

DNT ARDICILLIĞININ TƏSADÜFİ SİMMETRİYASI ÇARQAFIN İKİNCİ BƏRABƏRLİK QAYDASI

Nuriyev Q.O.

*Bakı Dövlət Universiteti
qalibnuruyev@gmail.com*

Əvvəllər nukleotidlərin xətti ardıcılığı baxımından dsDNT genomunda olan bioloji məlumat selektiv təzyiqlərin və neytral sürüşməsin əsas hədəfi hesab olunurdu. 1950-ci ildə Ervin Çarqaff müşahidə apardı ki, DNT-nin ikiqat spiralını əmələ gətirən dörd nukleotidin (adenin-A, sitozin-S, qüanin-Q, timin-T) simmetrik olaraq yerləşiblər (A sayı = T sayı, Q sayı = S sayı). Bu qayda Çarqafın ilk bərabərlik qaydası adlanır və 1953-cü ildə DNT-nin ikiqat burulmuş strukturunun kəşf olunmasında mühüm rol oynamışdır. 1968-ci ildə isə Çarqaff müəyyən etdi ki, ikiqat burulmuş zəncir üçün müəyyən etdiyi eyniliklər DNT molekulunun hər iki zəncirində də mövcuddur. Başqa sözlə dsDNT genomunun hər bir zəncirində adeninlərin sayı timinlərin sayına, qüaninlərin sayı isə sitozinlərin sayına demək olar ki, bərabərdir. Ancaq bu qayda tək zəncirli DNT (ssDNT) üçün keçərlil deyil. Mitoxondirlər istisna olmaqla bütün dsDNT genomları üçün bu qayda ödənilir. Bu məlumat NCBI gen bankından götürülərək analiz olunan bütün genomlarda öz təsdiqini tapmışdır.

Çarqafın ikinci bərabərlik qaydası əvvəllər 10 əsasə qədər bütün mümkün k-merlərə (nukleotid ardıcılığı) şamil olunurdu. Hansı ki, bu qayda k-merlərin əks komplementarları üçün keçərlidir. Bütün dsDNT genomlarına uyğun gələn bu simmetriya "müstəsna simmetriya" adlandırılmışdır. Məs. S cütlərdə dsDNT genomunun tək zəncirində 5'TTASQ3' nukleotid ardıcılığının və onun komplementar ardıcılığı olan 5'SQTAA3' (RS-cütdür) təzahürləri demək olar ki, eynidir. Əksinə eyni zəncirdə S cütlərinin 5'TTASQ3' və 5'AATQS3' rastgəlmə tezlikləri əhəmiyyətli dərəcədə fərqlənə bilər. Çarqafın ikinci bərabərlik qaydasının kəşfindən 50 il keçməsinə baxmayaraq bu qayda üçün ümumi əsaslandırılma yoxdur. Bu qayda üçün müxtəlif modellər, fərziyələr irəli sürülmüşdür. Məs kök döngələri, tandem dublikasiyaları, inversiyaların ardınca gələn təkrarlanmalar, tərs çevrilmiş keçidlər, qeyri-bərabər əvəzetmələr və s. Müəyyən edilmişdir ki, Çarqafın ikinci bərabərlik qaydasına əsasən k-mer uzunluğu dsDNT ardıcılığının uzunluğunun loqarifmik funksiyasıdır. Şoper və əməkdaşları genom uzunluğu (L) üçün k-merlərin təqribi qiymətini hesablayıb aldılar ($k\text{-mer} \approx 0,73 \ln(L)$). Ancaq təkrarlanma nə qədər uzun olsa belə bu dsDNT ardıcılığın ümumi uzunluğu ilə müqayisədə çox kiçikdir.

Maksimum entropiya prinsipi genomdakı RS cütlərinin maksimum uzunluğunun k-merin hər hansı bir xüsusi uzunluğu ilə məhdudlaşmadığını və yalnız bütün dsDNT genomunu əhatə edə bilən enerji qarşılıqlı təsir

diapazonundan asılı olduğunu praqnozlaşdırmağa imkan verir. Maksimum enerji prinsipi tək zəncirli DNT (ssDT) tətbiq olunduqda enerji qarşılığının olmaması səbəbindən adenin-A və timin-T (həmçinin sitozin-S və quanin-Q və ya hər hansı digər RS cütləri) arasında korrelyasiya yoxdur.

İki zəncir X (müsbət zəncir) və $\bar{X}$ (mənfi zəncir) olan dsDNT-də qarşılıqlı təsir enerjisi $H(X, \bar{X})$ $H(\bar{X}, X)$ -ə bərabərdir. Bu isə o deməkdir ki, X və $\bar{X}$ birlərini əvəz edərlərsə enerji paylanımı dəyişmir, yəni $H(X, \bar{X}) = H(\bar{X}, X)$. Nəticədə, ardıcılığın və onun əks tamamlayıcısının rastgəlmə ehtimalları bərabərdir, yəni $P(X) = P(\bar{X})$. Eyni zamanda qarşılıqlı təsir enerjisi $H(X, \bar{X})$ ilə onun komplementar X^S (onun S cütü) cütləşmə ardıcılığı ilə müqaisə edilərkən müsbət və mənfi ardıcılıqlar arasında enerji simmetriyası ödənilir, yəni $H(X, \bar{X}) \neq H(\bar{X}, X)$. Bu o deməkdir ki, ümumiyyətlə $P(X) \neq P(X^S)$ və bir DNT zəncirinin kovalent rabitəsinin qırılması üçün $P(X) = P(X) \neq P(X^S)$ şərti ödənilməlidir. $P(X) = P(\bar{X})$ bərabərliyindən çıxan əsas nəticə ondan ibarətdir ki, RS cütlərinin gözlənilən sayları bərabər balanslaşdırılıb. Ancaq bu qayda sonsuz uzun dsDNT ardıcılıqları üçün ödənilir və genom ölçüsü azaldıqda (virus və orqanellərin DNT-də olduğu kimi) kənarçıxmaların olması gözləniləndir.