

Philipp Gebhardt · Richard Spencer

A

## „Brer Rabbit, Rare Rabbit” – Echilibrul Hardy-Weinberg

Selecția controlată, frecvența alelelor  
și evoluția



## INTRODUCERE

### Concepte cheie:

Monohibrid, încrucișarea cromozomială după Legea lui Mendel, genotip, homozigot, heterozigot, dominant, recesiv, fenotip, selecție naturală, evoluție, genotipul uman, frecvența alelelor, principiul Hardy-Weinberg, capacitatea de absorbție (numărul maxim de exemplare dintr-o specie care pot exista într-un ecosistem).

Această activitate este proiectată pentru elevi cu vârste cuprinse între 16-18 ani, care studiază biologia la nivel avansat. Activitatea de simulare este concepută să-i ajute să înțeleagă mai bine principiul frecvenței alelelor în genomul speciei.

- ▮ Moștenirea alelelor dominante sau recesive în monohibridul rezultat din încrucișarea cromozomială după Legea lui Mendel.
- ▮ Motivul pentru care frecvența alelelor rămâne, mai mult sau mai puțin constantă, într-un mediu în care nu există presiunea selecției pentru un anumit fenotip.
- ▮ Cum se poate aplica Principiul Hardy-Weinberg pentru a se calcula frecvența alelelor pentru alelele dominante și recesive în cazul fenotipului determinat de două alele ale unei singure gene, într-o populație pentru care nu există avantaje de selecție pentru nici un prototip dat.
- ▮ Evoluția este dată de schimbarea frecvenței alelelor în cadrul unei populații, într-o anumită perioadă de timp.
- ▮ Motivul care determină schimbarea frecvenței alelelor într-un mediu în care există selecție direcțională (naturală), fapt ce favorizează supraviețuirea indivizilor cu un anumit fenotip.
- ▮ Motivul pentru care reținerea alelelor care favorizează apariția unor neajunsuri în genom este dezirabil pentru creșterea capacității de adaptare a speciei în cazul unor potențiale schimbări de mediu.

Simularea adaptează și dezvoltă unele dintre principiile menționate în articolul: „Counting Buttons: demonstrating the Hardy-Weinberg principle” (*Pongsophon, Roa-drangka and Campbell; Science in School; Issue 6: Autumn 2007*).

## RESURSE

Activitatea poate fi accesată online pe EMBLog – portalul profesorilor găzduit de European Learning Laboratory for the Life Science. Programul folosit pentru această activitate a utilizat softul SAP Xcelsius.

Accesând site-ul [www.science-on-stage.de](http://www.science-on-stage.de) veți putea folosi EMBLog-portalul profesorilor. Va trebui să vă înregistrați pentru a avea acces la conținut.

## CONȚINUT

### Frecvența alelelor: Lipsa selecției

Elevilor li se dau informații cu privire la modelul alcătuit dintr-o populație de 64 de iepuri în rândul cărora există două gene alele care determină culoarea blănii, respectiv [B] pentru maro și [b] pentru alb. Genele alele pentru culoarea maro sunt dominante, iar cele pentru culoarea albă sunt recesive. Deci iepurii cu genotipul BB și Bb vor avea blana de culoare maro în timp ce cei cu genotipul bb vor avea blana albă. Genele alele sunt moștenite pe linie directă, conform Legilor lui Mendel pentru monohibridizare, determinând raportul de dominanță 3:1 pentru maro. În consecință din populația inițială de 64 de iepuri, 16 sunt homozigoți cu genotipul BB, 32 heterozigoți cu genotipul Bb și 16 homozigoți cu genotipul bb.

Iepurii trăiesc într-un habitat care este acoperit de vegetație o parte a anului și cealaltă parte este reprezentată de anotimpul rece cu multă zăpadă. Deci blana albă favorizează camuflajul iepurilor în timpul iernii pe când cea maro îi avantajează pe iepurii cu acest tip de blană în timpul verii. Prin urmare culoarea albă respectiv maro nu aduce avantaje sau dezavantaje indivizilor din populația studiată.

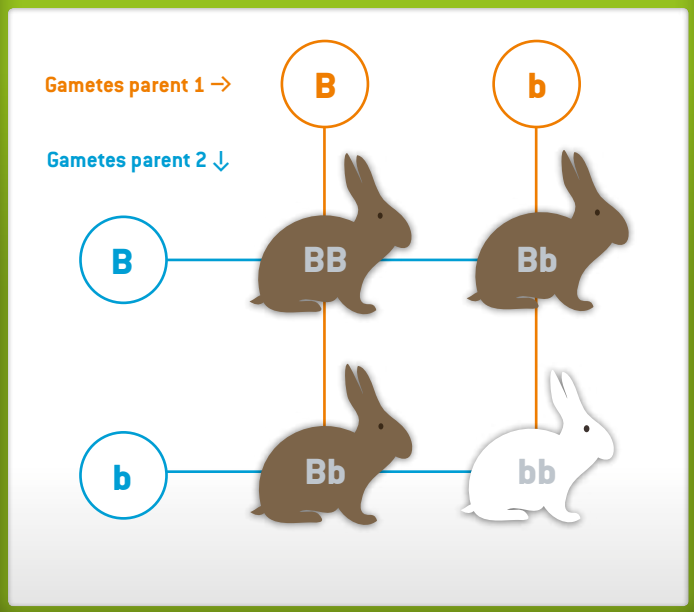
Pentru a reaminti elevilor cum se face încrucișarea cromozomială după legea lui Mendel ei vor putea folosi un tabel interactiv care poate simula încrucișarea dintre cei doi heterozigoți Bb.

Elevii pot folosi programul pentru a afla genotipul tuturor descendenților primei generații. Variabilele programului țin cont de următorii factori: împerecheri randomizate între genotipurile parentale, numărul maxim de exemplare în habitatul studiat este de 64 exemplare, o proporție egală de descendenți aparținând celor trei genotipuri (50%) vor supraviețui pentru a se reproduce. În final, descendenții primei generații de iepuri care vor supraviețui până la maturitate vor deveni părinții celei de-a doua generații.

Programul îi ajută pe elevi să descopere numărul de descendenți al fiecărui genotip pe parcursul a zece generații. Aceste informații sunt folosite pentru a calcula frecvențele genelor alele B și b în fiecare generație. Pentru a ne asigura că elevii au înțeles cum se încrucișează

genele alele li se cere să rezolve un exemplu de calcul introducând date și verificând corectitudinea rezultatelor. Elevii descoperă că frecvența genelor alele B și b rămâne constantă. Acest program poate să construiască un grafic care să exprime frecvența genelor alele în funcție de numărul indivizilor din generația inițială.

#### Diagrama pentru explicarea Principiului lui Mendel



#### Frecvența alelelor: Principiul HARDY-WEINBERG

Populația iepurilor cu genotipul BB și Bb au culoarea maro, deci nu este posibil să aflăm numărul indivizilor de fiecare genotip. Numărul indivizilor cu genotipul bb poate fi aflat ținând cont că aceștia au blană de culoare albă. Acest lucru conduce elevii la o concluzie care se bazează pe Principiul Hardy-Weinberg și care arată cum se poate folosi numărul indivizilor cu genotipul bb pentru a estima numărul iepurilor cu genotipul BB și respectiv Bb.

Elevilor li se cere să aplice Principiul Hardy-Weinberg pentru o problemă dată. Prin introducerea datelor relevante selectate din informațiile date ei vor putea analiza informațiile pentru a putea estima și calcula numărul de iepuri cu genotipul BB și Bb în cadrul unei populații date, în care numărul de indivizi cu genotipul bb este cunoscut. Elevilor li se dau anumite indicii care să-i ghideze în calculul cerut și de asemenea o modalitate de a verifica dacă aceste calculele au fost făcute corect.

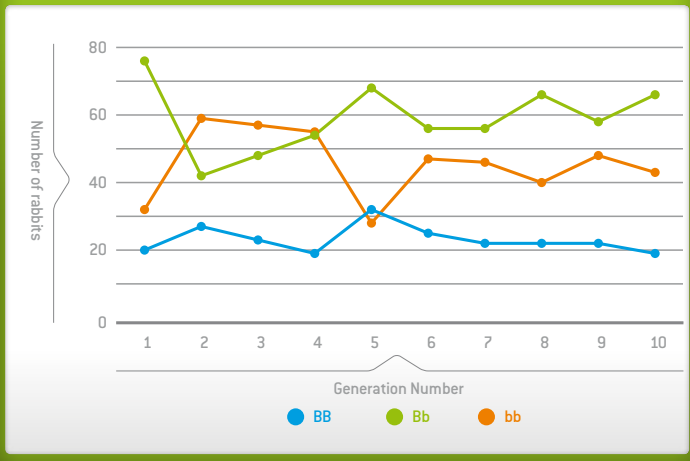
#### Frecvența alelelor: Selecția

Ca rezultat al schimbărilor climatice, habitatul nu mai este acoperit de zăpadă în timpul anului, ceea ce constituie un dezavantaj pentru iepurii albi - cu genotipul bb. Nemaifiind camuflați de mediul care este acoperit de vegetație tot timpul anului, ei sunt mult mai ușor reperați de prădători. Acum iepurii albi sunt dezavantajați de mediu, ei devenind victime ale prădătorilor înainte de a ajunge la maturitate, astfel intervine selecția mediului.

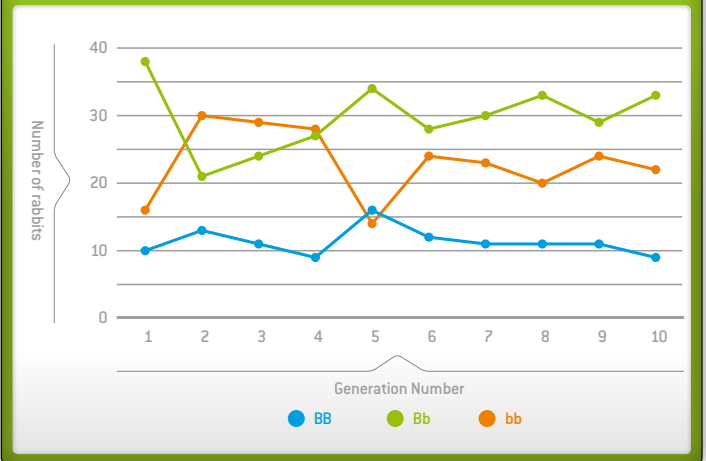
În ceea ce privește „lipsa selecției”, elevii folosesc programul pentru a afla genotipurile tuturor descendenților populației inițiale și a generațiilor următoare. De această dată părinții se schimbă. Programul ia în considerare trei dintre cele patru presupuneri inițiale: împerecherea randomizată a iepurilor cu diferite genotipuri, numărul de exemplare care poate exista în habitatul dat este de 64, descendenții unei generații care ajung la maturitate devin părinți pentru generația următoare. Există o diferență importantă și anume faptul că proporția celor trei tipuri de genotipuri nu mai este egală datorită faptului că nici unul dintre iepurii albi nu mai ajung la maturitate. Programul ia în considerare acest lucru și aplică anumite ajustări pentru a calcula câți dintre iepurii cu genotipul BB și Bb vor ajunge la maturitate pentru a deveni părinții generației care urmează. Aceștia vor fi peste 50 %, dar procentul real depinde de numărul de iepuri cu genotip bb din fiecare generație.



Numărul de iepuri pe generație



Numărul de iepuri care ajung la maturitate



Pentru scenariul „non selecție” programul ghidează elevii să afle numărul descendenților de fiecare genotip pe durata a zece generații. Această informație este folosită pentru a afla frecvența alelelor B și b în fiecare generație.

Elevii vor descoperi astfel schimbarea frecvenței alelelor B și b de la o generație la alta (frecvența genelor alele B crește în timp ce cea a alelelor b descrește). Acest program poate trasa un grafic care exprimă frecvența genelor alele în funcție de numărul de indivizi dintr-o generație.

**Întrebări care rezumă conceptele cheie**

Partea finală a acestei activități este un set de întrebări. Acestea ajută profesorul să verifice dacă elevii au înțeles conceptele cheie. Ei introduc nu numai răspunsurile la întrebări dar și datele personale, tipăresc răspunsurile date și înmânează formularul profesorului pentru evaluare.

**CONCLUZII**

Această activitate de simulare poate fi accesată online. Poate fi parte integrantă dintr-o lecție sau poate constitui tema sau studiu individual. Elevii se pot autoevalua rezolvând seturi de întrebări cu alegere multiplă, care sunt corectate și evaluate de către program. Dacă profesorul dorește o evaluare clasică a conceptelor cheie introduse de programul prezentat, poate folosi setul de întrebări, care se pot tipări.

Apreciam orice sugestie sau feedback care ar conduce la îmbunătățirea acestei unități de învățare. Asigurăm la cerere barem pentru evaluarea de tip examen.

Contact: [richard.spencer@stockton.ac.uk](mailto:richard.spencer@stockton.ac.uk)

