

Χημική σύσταση νουκλεϊκών οξέων

Αριθμός βάσεων και ποσοστών βάσεων στο μόριο

Ισχύουν μόνο στα δίκλινα μόρια DNA και RNA. Για το δίκλινο μόριο RNA ισχύουν οι ίδιες σχέσεις, αλλά αντί T υπάρχει U.

1) αριθμός βάσεων (νουκλεοτιδίων) στο μόριο

①

και

$$\begin{aligned} \text{αριθμός A / μόριο} &= \text{αριθμός T / μόριο} \\ \text{αριθμός C / μόριο} &= \text{αριθμός G / μόριο} \end{aligned}$$

Οι αριθμοί των συμπληρωματικών βάσεων του μορίου ισούνται μεταξύ τους.

Αν είναι γνωστός ο συνολικός αριθμός βάσεων του μορίου και ο αριθμός μιας βάσης μπορούμε να βρούμε τον αριθμό όλων των βάσεων του μορίου.

Παράδειγμα 1: Από την ανάλυση τμήματος ενός μορίου DNA βρέθηκε ότι υπάρχουν 1.000 ζεύγη βάσεων, από τις οποίες βάσεις 400 είναι κυτοσίνες. Πόσες αδενίνες, θυμίνες και γουανίνες υπάρχουν στο τμήμα αυτό;

Απάντηση 1: $G = C = 400$, Άρα $A+T = 2.000 - (C+G)$, $A+T = 2.000-800$, $A+T = 1.200$,
Άρα $A = T = 600$

2) ποσοστά βάσεων στο μόριο

①

$$\begin{aligned} A\% / \text{μόριο} &= T\% / \text{μόριο} \\ C\% / \text{μόριο} &= G\% / \text{μόριο} \end{aligned}$$

Τα ποσοστά των συμπληρωματικών βάσεων του μορίου ισούνται μεταξύ τους.

Αν είναι γνωστό το ποσοστό της μίας βάσης του μορίου μπορούμε να βρούμε τα ποσοστά και των υπόλοιπων τριών βάσεων του μορίου.

Παράδειγμα 2: Η ποσοτική ανάλυση ενός μορίου DNA έδειξε ότι περιείχε 20% γουανίνη (G). Ποια είναι η ποσοστιαία περιεκτικότητα σε βάσεις του μορίου του DNA.

Απάντηση 2: $G\% = C\% = 20\%$, Άρα $(A+T)\% = 100\% - (C+G)\%$, $(A+T)\% = 100\%-40\%$, $(A+T)\% = 60\%$,
Άρα $A\% = T\% = 30\%$

3) αριθμός ζευγών βάσεων στο μόριο

①

$$\begin{aligned} \text{αριθμός ζευγών βάσεων (A=T) / μόριο} &= \text{αριθμός A / μόριο} = \text{αριθμός T / μόριο} \\ \text{αριθμός ζευγών βάσεων (C=G) / μόριο} &= \text{αριθμός C / μόριο} = \text{αριθμός G / μόριο} \end{aligned}$$

Ο αριθμός ζευγών των συμπληρωματικών βάσεων του μορίου ισούται με τον αριθμό της μίας εξ αυτών στο μόριο.

Παράδειγμα 3: Η ποσοτική ανάλυση ενός μορίου DNA έδειξε ότι περιέχει $3 \cdot 10^5$ μόρια A και $4 \cdot 10^5$ μόρια G. Ποια είναι η αναλογία ζευγών βάσεων $(A=T)/(C=G)$ στο μόριο DNA;

Απάντηση 3: αριθμός ζευγών βάσεων (A=T) = αριθμός A = $3 \cdot 10^5$ και αριθμός ζευγών βάσεων (C≡G) = αριθμός G = $4 \cdot 10^5$. Επομένως η αναλογία ζευγών βάσεων (A=T)/(C≡G) είναι=3/4

4) ποσοστά ζευγών βάσεων στο μόριο

①

ζεύγη βάσεων (A=T) % / μόριο = $2 \cdot A\%$ / μόριο = $2 \cdot T\%$ / μόριο
ζεύγη βάσεων (C≡G) % / μόριο = $2 \cdot C\%$ / μόριο = $2 \cdot G\%$ / μόριο

Το ποσοστό των ζευγών των συμπληρωματικών βάσεων του μορίου ισούται με το διπλάσιο του ποσοστού της μίας εξ αυτών στο μόριο.

Αν είναι γνωστό το ποσοστό των ζευγών των συμπληρωματικών βάσεων του μορίου μπορούμε να βρούμε τα ποσοστά όλων των βάσεων του μορίου.

Παράδειγμα 4: Η ποσοτική ανάλυση ενός μορίου DNA έδειξε ότι περιείχε το ποσοστό ζευγών βάσεων (C≡G) είναι 20%. Ποια είναι η ποσοστιαία περιεκτικότητα σε βάσεις του μορίου του DNA.

Απάντηση 4: Το ποσοστό μιας βάσης στο μόριο ισούται με το μισό του ποσοστού των ζευγών βάσεων στις οποίες συμμετέχει με τη συμπληρωματική της στο μόριο.

(C≡G)% = 20% Άρα G% = C% = $\frac{1}{2} \cdot 20\%$, =10%,
(A=T)% = 80% Άρα A% = T% = $\frac{1}{2} \cdot 80\%$, =40%,

5) άθροισμα των αριθμών των μη συμπληρωματικών βάσεων στο μόριο (A+C), (T+G), (A+G), (T+C)

①

αριθμός (A + C) / μόριο = αριθμός (T + G) / μόριο = αριθμός (A + G) / μόριο = αριθμός (T + C) / μόριο

ή

$\frac{\text{αριθμός (A + C) / μόριο}}{\text{αριθμός (T + G) / μόριο}} = 1$ και $\frac{\text{αριθμός (A + G) / μόριο}}{\text{αριθμός (T + C) / μόριο}} = 1$

Τα αθροίσματα των αριθμών των μη συμπληρωματικών βάσεων του μορίου ισούνται μεταξύ τους

Παράδειγμα 5α: Ένα μόριο DNA περιέχει $2 \cdot 10^5$ μόρια A και $6 \cdot 10^5$ μόρια G. Ποια είναι τα αθροίσματα των μη συμπληρωματικών βάσεων (T + G), (T + C) και (A + C);

Απάντηση 5α: Αφού αριθμός (A + G) = $2 \cdot 10^5 + 6 \cdot 10^5 = 8 \cdot 10^5$, τότε αριθμός (T + C) = αριθμός (T + G) = αριθμός (A + C) = $8 \cdot 10^5$

Επίσης, επειδή,

αριθμός A / μόριο = αριθμός T / μόριο = αριθμός ζευγών βάσεων (A=T) / μόριο
αριθμός C / μόριο = αριθμός G / μόριο = αριθμός ζευγών βάσεων (C≡G) / μόριο

②

αρ. A / μόριο + αρ. C / μόριο = αρ. ζ. β. (A=T) / μόριο + αρ. ζ. β. (C≡G) / μόριο = συνολικός αρ. ζ. β.

αρ. T / μόριο + αρ. G / μόριο = αρ. ζ. β. (A=T) / μόριο + αρ. ζ. β. (C≡G) / μόριο = συνολικός αρ. ζ. β.

Τα αθροίσματα των αριθμών των μη συμπληρωματικών βάσεων στο μόριο ισούνται με το συνολικό άθροισμα των ζευγών βάσεων του μορίου.

Έτσι, αν είναι γνωστό το άθροισμα των αριθμών των μη συμπληρωματικών βάσεων του μορίου μπορούμε να βρούμε το μήκος του μορίου σε ζεύγη βάσεων.

Παράδειγμα 5β: Ένα μόριο DNA περιέχει $6 \cdot 10^5$ μόρια A και $4 \cdot 10^5$ μόρια G. Ποιο είναι το μήκος του μορίου σε ζεύγη βάσεων ;

Απάντηση 5β: αριθμός A = $6 \cdot 10^5$ = αριθμός ζευγών βάσεων (A=T) και G = $4 \cdot 10^5$ = αριθμός ζευγών βάσεων (C=G). Επομένως: συνολικό μήκος μορίου DNA = αριθμός ζευγών βάσεων (A=T) + αριθμός ζευγών βάσεων (C=G) = $6 \cdot 10^5$ ζεύγη βάσεων + $4 \cdot 10^5$ = 10^6 ζεύγη βάσεων

6) ποσοστά των αθροισμάτων των μη συμπληρωματικών βάσεων στο μόριο (A+C)%, (T+G)%, (A+G)%, (T+C)%

①

$$\begin{aligned} A\% / \text{μόριο} + C\% / \text{μόριο} &= T\% / \text{μόριο} + G\% / \text{μόριο} = 50\% \\ A\% / \text{μόριο} + G\% / \text{μόριο} &= T\% / \text{μόριο} + C\% / \text{μόριο} = 50\% \end{aligned}$$

Τα ποσοστά των αθροισμάτων των μη συμπληρωματικών βάσεων του μορίου ισούνται με 50%.

Παράδειγμα 6: Σ' ένα δείγμα DNA το 60% των αζωτούχων βάσεων είναι Θυμίνες και Κυτοσίνες. Ποια είναι πιο πιθανή προέλευση αυτού του DNA; Ένα ευκαρυωτικό κύτταρο, ένα βακτηριακό κύτταρο ή ένας βακτηριοφάγος.

Απάντηση 6: Επειδή (T + C)% \neq 50% το μόριο του DNA είναι μονόκλωνο. Άρα πρόκειται για βακτηριοφάγο.

7) άθροισμα των αριθμών των συμπληρωματικών βάσεων σε ένα κλώνο και στο μόριο (A+T), (C+G)

①

$$\begin{aligned} \text{αριθμός (A + T) / 1}^\circ \text{ κλώνο} &= \text{αριθμός (A + T) / 2}^\circ \text{ κλώνο} \\ \text{αριθμός (C + G) / 1}^\circ \text{ κλώνο} &= \text{αριθμός (C + G) / 2}^\circ \text{ κλώνο} \end{aligned}$$

Τα αθροίσματα των αριθμών των συμπληρωματικών βάσεων είναι τα ίδια σε κάθε κλώνο.

Επίσης, επειδή το άθροισμα των συμπληρωματικών βάσεων του μορίου ισούται με το διπλάσιο του αθροίσματος των βάσεων αυτών στο κλώνο έχουμε:

②

$$\begin{aligned} \text{αριθμός (A + T) / κλώνο} &= \text{αριθμός A / μόριο} = \text{αριθμός T / μόριο} \\ \text{αριθμός (C + G) / κλώνο} &= \text{αριθμός C / μόριο} = \text{αριθμός G / μόριο} \end{aligned}$$

Παράδειγμα 7α: Ένας κλώνος ενός μορίου DNA περιέχει $3 \cdot 10^5$ μόρια A και 10^5 μόρια T και η συμπληρωματική της $4 \cdot 10^5$ μόρια G και $2 \cdot 10^5$ μόρια C. Ποιος είναι ο αριθμός των αθροισμάτων των συμπληρωματικών βάσεων σε κάθε κλώνο;

Απάντηση 7α: Επειδή ο αριθμός των A του ενός κλώνου είναι ίσος με τον αριθμό των T του συμπληρωματικού κλώνου και το αντίστροφο, έπεται ότι ο αριθμός των A+T του ενός κλώνου είναι ίσος με τον αριθμό των A+T του συμπληρωματικού κλώνου. Άρα: (A+T) $1^{\text{ου}}$ κλώνου = (A+T) $2^{\text{ου}}$ κλώνου και (C+G) $1^{\text{ου}}$ κλώνου = (C+G) $2^{\text{ου}}$ κλώνου.

$$(A+T) 1^{\text{ου}} \text{ κλώνου} = (A+T) 2^{\text{ου}} \text{ κλώνου} = 3 \cdot 10^5 + 10^5 = 4 \cdot 10^5 \text{ και}$$

$$(C+G) 1^{\text{ου}} \text{ κλώνου} = (C+G) 2^{\text{ου}} \text{ κλώνου} = 4 \cdot 10^5 + 2 \cdot 10^5 = 6 \cdot 10^5$$

Τα αθροίσματα των αριθμών των συμπληρωματικών βάσεων σε κάθε κλώνο ισούνται με τον αριθμό κάθε μιας από τις αντίστοιχες συμπληρωματικές βάσεις στο μόριο.

Αν είναι γνωστό το άθροισμα των συμπληρωματικών βάσεων ενός κλώνου μπορούμε να βρούμε το άθροισμα αυτών των συμπληρωματικών βάσεων στο μόριο και επομένως και τον αριθμό κάθε βάσης εξ αυτών των δύο στο μόριο.

Παράδειγμα 7β: Ένας κλώνος ενός μορίου DNA περιέχει $3 \cdot 10^5$ μόρια A και 10^5 μόρια T και η συμπληρωματική της $4 \cdot 10^5$ μόρια G και $2 \cdot 10^5$ μόρια C. Πόσα μόρια A, T, G και C περιέχονται στο μόριο του DNA;

Απάντηση 7β: Επειδή $(A+T)$ 1^{ου} κλώνου = $(A+T)$ 2^{ου} κλώνου = $3 \cdot 10^5 + 10^5 = 4 \cdot 10^5$, το μόριο του DNA περιέχει $4 \cdot 10^5$ μόρια A και $4 \cdot 10^5$ μόρια T, Επειδή $(C+G)$ 1^{ου} κλώνου = $(C+G)$ 2^{ου} κλώνου = $4 \cdot 10^5 + 2 \cdot 10^5 = 6 \cdot 10^5$, το μόριο του DNA περιέχει $6 \cdot 10^5$ μόρια G και $6 \cdot 10^5$ μόρια C.

③

αριθμός (A + T) / κλώνο = αριθμός ζευγών βάσεων (A=T) / μόριο
αριθμός (C + G) / κλώνο = αριθμός ζευγών βάσεων (C≡G) / μόριο

Τα αθροίσματα των αριθμών των συμπληρωματικών βάσεων είναι σε κάθε κλώνο ισούνται με τον αριθμό των ζευγών βάσεων των αντιστοιχών βάσεων.

Παράδειγμα 7γ: Ένας κλώνος ενός μορίου DNA περιέχει $5 \cdot 10^5$ μόρια A και T. Πόσα ζεύγη βάσεων (A=T) υπάρχουν στο μόριο;

Απάντηση 7γ: Αφού αριθμός (A+T) = $5 \cdot 10^5$ μόρια σε κάθε κλώνο, έπεται ότι υπάρχουν $5 \cdot 10^5$ ζεύγη βάσεων (A=T) στο μόριο.

8) ποσοστά των αθροισμάτων των συμπληρωματικών βάσεων σε ένα κλώνο και στο μόριο (A+T)%, (C+G)%

①

$(A+T)\% / 1^\circ \text{ κλώνο} = (A+T)\% / 2^\circ \text{ κλώνο}$
 $(C+G)\% / 1^\circ \text{ κλώνο} = (C+G)\% / 2^\circ \text{ κλώνο}$

Τα ποσοστά των αθροισμάτων των συμπληρωματικών βάσεων είναι τα ίδια σε κάθε κλώνο.

Παράδειγμα 8α: Η ποσοστιαία σύσταση σε βάσεις της μιας αλυσίδας ενός υβριδικού μορίου DNA/RNA γονιδίου είναι A =30% και T =10%. Βρείτε την ποσοστιαία σύσταση της άλλης αλυσίδας σε C+G.

Απάντηση 8α: Αφού αριθμός (A+T)% = 40% στην αλυσίδα του DNA, έπεται ότι στην αλυσίδα του RNA υπάρχει (A+U)% = 40% και επομένως στην αλυσίδα RNA το ποσοστό (C+G)% είναι 60%.

②

$(A+T)\% / \text{ κλώνο} = (A+T)\% / \text{ μόριο}$
 $(C+G)\% / \text{ κλώνο} = (C+G)\% / \text{ μόριο}$

Τα ποσοστά των αθροισμάτων των συμπληρωματικών βάσεων του μορίου ισούνται με τα αντίστοιχα ποσοστά των αθροισμάτων των συμπληρωματικών βάσεων σε κάθε κλώνο.

Αν είναι γνωστό το ποσοστό του αθροίσματος των συμπληρωματικών βάσεων ενός κλώνου μπορούμε να βρούμε τα ποσοστά όλων των βάσεων του μορίου.

Παράδειγμα 8β: Η ποσοστιαία σύσταση (C+G) ενός κλώνου DNA είναι 40%. Ποια είναι η ποσοστιαία περιεκτικότητα σε βάσεις όλου του μορίου του DNA;

Απάντηση 8β: Αφού $(C+G)\% / \text{κλώνο} = 40\%$, σε όλο το μόριο θα έχουμε $(C+G)\% = 40\%$, επομένως $G\% = C\% = 20\%$. Επειδή $(A+T)\% = 100\% - 40\% = 60\%$, θα έχουμε: $A\% = T\% = 30\%$.

Σχέση αριθμού βάσεων με τον αριθμό των φωσφοδιεστερικών δεσμών *

1) γραμμικό μόριο

① σε μονόκλωνο μόριο:

$$\text{Συνολικός Αρ. βάσεων/κλώνο} = (\text{Συνολικός Αρ. φωσφ. δ./κλώνο}) + 1$$

Σε ένα **γραμμικό μονόκλωνο** μόριο η διαφορά μεταξύ του συνολικού αριθμού των βάσεων και του συνολικού αριθμού των φωσφοδιεστερικών δεσμών ισούται με 1.

Παράδειγμα 1α: Πόσοι φωσφοδιεστερικοί δεσμοί υπάρχουν στο μόριο ενός μονόκλωνου γραμμικού νουκλεϊκού οξέος που αποτελείται από 128 νουκλεοτίδια;

Απάντηση 1α: 128 νουκλεοτίδια, άρα 128 φωσφοδιεστερικοί δεσμοί.

② σε δίκλωνο μόριο:

$$\text{Συνολικός Αρ. βάσεων/μόριο} = (\text{Συνολικός Αρ. φωσφ. δ./μόριο}) + 2$$

ή

$$2 \cdot (\text{Συνολικός Αρ. ζευγών βάσεων/μόριο}) = (\text{Συνολικός Αρ. φωσφ. δ./μόριο}) + 2$$

Σε ένα **γραμμικό δίκλωνο** μόριο η διαφορά μεταξύ του συνολικού αριθμού των βάσεων και του συνολικού αριθμού των φωσφοδιεστερικών δεσμών ισούται με 2.

Παράδειγμα 1β: Πόσα μόρια νερού δημιουργήθηκαν κατά τον σχηματισμό το μόριο ενός δίκλωνου γραμμικού νουκλεϊκού οξέος που αποτελείται από 60 νουκλεοτίδια;

Απάντηση 1β: 60 νουκλεοτίδια, άρα 58 φωσφοδιεστερικοί δεσμοί. Επομένως δημιουργήθηκαν 58 μόρια νερού κατά την σύνδεση των νουκλεοτιδίων.

2) σε κυκλικό μόριο (μονόκλωνο ή δίκλωνο)

①

$$\text{Συνολικός Αρ. βάσεων/μόριο} = (\text{Συνολικός Αρ. φωσφ. δ./μόριο})$$

ή

$$2 \cdot (\text{Συνολικός Αρ. ζευγών βάσεων/μόριο}) = (\text{Συνολικός Αρ. φωσφ. δ./μόριο})$$

Σε ένα **κυκλικό μόριο** (δίκλωνο ή μονόκλωνο) ο συνολικός αριθμός των βάσεων ισούται με τον συνολικό αριθμό των φωσφοδιεστερικών δεσμών.

Παράδειγμα 1α: Κατά την σύνθεση ενός τεχνητού πλασμιδίου παράχθηκαν 1.500 μόρια νερού. Από πόσα ζεύγη βάσεων αποτελείται το πλασμίδιο;

Απάντηση 1α: Δημιουργήθηκαν 1.500 μόρια νερού, άρα υπάρχουν 1.500 φωσφοδιεστερικοί δεσμοί. Επομένως υπάρχουν 1.500 νουκλεοτίδια, δηλαδή 750 ζεύγη βάσεων στο δίκλωνο κυκλικό μόριο.

Βασιζόμαστε στη διαφορά μεταξύ του συνολικού αριθμού των βάσεων και του συνολικού αριθμού των φωσφοδιεστερικών δεσμών για να βρούμε αν ένα μόριο είναι **κυκλικό** ή **γραμμικό**.

Σημείωση

Οι παραπάνω σχέσεις ισχύουν και για τον αριθμό των μορίων νερού που δημιουργούνται κατά τον σχηματισμό φωσφοδιεστερικού δεσμού, επειδή: Αρ. φωσφ. δ. = Αρ. μορίων νερού που δημιουργούνται κατά τον πολυμερισμό

