ko‘rib chiqish mantiqan to‘g‘ri keladi.

Xlorofill (a) metall analoglarining koordinatalanmagan erituvchilarda (C_6H_6, CCl_4, $CHCl_3$) erishi va solvatlanishining termokimyosi, $C_6H_5NO_2$) 2-jadvallarda xlorofill ligandi, va uning komplekslarining barcha o‘tish entalpiyalari ($\Delta H^0_{o'tkazish}$) manfiy ekanligi ko‘rsatilgan. Natijada, benzol bu makrosikllarni o‘rganilgan barcha erituvchilarga qaraganda kamroq eritadi, ya'ni ushbu tajribalar seriyasida benzolni inert standart erituvchi sifatida tanlash to‘g‘ri ekanligini ko‘rsatadi. Keling, o‘rganilgan makrosikllarning benzoldan ma’lum bir erituvchiga o‘tish entalpiyalariga asoslanib, ularning solvatsiya xususiyatlarini ko‘rib chiqaylik.

Xlorofill ligandlari benzolda eng kam eriydi. Jarayon endotermikdir. Katta fitol qoldig’ining (-$C_{20}H_{39}$) mavjudligi barcha erituvchilarda - aproton (qutbli va qutbsiz), erishini oldini oladi.



2-rasm. Organik erituvchilarda eritilganda entalpiyaning (H merish) o‘zgarishining H_2Xl (a) konsentratsiyasiga (10^{-4} mol/kg) bog‘liqligi.

Proton qabul qiluvchi va proton donor qiluvchi. Xlorofill(a) ligandi $H_2Xl(a)$ va beofitol ligandining erish entalpiyalaridagi farq 10.15 kJ/mol ni tashkil qiladi. Ko‘rinishidan, fitol qoldig‘i makrotsiklning o‘ziga qaraganda ancha qiyinroq eritiladi va bu ta’sir kristall panjaraning bo‘shashishi va deformatsiya komponentining hissasidan ustun turadi.

1-jadvaldagi ma’lumotlardan ko‘rinib turibdiki, xlorofill ligandining erishining endotermikligi (ΔHo‘tkazish) $CHCI_3 > C_6H_5NO_2 > CCl_4 > C_6H_6$ qatorida oshadi.

1-jadval

Xlorofill ligandi(a) va uning komplekslarining koordinatalanmagan erituvchilarda erish entalpiyalari ($\Delta H^0_{o'tkazish}$) (kJ/mol)

Porfirinlar	Erituvchilar			
	C_6H_6	CCl_4	$CHCl_3$	$C_6H_5NO_2$
$H_2Xl(a)$	30.6 0.5±	22.5 0.4±	1.3 0.1±	20.3 0.5±
Cu Xl(a)	19.8 0.3±	11.8 0.4±	-8.4 0.4±	11.9 0.4±
Ni Xl(a)	16.1 0.5±	7.7 0.5±	-14.7 0.4±	-
Co Xl(a)	16.6 0.9±	11.2 0.8±	-15.3 0.3±	-
Zn Xl(a)	14.4 0.5±	6.4 0.2±	-15.6 0.5±	-
Cd Xl(a)	16.7 0.3±	7.0 0.3±	-21.5 0.5±	-
Mg Xl(a)	22.9 0.4±	-	-17.2 0.1±	-
AcFe Xl(a)	7.5 0.4±	2.3 0.4±	-30.0 0.5±	-
AcMn Xl(a)	-35.9 0.4±	-	-68.6 0.3±	-

Fitolsiz birikmalar uchun ham shunga o‘xshash holat kuzatiladi. 1-jadvalda ko‘rinib turibdiki, xlorofill ligandlarining metallar bilan komplekslanishi deyarli barcha hollarda ularning benzolda erishi endotermikligini pasaytiradi, ya’ni, kristall panjaralarining energiyasini kamaytiradi. Uglerod tetraxloridi dagi erish jarayoniga o‘xshash.

2-jadval

Xlorofill ligandi(a) va uning komplekslarining benzoldan koordinatalanmagan erituvchilarga o‘tish entalpiyalari ($\Delta H^0_{o'tkazish}$) (kJ/mol)

Porfirinlar	Erituvchilar		
	CCl_4	$CHCl_3$	C_6H5NO_2
$H_2Xl(a)$	-8.1	-29.3	-10.3
Cu Xl(a)	-8.0	-28.2	-7.9
Ni Xl(a)	-8.4	-30.8	-
Co Xl(a)	-5.4	-29.9	-
Zn Xl(a)	-8.0	-30.0	-
Cd Xl(a)	-9.7	-40.2	-
Mg Xl(a)	-	-40.1	-
AcFe Xl(a)	-6.2	-37.5	-
AcMn Xl(a)	-	-32.7	-

Xlorofor xlorofill ligandlarining eng samarali erituvchisidir. $H_2Xl(a)$ unda salbiy emas, balki deyarli nolga teng issiqlik effekti bilan eriydi, fitolsiz ligand esa ekzotermik effekt bilan eriydi. $CHCl_3$ ning xlorofill ligandlariga yuqori yaqinligi erituvchi va porfirinning psevdoalkil

(E) ISSN: 3030-3214
Volume 4, № 3-1
2026

o‘rinbosarlarining kislorod atomlari va makrohalqaning uchlamchi azot atomlari o‘rtasida vodorod bog'lanishlarining hosil bo‘lishi bilan bog‘liq (kuchli o‘ziga xos solvotatsiya).

Benzol va uglerod tetraxlorididagi porfirinlar ($\Delta H^0_{o‘tkazish}$) va metall komplekslarining erish entalpiyalari bo‘yicha olingan ma’lumotlardan (1-jadval) ko‘rinib turibdiki, kompleks hosil bo‘lish barcha hollarda molekulaning kristall panjarasining bo‘shashishiga olib keladi, chunki erish entalpiyalari 7 ga kamayadi. Xlorofill uchun 30 kJ/mol va feoforbid uchun 212 kJ/mol [9].

$\Delta H_{o‘tkazish}$ dan ko‘rinib turibdiki (2-jadval), CCl_4 xlorofill tipidagi molekulalar bilan benzolga qaraganda ancha kuchliroq va ham ligandlar, ham metall komplekslari bilan deyarli bir xil tarzda o‘zaro ta’sir qiladi. Bu, bizning fikrimizcha, dipol-dipol (makrosiklik bog‘lanishlar u – CCl_4) o‘zaro ta’siri tufayli o‘rganilayotgan birikmalarning uglerod tetraklorid bilan universal solvatsiyasi foydasiga dalolat beradi, bu esa benzollar bilan π-π o‘zaro ta’siriga qaraganda biroz qulayroqdir. Xlorofill ligandidagi ko‘plab o‘rinbosarlar benzol bilan π-π o‘zaro ta’siri uchun ma’lum sterik to‘siqlar yaratadi deb taxmin qilish mumkin, holbuki bu dipol-dipol rejimida o‘zaro ta’sir qiluvchi CCl_4 bilan sodir bo‘lmaydi. Kompleks hosil bo‘lishi xlorofilga o‘xshash molekulalarning uglerod tetraklorid bilan solvatsiyasi shartlarini o‘zgartirmaydi (1-jadval).

Xloroform, qutb molekulasi va proton donori sifatida, xlorofill ligandini va uning barcha hosilalarini juda kuchli eritadi (2-jadval). Ularning $CHCl_3$ da o‘tkazilish entalpiyalari o‘rtacha CCl_4 ga qaraganda 20-30 kJ/mol yuqori. Ligand va Cu(II), Ni(II), Zn(II) va Co(II) ning kovalent komplekslarining eritishida hech qanday farq yo‘q.

Asosan M - N ion bog‘lanishlariga ega Cd(II) va Mg(II) komplekslarida va qisman Fe+.....00CCH_3 va M+…..X- ion bog‘lanishlariga ega Fe(III) komplekslarida (Cl-, CH_3COO- va boshqalar X- vazifasini bajarishi mumkin), o‘tkazuvchanlik ekzotermikligi 10 kJ/mol ga oshadi. Natijada, benzol va uglerod tetrakloridiga nisbatan xloroform bilan eng kuchli solvatsiya markazlari alkilkarboksil guruhlarining kislorod atomlari va siklopentanon halqasining (V) karbonilidir (I formulaga qarang), shuningdek, yuqori qutbli M+X-, M+N- ion bog‘lanishlaridir. H_2Xl (a) va MXl (M=Zn, Co, Ni, Cu) o‘tkazilishining bir xil entalpiyalari bizga makrosiklik effekt =N- ligandining uchlamchi azot atomlarining solvatsiyasiga xalaqit beradi degan xulosaga kelishga imkon beradi.

Xulosa. Ushbu ilmiy ishda takomillashtirilgan usullar yordamida, xlorofil guruhi porfirin ligandlarining va Cu(II), Ni(II), Zn(II), Co(II), Cd(II), Fe(III), Mn(III) va xlorofill (jami 8 ta birikma) bilan komplekslari sintez qilindi. Olingan barcha birikmalar yuqori aniqlikda aniqlandi spektral darajada tozalandi. O'rganilgan porfirinlar va ularning komplekslarining elektron yutilish spektrlari yozib olindi va turli tabiatdagi bir qator organik erituvchilarda miqdoriy qayta ishlandi. Olingan natijalarga asoslanib, porfirinlar va ularning komplekslarining solvatatsiya energiyasining asosiy qonuniyatlari aniqlandi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

[1] Асқаров, Қ. А., Холмуродова, Д. К., & Тангяриқов, Н. С. (2014). Пилла қурти чиқиндиларидан хлорофилл, металлопорфиринлар, биологик ва каталитик фаол моддалар олишнинг илмий асослари. Тошкент.
[2] Березин, Б. Д. (1978). Координационные соединения порфиринов и фталоцианина. Наука.
[3] Sayitova, N. N., Ibragimova, K. S., Tangyarikov, N. S., & Turabdjanov, S. M. (2024). Pilla qurti chiqindilaridan metalloporfirinlar olish ularning modifikatsiyasi, fizik-kimyoviy va katalitik xossalarini ilmiy asoslash. Toshkent.
[4] Сайитова, Н. Н., Ибрагимова, К. С., & Тангяриков, Н. С. (2024). Термохимия растворения и спектральные характеристики металлоаналогов хлорофилла в органических растворителях. Тошкент.
[5] Tangyarikov, N. S., & Husenov, A. O‘. (2025). Pilla qurti chiqitlarining umumiy xossalari va elementlar tarkibini ilmiy asoslash. Jizzax.

[6] Аскаров, К. А., Березин, Б. Д., Евстигнеева, Р. П., и др. (1987). Порфирины: Структура, свойства, синтез. Наука.
[7] Аскаров, К. А., Березин, Б. Д., Быстрицкая, Е. В., и др. (1987). Порфирины: Спектроскопия, электрохимия, применение. Наука.
[8] Тангяриков, Н. С. (1990). Термохимия растворения и спектральные характеристики аналогов хлорофилла в неводных растворителях [Диссертация кандидата химических наук]. ИХНР АН СССР.
[9] Тангяриков, Н. С., Березин, М. В., Вьюгин, А. И., & Крестов, Г. А. (1990). Термодинамика растворов пирропорфирина и его металлокомплексов. In Тезисы докладов VI Всесоюзной конференции «Термодинамика органических соединений» (p. 204). Минск.
[10] Тангяриков, Н. С. (1990). Термохимия растворения и спектральные характеристики аналогов хлорофилла в неводных растворителях [Автореферат диссертации кандидата химических наук]. ИХНР АН СССР.

Maqolaga iqtibos keltirish | Как цитировать статью | How to cite this article

Sayitova, N. N. qizi, & Tangyarikov, N. S. (2026). Metalloporfirinlarning suvsiz eritmalarda termokimyoviy erish entalpiyasi. Sanoatda raqamli texnologiyalar, 4(3-1). https://doi.org/10.70769/3030-3214.SRT.4.3-1.2026.21