

Structura genetică a populației

Termenul de „populație” se utilizează în diferite domenii ale biologiei. În ecologie, de exemplu, o populație se poate constitui din totalitatea indivizilor ce reprezintă diferite specii și alcătuiesc planctonul.

O populație alcătuiește și un grup de oameni care aparțin unei specii (*Homo sapiens*). În ultimul timp, grație dezvoltării sistematiei și geneticii populaționale, populația reprezintă o comunitate de indivizi, care se încrucișează liber (panmictic) și dau urmași fecunzi, sunt supuși aceluiași factori ai mediului și ocupă un anumit teritoriu (areal).

Populația constituie unitatea de bază a microevoluției. Asupra populației acționează factorii evoluției: mutația, migrația, selecția naturală, driftul genetic etc.

Caracteristicile cele mai importante ale populației sunt panmixia și structura ei genetică. Panmixia asigură împerecherea randomizată a indivizilor, iar structura ei genetică asigură prezența unei totalități de gene care conferă populației unitate.

Populațiile au capacitatea de a se schimba în timp. Această însușire este determinată de variabilitate.

În dependență de criteriul de moștenire variabilitatea populațională poate fi divizată în:

1. **variabilitate neereditară**, care asigură adaptarea individului;
2. **variabilitate ereditară**, care asigură adaptarea populației.

Variabilitatea neereditară la prima vedere pare să nu aibă valoare evolutivă. Însă trebuie menționat că și această variabilitate (în cadrul normei de reacție) este determinată genetic. În același timp această variabilitate, dirijată de selecția naturală, asigură adaptabilitatea indivizilor în cadrul populației.

Variabilitatea neereditară este foarte diversificată. Se poate evidenția:

1. Variabilitate individuală determinată de timp:

- 1.1 *Variabilitate de vârstă* (adaptarea insectelor la diferite stadii ale ontogenezei și ocuparea nișelor ecologice specifice);
- 1.2 *Variabilitatea individuală sezonieră* (schimbarea blăniei la unele mamifere sau a penajului la unele păsări);
- 1.3 *Variabilitatea generațiilor* (adaptarea generațiilor în dependență de anotimp);

2. Variabilitatea socială (castele la o serie de insecte);

3. Variabilitatea ecologică:

- 3.1 *Variabilitatea biotipică* (adaptări ce apar ca rezultat al acțiunii factorilor ecologici ai mediului (acofenotipuri));
- 3.2 *Variabilitatea determinată de schimbarea temporară a condițiilor mediului;*
- 3.3 *Variabilitatea determinată de organismul-gazdă;*
- 3.4 *Variabilitatea determinată de densitatea populației;*

etc.

4. Variabilitatea traumatologică:

- 4.1 *Variabilitatea provocată de paraziți;*

4.2 Variabilitatea provocată de leziuni și traumatisme.

Variabilitatea ereditară are o valoare evolutivă deosebită, deoarece asigură adaptarea populației ca sistem integru, sistem în care, conform concepției clasice a evoluționismului, au loc procesele microevolutive.

Se evidențiază diferite forme de variabilitate ereditară:

1. **Variabilitatea mutațională** – este rezultatul apariției unor remanieri în structurile ereditare, fie ADN (mutații genice), fie cromozomi (mutații cromozomiale);
2. **Variabilitatea combinativă** – apare la urmași ca rezultat al încrucișării formelor parentale ce posedă genotipuri specifice;
3. **Variabilitatea epigenetică** – este rezultatul activității diferențiate a genelor în cadrul dezvoltării individuale a organismului (ontogenezei);
4. **Variabilitatea corelativă** și
5. **Variabilitatea compensațională**, care sunt rezultatul dereglării în funcționarea genotipului ca sistem integru.

Asupra nivelului variabilității genetice în populație influențează diferiți factori care pot fi divizați în trei grupe:

I. Sursele variabilității genetice – creează fie direct (mutațiile), fie indirect (recombinațiile, driftul de gene) noi variații ce asigură heterogenitatea genetică a populației.

Aceste surse sunt asigurate de:

1. frecvența factorilor genetici în baza legii lui Hardy-Weimberg;
2. apariția de noi factori genetici în urma mutațiilor și/sau driftul de gene din alte populații;
3. apariția de noi genotipuri în urma recombinării genetice.

II. Factorii care diminuează variabilitatea – asigură tendința spre micșorarea nivelului de variabilitate genetică în populație. Această tendință poate fi rezultatul:

1. selecției naturale;
2. eliminării întâmplătoare.

III. Factorii care asigură protecția variabilității genetice de acțiunea eliminatorie a selecției naturale.

Protecția genofondului populației este asigurată de o gamă de factori care au un rol deosebit:

1. mecanismele citofiziologice și
2. factorii ecologici.

Populația are o structură genetică polimorfă, iar polimorfismul asigură adaptarea acestei populații. Polimorfismul genetic se poate menține la un anumit nivel sau se poate modifica după necesitățile populației în condițiile concrete în care trăiește. Menținerea sau modificarea structurii genetice a populației, deci a frecvenței relative în populație a unor gene în raport cu altele reprezintă o problemă evolutivă importantă.

Repartizarea frecvenței genelor alele într-o populație panmictică este redată de legea Hardy-Weimberg.

Legea Hardy-Weimberg, care redă echilibrul genetic al populației panmictice, a fost elaborată în anul 1908 în rezultatul studiilor efectuate de doi savanți, independent unul de altul, și anume a matematicianului G.H.Hardy (Anglia) și a medicului Weimberg (Germania) asupra frecvenței genelor în cadrul unor populații.

Într-o populație panmictică în echilibru ce satisface anumite condiții, frecvența genelor și a genotipurilor se menține constantă de-a lungul generațiilor, iar populația se menține în echilibru indiferent de proporția genelor dominante și recesive.

Să admitem că într-o populație numeroasă (la care se pot aplica legile statistice) cu încrucișare liberă frecvența alelei dominante a genei (A) este de 0,8 (sau 80%), iar frecvența alelei recesive a genei (a) – respectiv 0,2 (sau 20%).

Ținând cont că raportul de sexe în populație este de 1:1, conform teoriei probabilității în această populație sunt posibile următoarele combinații de gene:

		♂	A	a
		♀	0,8	0,2
F ₁	A	0,8	AA	Aa
	a	0,2	Aa	aa
			0,64	0,16
			0,16	0,04

În prima generație în această populație se va obține o segregare după genotip în următorul raport:

$$0,64 AA : 0,32 Aa : 0,04 aa$$

Să calculăm frecvențele genelor dominante (p) și recesive (q).

$$p = 0,64 AA + \frac{0,32 Aa}{2} = 0,64 + 0,16 = 0,8 \text{ (sau 80\%)}$$

$$q = 0,04 aa + \frac{0,32 Aa}{2} = 0,04 + 0,16 = 0,2 \text{ (sau 20\%)}$$

(Frecvențele genelor alele dominante (recesive) sunt egale cu suma formată de indivizii homozigoți dominanți (recesivi) și valoarea medie a indivizilor heterozigoți).

Evident, în generațiile următoare sunt posibile aceleași raporturi ale genelor sau genotipurilor menționate mai sus.

Ținând cont că $p + q = 1$, legea lui Hardy-Weimberg are următoarea expresie matematică:

$$p^2 AA + 2pq Aa + q^2 aa = 1$$

Această lege se aplică la o populație teoretică, ideală, deoarece pentru satisfacerea ei sunt impuse o serie de condiții greu de realizat, și anume:

1. prezența panmixiei (încrucișării libere și la întâmplare);
2. lipsa mutațiilor;
3. lipsa selecției naturale;
4. prezența izolării;
5. genele să fie localizate în autozomi.

În natură, însă, încrucișările în cadrul populației se produc cu un anumit grad de selectivitate, au loc mutații (fie spontane, fie induse), selecția naturală își manifestă acțiunea

sa (selectând indivizii mai adaptați), iar numărul de indivizi poate varia în limite destul de largi în funcție de anumiți factori.

Totuși, legea Hardy-Weimberg are o semnificație deosebită, deoarece constituie un model de referință de la care se poate pleca în calculul modificării structurii genetice a unei populații naturale sau experimentale.

În 1925 S. Wright a formulat teoria driftului genetic sau teoria echilibrului schimbător.

Conform acestei teorii, evoluția în natură se poate produce mult mai rapid, dacă populațiile naturale se scindează în subpopulații mai mici, parțial izolate, astfel încât să se producă schimbări întâmplătoare în frecvența genelor, scindare urmată de intervenția selecției naturale între subpopulațiile menționate, ceea ce duce în final la transformarea adaptivă a acestora până la nivelul raselor geografice și al speciilor strâns înrudite.

Wright consideră că driftul poate asigura mult mai repede adaptarea speciei decât acțiunea selecției naturale asupra populațiilor mari.

Însă driftul nu constituie o forță determinantă a evoluției, deoarece efectele lui sunt de cele mai multe ori neadaptive.

În combinație cu selecția naturală el determină însă transformări evolutive mult mai rapide decât o face o selecție naturală singură.

În concluzie, driftul genetic reprezintă un factor ce influențează, de rând cu alți factori, asupra structurii genetice a populației.