

# POLİMER-SU İKİFAZALI SİSTEMLƏRİNDƏ PAYLANMA METODUNUN BIOTEKNOLOGİYADA VƏ TƏBABƏTDƏ TƏTBİQİNİN PERSPEKTİVLƏRİ

T.O.BAĞIROV, E.Ə.MƏSİMOV

Bakı Dövlət Universiteti

Bakı / AZƏRBAYCAN

*baghirov-t@mail.ru*

## XÜLASƏ

İşdə əsasını su təşkil edən polimer-su ikifazlı sistemlərdə maddələrin qeyri-bərabər paylanmasına əsaslanan metodun nəzəri əsasları, analitik, preparativ və diaqnostik məqsədlərlə biotexnologiyada və tibbdə tətbiqi perspektivləri təhlil edilir. Bioloji sistemin fraqmentlərinin, polimerlərin fraksiyalarının ikifazlı sistemin eyni zamanda mövcud olan fazalarına olan hərisliklərinin müxtəlifliyi onları həmin sistemlərdə ayırmağa imkan verir. Göstərilmişdir ki, bu sistemlərdə paylanma metodundan bəzi xəstəliklərin ilkin diaqnozu məqsədi ilə istifadə etmək olar.

**Açar sözlər:** Polimer, sistem, faza

## PERSPECTIVE OF APPLICATION OF A METHOD OF ALLOCATION IN WATER-POLYMERY TWO-PHASE SYSTEMS IN BIOTECHNOLOGY AND MEDICINE

### ABSTRACT

In article application of a method of a nonuniform distribution of substances in water-polymer two-phase systems in analytical, preparative and the diagnostic purposes in biotechnology and medicine is discussed. The odds in affinities of builders of biological frames to two-phase system phases allows to use this method also in separate purposes. It is shown, that the nonuniform distribution method can be useful to early diagnostic of some sickness.

**Key words:** Polymer, system, phase

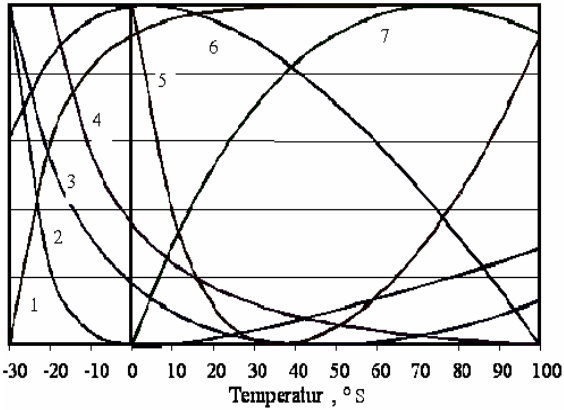
## Giriş

İşdə əsasını su təşkil edən ikifazlı sistemlərdə maddələrin qeyri-bərabər paylanmasına əsaslanan metodun nəzəri əsasları, analitik, preparativ və diaqnostik məqsədlərlə biotexnologiyada, təbabətdə və farmokologiyada tətbiqi perspektivləri təhlil edilir.

Məlumdur ki, bioloji sistemlərdə suyun rolu və halı problemi çox böyük əhəmiyyət kəsb edən ümumbioloji problemlərdən hesab olunur, su canlı aləmdə baş verən demək olar ki, bütün proseslərdə iştirak edir və mühüm rol oynayır. Su, iştirakçısı olduğu proseslərdə adi həlledici olmayıb, bu

hadisələrin gedişinə öz köklü təsirini göstərir. O, bioloji funksiya daşıyan makromolekulların aktiv konformasiyalarının formalaşmasında, canlı orqanizmdə baş verən qarşılıqlı təsirlərdə, kimyəvi maddələrin osmos və diffuziya vasitəsilə daşınmasında, fermentativ reaksiyaların gedişində və s. aktiv iştirak edir. Su hüceyrə və digər orqanların mexaniki qorunmasını təmin edir, orqanizmi xarici temperatur dəyişmələrindən qoruyur, yüksək enerjili şüalanmaları udmaq və ötürmək qabiliyyətinə malikdir. Başqa sözlə, canlı aləm suya uyğunlaşdırılaraq "yaradılmışdır" və onun öyrənilməsi suyun müxtəlif molekulyar

səviyyələrdə öyrənilməsi deməkdir [1,2]. Suda bioloji strukturların olması, onların komponentlərinin su mühitində bir-birləri ilə və su ilə qarşılıqlı təsirləri nəticədə suyun strukturunu, fiziki-kimyəvi xassələrini dəyişir. Hesab etmək olar ki, bütün maddələrin yerinə yetirdiyi bioloji funksiyalar əsas etibarilə su strukturlarının yaradılması və ya dağılması istiqamətində yönəlmişlər.

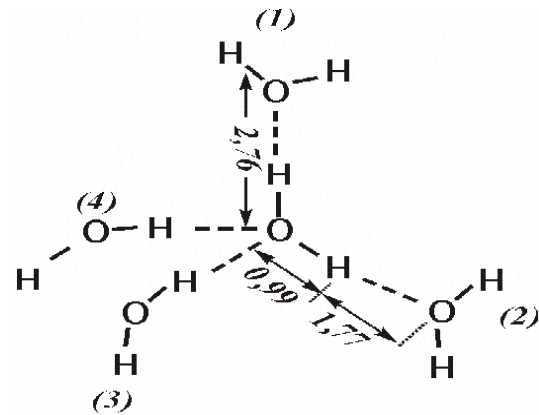


Şəkil 1. 1-özlülüyün təzyiqə görə dəyişməsi; 2-istidən genişlənmə; 3-sıxılma; 4-özlülük; 5-xüsusi istilik tutumu ( $C_p$ ); 6-sıxlıq; 7-səsin sürəti

Suyun belə ali funksiya daşması, fiziki və fiziki-kimyəvi xassələrinin digər mayelərdən fərqlənməsi onun xassələrindəki müşahidə olunan anomallıqlarla əlaqədardır (şəkil 1). Bu, anomallıqlara misal olaraq, suyun sıxlığının, dielektrik nüfuzluğunun, özlülüyünün, öz-özünə diffuziya əmsalının, səthi gərilmə əmsalının, maqnit relaksasiya müddətlərinin və s. xassələrinin temperatur asılılıqlarında müşahidə olunan ekstremumları, kəskin dəyişmələri və s. göstərmək olar.

Suyun xassələrinin tədqiqinə həsr olunmuş geniş elmi ədəbiyyatın təhlili nəticəsində məlum olmuşdur ki, su molekulları bir-biri ilə enerjilərinin qiyməti fiziki (Van der Vaals, dispersiya və s.,  $0,1 \div 1$  kkal/mol) və kimyəvi (kovalent, ion və s.,  $100 \div 1500$  kkal/mol) qarşılıqlı təsirlərin enerjilərinin qiymətləri arasında olan hidrogen rabitələri ( $5 \div 10$  kkal/mol) yaradırlar. Qeyd edək ki,

bu rabitələr kooperativ xarakter daşıyırlar, yəni iki su molekulu arasında hidrogen rabitəsinin yaranması bu molekulların digər qonşu su molekulları ilə daha möhkəm hidrogen rabitələrinin yaranması ilə müşayiət olunur. Başqa sözlə desək, eyni zamanda çoxlu sayda su molekulları hidrogen rabitələri vasitəsilə birləşərək elmi ədəbiyyatda müxtəlif cür adlanan (assosiatlar, klasterlər, aysberqlər, molekulüstü birləşmələr və s.) strukturlar yaradırlar və eyni zamanda bu strukturlar dağılaraq yox olurlar. Xüsusi qeyd edək ki, molekulların birləşmələri xarakterindən aslı olaraq yaranan rəngarəng strukturlara misal olaraq yalnız karbon atomlarından ibarət müxtəlif strukturlara malik qrafiti və almazı göstərmək olar.

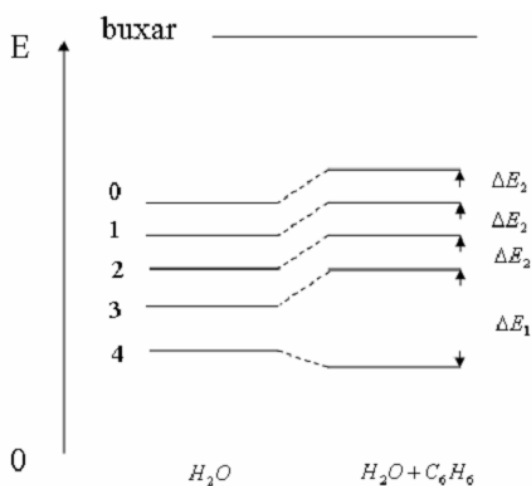


Şəkil 2. Suyun tam koordinatlaşdırılmış tetraedrik strukturu: (1) və (2) molekulları, həmçinin mərkəzi  $H_2O$  molekulu kağız müstəvisi üzərində yerləşir. (3) molekulu müstəvinin üstündə, (4) molekulu isə altında yerləşirlər. Beləliklə, (1), (2), (3) və (4) molekulları tetraedr bucaqlarında yerləşirlər. Məsafələr anqstremlə verilmişdir.

Suda hidrogen rabitələrinin yaranmasının kooperativliyi suyun və buzun xassələrinin izahında çox mühüm rol oynayır. Hər bir su molekulu dörd su molekulu ilə hidrogen qabitəsinə girərək tetraedrik quruluş yaradır (şəkil 2). Buzun quruluşu hidrogen rabitələri vasitəsilə yaranan fəza toru olduğu halda, suda bu rabitələr qismən qırılır-

lar və beləliklə, bir çox alimlərin fikrincə su eyni zamanda buzabənzər strukturla yanaşı, sərbəst su molekullarından təşkil olunmuş sıx struktura malik olur. Suyun bu iki strukturlu maye modeli Bernal və Fauler tərəfindən verilmiş və digər tədqiqatçılar tərəfindən inkişaf etdirilmişdir [3]

Suyun iki strukturlu modelinə görə (bu növ modellər qrupuna "üzən klasterlər" və aysberqlər modelləri də daxildir) su hər biri dörd su molekulu ilə bağlı buza bənzər strukturla yanaşı, onunla tarazlıqda olan və bir-birlərinə nisbətən kip yerləşmiş, hidrogen rabitələri əmələ gətirməyən iki hissədən ibarətdir. Kip düzülüşə malik su molekullarının bütün həcm boyu bərabər paylanması hidrogen rabitələrinin yaranmasının kooperativliyi ilə bağlı enerji nöqtəyi-nəzərdən əlverişli deyildir. Bu səbəbdən əmələ gələn və özündə maksimal sayda hidrogen rabitələri saxlayan mikrooblastlar sərbəst su molekulları ilə termodinamik tarazlıqda olurlar. Enerjinin lokal fluktasiyaları klasterlərin dağılmasına və yaşama müddəti  $\sim 10^{-10}$  san olan yeni klasterlərin əmələ gəlməsinə səbəb olur.



Şəkil 3. İki strukturlu su modelinə görə su molekullarının enerji səviyyələri

İki strukturlu su modelini inkişaf etdirən Nemeti və Şeraqa [4] su molekullarının enerjiləri və daxili sərbəstliyi ilə fərqlənən 5

sinfə bölürlər: 4 koordinasiya ədədinə malik su molekulları sıfırıncı enerji səviyyəsi olan sinfə, tam sərbəst molekullar isə ən yüksək enerji səviyyəsinə malik sinfə aiddirlər. Su molekulları bu enerji səviyyələri və aralıq enerji səviyyələri arasında paylanırlar (şəkil 3).

Hemeti və Şeraqaya görə  $20^{\circ}\text{C}$  hər bir klaster özündə orta hesabla 57 su molekulu saxlayır və bütün su molekullarının təqribən 70% klasterlərdə cəmlənilir. Bunlardan isə 30%-nin koordinasiya ədədi 4-ə bərabərdir. Bu qiymətlər suyun infraqırmızı spektrlərinin tədqiqindən təcrübi olaraq alınan nəticələrlə praktiki olaraq üst-üstə düşür. Müəyyən olunmuşdur ki, temperatur artdıqca klasterlərin orta ölçüləri azalır. (Su  $0^{\circ}\text{S}$ -dən  $70^{\circ}\text{S}$ -yə qədər qızdırıldıqda klasterlərdəki molekulların sayı 90-dan 25-ə qədər azalır). Qeyd etmək lazımdır ki, iki strukturlu modelə görə sıx (kip) struktur üçün enerjinin, entropiyanın, sıxlığın, yürüklüyün, ən yaxın qonşu molekula qədər olan məsafənin və koordinasiya ədədinin qiymətləri onların buza bənzər strukturlarda aldıkları qiymətlərə nisbətən daha böyük olur.

İki strukturlu modelə yaxın və prinsipcə ondan az fərqlənən iki hal modelinə görə isə, bu hallardan birinə hidrogen rabitələrindən təşkil olunmuş fəza torunun düyünlərində yerləşən molekullar, digərinə isə bu karkasın (torun) boşluqlarında yerləşən molekullar aid edilir.

Beləliklə, suda molekulların orta kinetik (istilik) enerjisindən ( $kT$ ), hidrogen rabitələrinin enerjisindən, onların sıxlığından (sayından), oriyentasiyasından, uzunluğundan, paylanma konfigurasiyasından asılı olan müəyyən struktur yaranır və bu struktur müəyyən termodinamik halla xarakterizə olunur və bu termodinamik hal müəyyən mənada onun (suyun) hər hansı bir maddəni özündə həlletmə qabiliyyətini müəyyənləşdirir.

Suyun qeyd olunan parametrlər toplusundan birinin və ya bir neçəsinin dəyişməsi onun strukturunun (termodinamik halının) dəyişməsi deməkdir. Suyun strukturunun istənilən dəyişməsi isə onun bioloji proseslərdəki rolunu, yəni su mühitində gedən proseslərə müdaxiləmə və iştirak etmə dərəcəsini dəyişdirir. Suyun strukturuna təsir edərək onu dəyişdirən amillərdən biri temperatur dəyişmələri ilə yanaşı suya daxil edilmiş kiçik və yüksəkmolekullu birləşmələrdir. Sulu birləşmələrin, maddələrin suda məhlullarının strukturu həll olan maddələrin təbiətindən və tərkibindən asılıdır və mühitdə baş verən bütün qarşılıqlı təsirlərin incə balansı ilə müəyyən olunur. Bu balansın pozulması nəticəsində suyun strukturunda baş verən istənilən dəyişikliklər bioloji proseslərin gedişinə öz təsirini göstərir. Buna görə müxtəlif kimyəvi maddələrin suyun strukturuna təsirinin tədqiqi çox vacibdir. Bu sahədə aparılan külli miqdarda elmi-tədqiqat işlərinin təhlili göstərir ki, maddələrin suya strukturlaşdırıcı və dağıdıcı təsirlərinə görə sistemə salınmasına və həmçinin onların suyun strukturuna təsir mexanizminin öyrənilməsinə böyük ehtiyac var. Elə onu qeyd etmək kifayətdir ki, canlı orqanizm (biomolekula) strukturlu suda daha yaxşı fəaliyyət göstərir, belə demək mümkündürsə strukturlu suyu daha çox sevir.

### Tədqiqat obyektləri və metodlar

Təqdim olunmuş işdə bəzi suda həll olan polimerlərin iştirakı ilə alınmış ikifazalı polimer-polimer-su və polimer-duz-su sistemləri tədqiq olunmuş və bu sistemlərdə paylanma metodunun preparativ məqsədlərlə istifadə olunma imkanları araşdırılmışdır.

Təcrübələrdə İspaniyanın "Panreac" firmasının istehsal etdiyi, polietilenqlikol (PEQ) –  $\text{HO}(\text{C}_2\text{H}_4\text{O})_n\text{H}$ , Rusiya Federasiyasının istehsalı olan dekstran və polivinilpirrolidon

(PVPD), «kimyəvi təmiz» və «xüsusi təmiz» qeyri-üzvi və üzvi duzlar, 2,4 dinitrofenil-ləşdirilmiş (DNF) -  $\alpha$  - aminturşuları: DNF - qlisin, DNF - L -alanin, DNF - D, L – norvalin, DNF - L -norleysin və DNF - 2- aminoktan turşusu istifadə olunmuşdur. Bütün təcrübələr kvarts qablarda iki dəfə distillə olunmuş su ilə aparılmışdır.

Polimer-polimer-su və polimer-duz-su ikifazalı sistemləri polimerlərin və duzun ilkin məhlullarını qarışdırmaqla alınmışdır. Adətən 2 q-lıq sistemlər hazırlanmışdır. Verilmiş tərkibli sistemi hazırlamaq üçün ilkin məhlullardan sınaq şüşəsində çəkilmiş və 2 q-a qədər su əlavə olunmuşdur. Sonra sistem intensiv qarışdırılaraq termodinamik tarazlıq halı alınana qədər gözlənilmişdir. Prosesi sürətləndirmək üçün qarışdırılmış sistemləri tezlik 4000 dövr/san olmaqla 20 dəqiqə müddətində sentrafuqaya qoyulmuşdur. Ayrı-ayrı təcrübələrdə göstərilmişdir ki, sistemlərin sentrafuqaya qoyulması və ya 6 saat gözlənilməsi ilə alınan termodinamik tarazlıq halları eynidir.

İkifazalı sulu polimer sistemlərinin əsas xarakteristikalarından biri onun binodal əyrisidir [5]. Binodal əyrisi faza diaqramında sistemin birləşməli (homogen) oblastı ilə ikifazalı (heterogen) oblastı ayıran nöqtələrin həndəsi yeridir. Binodal əyrisini qurmaq üçün adətən iki metoddan – bulaqlıq metodu və sistemin fazalarının tərkibini tədqiq etmək metodlarından istifadə olunur.

Polimer-su ikifazalı sistemlərin ayırma qabiliyyətini tapmaq üçün DNF -  $\alpha$  - aminturşularının həmin sistemlərdə paylanmasına baxılmışdır. DNF -  $\alpha$  - aminturşularının fazalardakı konsentrasiyasını təyin etmək üçün fazalardan nümunə götürülmüş və spektrofotometrik metodla  $\lambda = 360$  nm dalğa uzunluğunda optik sıxlığı ölçülmüşdür. Fazaların optik sıxlığının maksimumlarının nisbəti paylanan maddənin həmin

fazalarda konsentrasiyalarının nisbətini, yəni paylanma əmsalını verir. Maddənin iki fazalı sistemdə paylanma əmsalı  $K = \frac{C_I}{C_{II}}$

kimi işarə olunur, burada,  $C_I$  və  $C_{II}$  – paylanan maddənin uyğun olaraq, yuxarı və aşağı fazalardakı konsentrasiyalarıdır.

### Nəticələr və onların müzakirəsi

Suyun strukturunun spesifik xüsusiyyətlərinin ən maraqlı təzahürü suya qeyri-polyar və ya qeyri-polyar funksional qrupları olan maddələr daxil etdikdə müşahidə olunan “hidrofob” effektdir.[6] Doğrudan da suyun iki növ struktura–nizamlı buzabənzər və sıx qablaşmış struktura malik olduğunu qəbul etsək, məhlulda olan maddənin qeyri-polyar fraqmenti buzabənzər struktura daha böyük ehtimalla yaxınlaşır, çünki bu zaman enerji uduşu baş verir (şəkil 3). Su–su kontaktı qalmaqla, qeyri polyar-qeyri polyar kontakt qırılır və enerji uduşunu təmin edən qeyri polyar-su kontaktı yaranır. Qeyri-polyar molekulu sıx qablaşmış strukturda yerləşdirdikdə yeni heç bir kontakt əmələ gəlmir və enerji uduşu yaranmır. Su–su kontaktının qeyri polyar-su kontaktı ilə əvəz etmək isə enerji baxımından əlverişli deyildir. Ona görə qeyri-polyar karbohidrogeni suda həll etdikdə o strukturlaşmış suda daha yaxşı həll olur və onu daha da strukturlaşdırır və bu proses entropiyanın azalması ( $\Delta S < 0$ ) və sərbəst enerjisinin artması, yəni həllolmanın pisləşməsi ilə müşayiyyət olunur. Bu isə öz növbəsində suyun daha çox strukturlaşmasına, qeyri-polyar maddələrin sıxışdırılmasına, itələnməsinə, başqa sözlə, “hidrofob effektə” gətirib çıxarır [6].

Qeyri-polyar molekulları su mühitinə daxil etdikdə baş verən dəyişikliklər haqqında yuxarıda qeyd olunan mülahizələrə bir daha qayıdaq. Belə qeyri polyar molekulların ən əlverişlisi özündə polyar qrup saxlama-

yan karbohidrogenlərdir. Karbohidrogenlərin həll olması entalpiya ( $\Delta H$ ) və entropiya ( $T\Delta S$ ) həddlərini özündə saxlayan sərbəst enerjinin dəyişməsi ( $\Delta G$ ) ilə müəyyən olunur:

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S \quad (1)$$

$\Delta G$ -nin işarəsi, göründüyü kimi bu iki həddin ( $\Delta H$  və  $T\Delta S$  həddlərinin) işarə və qiymətləri ilə təyin olunur. Karbohidrogenlərin suda pis həll olması yuxarıda qeyd olunduğu kimi enerji nöqtəyi-nəzərdən daha əlverişli su-su kontaktının az əlverişli karbohidrogen–su kontaktı ilə əvəz olunması hesabına sərbəst enerjinin artması ilə deyil, entropiyanın azalması ilə əlaqədardır.

Özündə həm polyar, həm də qeyri polyar qruplar saxlayan maddələr suda həll olduqda (sabun, zülal və s) qeyri-polyar qruplar su əhatəsindən çıxmağa çalışırlar və bu da qeyri polyar qrupların bir-birini cəzb etməsində özünü göstərir. Bifil xarakterli maddələrin məhlullarında hidrofob qarşılıqlı təsirlər nəticəsində qeyri-polyar qrupların su ilə ən az kontaktda olmasını təmin edən kompakt strukturlar yaranır. Hesab etmək olar ki, evalyusiya prosesində hüceyrələri əhatə edən membranlar çox güman ki, bu cür formalaşmışlar. Qeyd etmək lazımdır ki, sulu məhlullarda hidrofob qarşılıqlı təsirlərin ən vacib xüsusiyyəti ondan ibarətdir ki, bu növ qarşılıqlı təsirlər biopolimerlərin nativ konformasiyalarını stabilləşdirir.

Yuxarıda dediklərimizi və hidrofobluğun maddələrin bioloji aktivliyi ilə əlaqədar olduğunu nəzərə alsaq onun kəmiyyətə qiymətləndirilməsinin nə dərəcədə aktual olduğunu görürük. Doğrudan da məlum olmuşdur ki, maddələrin bioloji aktivliyi və ya orqanizmin bu maddələrə qarşı olan reaksiyası əsasən üç parametrlə:

- qarşılıqlı təsirə girən maddə molekulları ilə hədəf molekullarının sterik uyğunluqları;

- onların donor-akseptor qarşılıqlı təsirləri;
- maddənin orqanizmdə hidrofobluqla sıx əlaqədar olan istiqamətlənmiş nəqli ilə xarakterizə olunur.

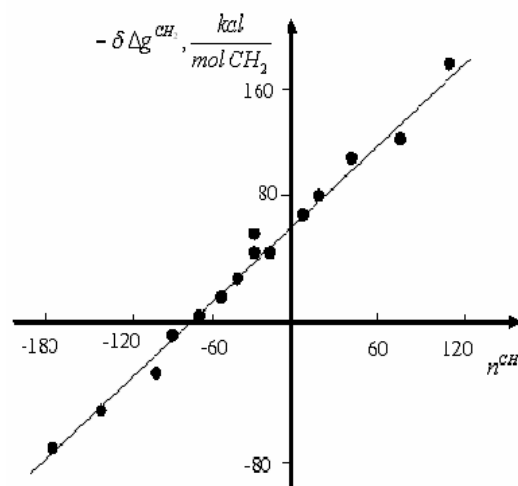
Qeyd olunduğu kimi, maddənin hidrofob\*luğu onun su mühitindən qeyri polyar mühitə köçürülməsi sərbəst enerjisi ilə müəyyən olunur. Aydın ki, hidrofobluğun bu cür qiymətləndirilməsi təcrübi metodun seçilməsindən və qeyri polyar mühiti imitasiya etmək üçün seçilən həlledicinin növündən asılıdır. Bu halda alınan nəticə tədqiq olunan molekulun bioloji sistemdəki hidrofobluğu ilə üst-üstə düşməyə bilər. Buna baxmayaraq praktiki olaraq bütün maddələrin nisbi hidrofobluqları onların su mühitindən qeyri polyar mühitə keçməsi sərbəst enerjisinin təyin olunmasına əsaslanmışdır. Bunun üçün adətən maddələrin suda və qeyri polyar mühitdə müqayisəli həllolmasının ölçülməsi (sonra isə hidrofobluq şkalasının qurulması) və maddələrin su-üzvi birləşmə ikifazalı sistemlərdə paylanması metodlarından istifadə olunur [2]. Lakin qeyd etmək lazımdır ki, müqayisəli həllolmanın təhlili metodu bir sıra çatışmamazlıqlara malikdir.

Qeyri polyar birləşməni su ilə qarışdırdıqda onlar bir-birində həll olmadıqlarından (və ya çox cüzi miqdarda həll olduqlarından) sistem iki praktiki olaraq sudan və qeyri üzvi (qeyri polyar) birləşmədən ibarət fazalara ayrılır. Su fazası hidrofil (suyu və polyar maddələri sevən), qeyri üzvi birləşmə fazası isə hidrofob (suyu sevməyən, qeyri polyar maddələri sevən) fazalar adlanırlar. Əgər belə ikifazalı sistemə polyar maddələr daxil edilərsə onlar sistemin su fazasına, qeyri polyar maddələr daxil edilərsə onlar qeyri üzvi birləşmə fazasına toplanırlar. Əgər paylanan maddə özündə həm polyar, həm də qeyri polyar fraqmentlər (qruplar) saxlayırlarsa onda iki fazalı

sistemdə bu maddələr kəmiyyətcə fazalardakı konsentrasiyalarının nisbətində bərabər olan paylanma əmsalı ilə xarakterizə olunurlar  $\left( K = \frac{C_{qeyri\ üzvi}}{C_{su}} \right)$ . Paylanma əmsalının

qiyməti maddənin hissəciklərinin səthinin fazalardakı mühtlə qarşılıqlı təsirləri və istilik hərəkətlərinin intensivlikləri ilə müəyyən olunur.

Xassələrinə görə bir-birindən fərqlənən iki polimerin sulu məhlullarını qarışdırdıqda polimerlərin konsentrasiyalarının müəyyən qiymətlərindən böyük qiymətlərdə sistem iki fazaya ayrılır. Belə sistemlərdə eyni zamanda mövcud olan fazalarda suyun miqdarı 70-90% təşkil edir. Fazaların hərəsi komponentlərdən biri ilə zənginləşmiş olur.



Şəkil 4. Polimerlərin nisbi hidrofobluqlarının suyun strukturunu dəyişmə qabiliyyətləri arasında korrelyasiya əlaqəsi.

Elmi ədəbiyyatda dərc olunmuş nəticələrin təhlili göstərir ki, verilmiş şəraitdə maddələrin nisbi hidrofobluqlarını ( $n^{CH_2}$ ) ekvivalent sayda metilen qruplarının hidrofobluqları ilə

$$n^{CH_2} = \frac{\ln K}{E} \quad (2)$$

düsturu kimi ifadə etmək olar. Burada  $n^{CH_2}$  - maddənin nisbi hidrofobluğunun

metilen qruplarının hidrofobluqları ilə ifadə olunan xarakteristikası, E-bir metilen qrupunun fazalararası keçid sərbəst enerjisi, K-maddənin sistemdə paylanma əmsalındır.

Bu parametrin müsbət qiyməti göstərir ki, maddə hidrofobdur və onun hidrofobluğu n-metilen qrupunun hidrofobluğuna bərabərdir, mənfi qiyməti isə göstərir ki, maddə hidrofildir və onun hidrofiliyi n-metilen qrupunun əks işarə ilə hidrofobluğuna bərabərdir.

Çoxlu sayda polimerlərin təcrübi tapılmış nisbi hidrofobluqlarının və onların suyun strukturunu dəyişmə qabiliyyətlərinin (sulu məhlullarının nisbi hidrofobluqlarının) qiymətləri arasında

$$\delta(\Delta g^{CH_2}) = -64,16 - 0,5 \ln^{CH_2} \quad (3)$$

korrelyasiya əlaqəsi tapılmışdır [7].

Bu korrelyasiya asılılığı şəkil 4-də göstərilmişdir. Məlum olduğu kimi üzvi həlledicidə asanlıqla denaturasiyaya uğrayan biomolekulların, mayələrin suyun strukturunu modifikasiya etmə dərəcəsini, yəni onların nisbi hidrofobluqlarını su-oktanol sistemində təyin etmək mümkün deyil. Ona görə də (3) korrelyasiya əlaqəsindən istifadə edərək bioloji strukturların suya təsiri təyin edilmişdir. Müxtəlif orqanların toxumalarının suda həll olan fraksiyalarının ekstraktlarının ikifazlı polimer-polimer-su sistemlərində paylanma metodu ilə nisbi hidrofobluqları ( $n_{CH_2}$ ) tapılmışdır. Daha sonra (3) –dən istifadə edərək həmin birləşmələrin suyun termodinamik halının (strukturunun) dəyişdirmə qabiliyyətləri, yəni onların məhlullarının nisbi hidrofobluqları ( $\Delta g^{CH_2}$ ) hesablanmışdır. Alınan nəticələr 1-3 cədvəllərində verilmişdir.

Son zamanlar müəyyən olunmuşdur ki, iki polimeri suda həll etdikdə olduğu kimi bəzi polimerlərin elektrolitlərdə həll etdikdə

polimer-duz-su ikifazlı sistemlər alınır. Təcrübələr göstərmişdir ki, polimer-elektrolit ikifazlı sistemlər bir çox xüsusiyyətlərinə görə polimer-polimer-su ikifazlı sistemlərə nisbətən bəzi üstünlüklərə malikdir (fazalara ayrılma sürətlərinə, iqtisadi səmərəliliyinə, ayırma qabiliyyətlərinə görə) [5,6]. İkifazlı sistemlərin eyni zamanda mövcud olan fazaları bir-birindən fiziki-kimyəvi xassələri ilə, xüsusi halda nisbi hidrofobluqları ilə fərqlənirlər. Fazalar arasındakı bu fərq bu sistemlərdə paylanan bioloji hissəciklərin təmizlənməsi, ayrılması və yüksəkmolekullu birləşmələrin fraksiyalara ayrılması üçün müvəffəqiyyətlə istifadə olunur.

Cədvəl 1-3-də bəzi orqanların nisbi hidrofobluqlarının tapılması üçün aparılmış təcrübələrin nəticələri verilmişdir:

Cədvəl 1.

Orqan-mənbə	$k_{oi}$	$k_{oii}$	$\ln k_{oi} / e_0$	$\ln k_{oii} / e_0$
qan	0,739	1,195	-11,2±1,8	+6,6±1,8
beyin	0,375	2,790	-36,3±4,7	+38,0±6,3
qara ciyər	0,455	2,073	-29,2±4,3	+27,0±4,4
dalaq	0,439	1,648	-30,5±2,0	+18,5±0,6
ağ ciyər	0,674	1,261	-14,6±0,6	+8,6±1,0
miokard	0,653	1,132	-15,8±1,0	+4,6±0,8

Cədvəl 2.

Orqan - mənbə	$-\delta(\Delta g^{CH_2})$ kal/mol $CH_2$	$-\delta(\Delta g^{CH_2})$ kal/mol $CH_2$
qan	58,4	67,5
beyin	45,6	83,5
qara ciyər	49,2	77,9
dalaq	48,6	73,6
ağ ciyər	56,7	68,5
miokard	56,1	66,5

Cədvəl 3.

toxuma	$\Delta g_I^{CH_2}$ kal/mol $CH_2$	$\Delta g_{II}^{CH_2}$ kal/mol $CH_2$
beyin	+12,8	-16,0
qara ciyər	+9,2	-10,4
dalaq	+9,8	-6,1
ağ ciyər	+1,7	-1,0
miokard	+2,3	+1,0

Daha sonra işdə müxtəlif biosistemlərin fraqmentlərinin ayrılmasına baxılmışdır. İkifazalı sistemdə paylanan yuxarıda göstərilmiş marker maddələrinin paylanma əmsalının loqarifminin metilen qruplarının sayından xətti asılılığının

$$\ln K = C + E \cdot n \quad (4)$$

ifadəsində  $\ln K = 0$ , yəni  $K = 1$  götürsək və  $K$ -nın bu qiymətinə uyğun metilen qruplarının sayını  $n^*$ -la işarə etsək

$$C = n^* E \quad (5)$$

alırıq.  $K$ -nın vahidə bərabər olması paylanan maddənin konsentrasiyasının hər iki fazada bərabər olması deməkdir. Deməli  $n^*$ -metilen qruplarının elə hipotetik sayıdır ki, bu zaman maddə fazalar arasında bərabər paylanmış olur. Başqa sözlə ion hidatlaşması və hidrofob qarşılıqlı təsirlərin effektləri bir-birini kompensasiya etmiş olur. Bu kəmiyyət fazaların hidrofobluqların arasındakı fərqi, yəni sistemin bioloji obyektləri bir-birindən ayırma qabiliyyətini xarakterizə edir. Bir sıra polimer-su ikifazalı sistemlərinin ayırma qabiliyyətlərinin qiymətləri cədvəl 4-də verilmişdir.

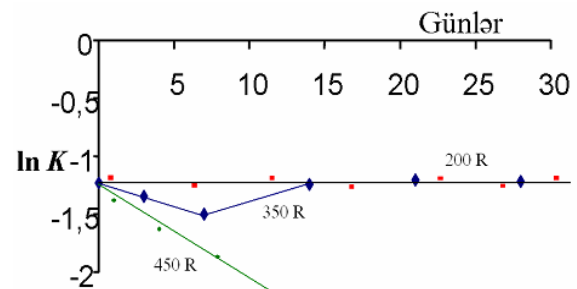
**Cədvəl 4.**  $n^*$  parametrinin müxtəlif polimer-su ikifazalı sistemləri üçün qiymətləri ( $pH = 7,4$ )

№	Sistem	0,11 mol/kq FB
1	dekstran-PEQ-su	$3,96 \pm 0,05$
2	dekstran-PVPD-su	$7,06 \pm 0,05$
3	Dekstran-fikoll-su	$8,30 \pm 0,06$
4	PEQ- $Li_2SO_4-H_2O$	$7,31 \pm 0,09$
5	PEQ- $Na_2SO_4-H_2O$	$7,03 \pm 0,08$
6	PEQ- $CoSO_4-H_2O$	$9,24 \pm 0,08$
7	PEQ- $ZnSO_4-H_2O$	$9,06 \pm 0,09$
8	PEQ- $MgSO_4-H_2O$	$9,16 \pm 0,09$
9	PEQ- $Al_2(SO_4)_3-H_2O$	$11,08 \pm 0,08$

Göründüyü kimi, PEQ- $Al_2(SO_4)_3-H_2O$  ikifazalı sistemi ən böyük ayırma qabiliyyətinə malikdir ( $n^*=11,08$ ). Bu ikifazalı sistemin tarazlıqda olan fazalarının fiziki-kimyəvi xassələrinin müxtəlifliyinə və xüsusi halda

onların hidrofobluqlarının, yəni bu fazaların maddələri həlletmə qabiliyyətlərinin müxtəlifliyinə əsaslanmışdır. Bioloji sistemin müxtəlif fraqmentlərinin, polimerlərin müxtəlif fraksiyalarının eyni zamanda mövcud olan fazalara olan hərisliklərinin müxtəlifliyi onları belə «yumşaq» mühitdə ayırmağa (təmiz maddənin alınmasına) imkan verir.

Polimer-duz-su ikifazalı sistemlərində paylanma metodu vasitəsi ilə radioaktiv şüalanmanın qan zərdabı zülallarının nisbi hidrofobluqlarına təsirinə baxılmışdır [8]. Radioaktiv mənbə kimi  $^{60}So$  götürülmüş və təcrübə heyvanları müxtəlif dozalarda (200,350, 450 və 500 rentgen) şüalandırılmışlar. Heyvanlardan 7, 14, 21 və 28-ci günlər qan götürülmüş və onların paylanmasına baxılmışdır. Sağlam qanın paylanma əmsalı ilə müqayəsələr aparıldıqda məlum olmuşdur ki, kiçik dozalarla şüalandırılmış heyvanların qan zərdabının paylanma əmsalı birinci həftə ərzində dəyişsə də dördüncü həftəyə qədər əvvəlki qiymətini alır və heyvanlar sağalır (şəkil 5). Böyük dozalarla şüalandırılmış hevanların qan zərdabının paylanma əmsalında isə bu müşahidə olunmur və heyvanlar ölür. Aparılmış tədqiqatlar bir daha təsdiq edir ki, radioaktiv şüalanmanın təsiri ilə qandakı zülalların konformasiyasında müəyyən dəyişiklik baş verir və bu konformasiya dəyişikliyi polimer-su ikifazalı sistemlərinə paylanma metodu vasitəsi ilə böyük dəqiqliklə aşkar etmək olar.



**Şəkil 5.** Müxtəlif dozalarla şüalandırılmış təcrübə heyvanlarının qan zərdabının paylanma əmsalının zamandan asılı olaraq dəyişməsi.

#### ƏDƏBİYYAT

1. [www.lsbu.ac.uk/water](http://www.lsbu.ac.uk/water)
2. Məsimov E.Ə. Bioloji sistemlərdə suyun rolu. Hidrofobluq, monoqrafiya, Bakı, 2008, - 328 s.
3. Дж.Бернал, Р.Фаулер Структура воды и ионных растворов. Усп. физ. наук, 1934, т.14, с. 586-644
4. Nemethy G., Annali dell Istituto Superiore di sanita Italy, Rome, 1970, p.492-497
5. Bağirov T.O. İkifazlı sulu polimer sistemləri və onların əsas xarakteristikaları, Bakı, BDU, 2005, - 56 səh.
6. E.Ə.Məsimov, T.O.Bağirov İkifazlı su-polimer sistemlərində paylanma metodu vasitəsilə makromolekulların nisbi hidrofobluqlarının tədqiqi// AMEA-nın xəbərləri, fizika-riyaziyyat və texnika elmləri seriyası, fizika və astronomiya, 2006, XXVI cild, №5, səh.132-140.
7. Масимов Э.А., Заславский Б.Ю., Махмудов А.У О гидрофобности растворов полимеров, Баку, 1991,-60 стр.
8. Масимов Э.А., Багиров Т.О., Алиева Н.И. Влияние ионизирующей радиации на изменение относительной гидрофобности белков сыворотки крови// Журнал изв. вузов «Химия и химическая технология», 2006, том 49, вып. 9, стр. 103-106