

Hra na genetický posun

Shrnutí

Úloha je ukázkou toho, že je možné využít úlohy z Biologické olympiády ve standardní m vyučování a to i s badatelskými prvky. Úloha je zaměřena na **simulaci genetického posunu** (driftu) s využitím jednoduchého losovacího zařízení. Volbou vstupních parametrů je možné simulovat různé poměry alel v populacích a demonstrovat některé mechanismy evoluce organismů.

Cílová skupina

střední škola, libovolný počet studentů

Časová náročnost

1 vyučovací hodina, při dobré organizaci práce i méně

Prostorové požadavky

k úloze není potřebná speciální učebna, pokud je k dispozici interaktivní tabule nebo PC s dataprojektorem, je možné využít sw simulace jevu dostupné na internetu nebo frontálně demonstrovat a sumarizovat dílčí výsledky

Klíčové otázky

- Co je genetický posun, jaký je jeho princip a důsledek?
- Jak je ovlivněno zastoupení alel v populaci v jednotlivých generacích organismů v rámci jedné populace
- Jak se mění poměr zastoupení alel v populaci při změně počátečních podmínek

Získané dovednosti a znalosti

- genetický posun je náhodný jev
- distribuce alel v populaci je vlivem driftu náhodná a může dojít i k eliminaci nebo fixaci alel
- studenti si osvojí bazální znalosti z pravděpodobnosti a statistiky (náhodný jev, pravděpodobnost, základní statistika)

Návaznost na RVP

Genetika

žák využívá znalosti o genetických zákonitostech pro pochopení rozmanitosti organismů

Učivo

dědičnost a proměnlivost

genetika populací

1

Materiál

Losovací zařízení – osudí (obálka, sáček, krabice nebo libovolná neprůhledná nádoba) a dvě barevně odlišené sady žetonů, vždy alespoň 20 ks od každé barvy na žáka nebo pracovní skupinu. Lze použít nastříhané barevné papírky, obláčky, aranžérský materiál apod. Pracovní list s tabulkou pro zápis výsledků.

Podrobné pokyny

Genetický posun je jedním z mocných mikroevolučních mechanismů, které hýbou zastoupením alel genů v populacích. Každý gen může mít více variant - alel, které se mohou, ale nemusí, lišit svojí funkcí, tedy projevem exprese tohoto genu u daného organismu.

Genetický posun je vlastně důsledek toho, že množení každé populace je omezeno a do další generace se proto nedostanou všechny vzniklé gamety. V každé generaci jsou vyprodukovány gamety, u nichž je poměr alel různých genů stejný jako v populaci. V reálné populaci se však nepodílí na vzniku další generace všechny gamety, ale jen určitá část, která je vybrána náhodně. V tomto náhodném "vzorku" už může být poměr alel pozměněný oproti původnímu poměru v rodičovské populaci. Tak poměry alel náhodně oscilují z generace na generaci.

Genetický posun je děj náhodný. Má silnější vliv na malé populace než na velké. Také lze říci, že se více projeví u alel, které nepodléhají selekci, protože může upravovat poměry alel v populaci mnohem rychleji než přirozený výběr.

Během přípravy pokusů je možné diskutovat se žáky mechanismus a důsledky genetického posunu. Zde je vhodné vést žáky k vyslovení hypotéz o účincích genetického posunu (předpokladem je, že žáci termínu rozumí). Žáci by mohli zvážit, zda a jak je možné jev simulovat podobně jako jsou simulovány náhodné jevy v učivu o pravděpodobnosti a statistice, kdy se využívají jednoduchá losovací zařízení (házení mincí, hrací kostkou apod.). Postupně by bylo možné navrhnout experiment se stejným i pozměněným poměrem alel.

Vzhledem k tomu, že na internetu existují malé aplikace, které právě genetický posun demonstrují, je možné je využít. Pro větší názornost a snazší pochopení náhodnosti jevu je však vhodné připravit vlastní experiment.

Příklady simulačního sw:

<http://darwin.eeb.uconn.edu/simulations/drift.html>

<http://www.biology.arizona.edu/evolution/act/drift/frame.html>

***Možné modifikace úlohy:***

Úlohu může řešit každý žák samostatně. Stejně tak je možné pracovat ve dvojicích (jeden losující žák a zapisovatel) nebo v menších skupinách. Na rozdíl od soutěžního klání v rámci Biologické olympiády je ale vhodné sumarizovat výsledky za celou třídu a následně vyvodit zobecňující závěry případně za pomoci statistického vyhodnocení a pravděpodobnosti nastalých jevů.

Použitá literatura

Hájek a kol. 2005: Zadání soutěžních úkolů. Krajské kolo kat. A, B, BiO 2004-2005. Praha, IDM MŠMT.

Autorství a kontakt na autora

Mgr, J. Petr, Ph.D. janpetr@pf.jcu.cz

Pracovní list

HRA NA GENETICKÝ POSUN

Zadání:

1. Abyste si uměli představit, jak genetický posun funguje a jaký dopad na zastoupení alel může mít, zkusíte si jeho působení nasimulovat pomocí losovací hry. Vaše hypotetická populace má 10 jedinců, z nichž každý vyprodukuje 2 gamety. V každé generaci je tedy k dispozici celkem 20 gamet, ale z nich se pouze 10 dostane do další generace. Pro jednoduchost vystavíme působení genetického posunu gen se dvěma alelami, které budou představovány papírky/kameny dvou barev. V 1. části hry vyjdeme z poměru alel (papírků/kamenů) 10:10 a ve 2. části z poměru 4:16. Každá část bude mít 5 kol.

Vzhledem k uspořádání hry se mohou výsledné počty alel výrazně lišit od toho, co byste očekávali. Nechte se překvapat!

1. pokus

Před sebou máte losovací zařízení a žetony (papírky/kameny) dvou barev, od každé barvy 20. V každém kole vložíte do losovacího zařízení 20 žetonů a vylosujete 10. V 1. kole hry dejte do losovacího zařízení 10 žetonů od každé barvy, zamíchejte a vylosujte 10 žetonů. Zapište počty vylovaných barev, vynásobte počty obou barev 2x a proveďte s těmito počty barevných žetonů další losování. Takto losujete 5 kol, přičemž výsledky zaznamenávejte do připravené tabulky. Vyplňte také barvy papírků.

Příklad pro porozumění: Máte červené a modré žetony. V 1. kole vložíte do losovacího zařízení od každé barvy 10 žetonů. Poté vylosujete 10 žetonů. Je to 6 červených a 4 modré žetony. Vyprázdníte losovací zařízení a ve 2. kole do něj vložíte 12 (6 x 2) červených a 8 (4 x 2) modrých žetonů. Proveďte 2. kolo losování, při němž vytáhnete 10 žetonů a pokračujete obdobně dále.

2. pokus

Hru zopakujte, ale na začátku vložte do losovacího zařízení 4 žetony jedné barvy a 16 žetonů druhé barvy. (Alely jsou v naší populaci tentokrát zastoupeny v jiném poměru.) Opět losujete 5 kol a výsledky zapisujete.

4

Výsledky 1. pokusu:

počet žetonů výchozí	barva	barva
výchozí	10	10
po 1. kole		
po 2. kole		
po 3. kole		
po 4. kole		
po 5. kole		

a) Jaký byl poměr alel v našem modelu na začátku hry, tedy před působením simulovaného genetického

posunu? Vyjádřete v procentech.

Odpověď: *Poměr alel na začátku 1. části hry byl % : %.*

5

b) Jaký byl poměr alel v našem modelu na konci hry, tedy po působení simulovaného genetického

posunu? Vyjádřete v procentech.

Odpověď: *Poměr alel na konci 1. části hry byl % : %.*

Výsledky 2. pokusu:

počet žetonů výchozí	barva	barva
výchozí	16	4
po 1. kole		
po 2. kole		
po 3. kole		
po 4. kole		
po 5. kole		

a) Jaký byl poměr alel v našem modelu na začátku hry, tedy před působením simulovaného genetického posunu? Vyjádřete v procentech. Zaokrouhlete na celá čísla.

Odpověď": *Poměr alel na začátku 2. části hry byl % : %.*

6

b) Jaký byl poměr alel v našem modelu na konci hry, tedy po působení simulovaného genetického posunu? Vyjádřete v procentech.

Odpověď": *Poměr alel na konci 2. části hry byl % : %.*

**Doplňující otázky:**

Možná se vám podařilo v některé části hry jednu alelu z populace zcela eliminovat. Více náchylné k vymizení jedné z alel je přitom uspořádání 2. části hry. Proč?

S eliminací alely z populace souvisí pojem **fixace** alely v populaci. Co tento pojem znamená?

Může k fixaci alely dojít pomocí genetického posunu?

ANO NE

Může k fixaci alely dojít pomocí selekce (přirozeného výběru)?

ANO NE

(Správnou odpověď zakroužkujte.)

Míra účinku genetického posunu závisí na velikosti populace. Jak? Čím je to způsobeno?

7



Zobecnění a konkrétní příklady “ze života”

V naší hře jste modelovali populaci 10 jedinců. Představte si však obdobnou hru s **500 jedinci**. Kolik byste museli dát na začátku 2. části hry papírků (gamet) do losovacího zařízení, aby byl zachován poměr zastoupení alel stejný jako ve hře, kterou jste hráli?

Odpověď:

Ve 2. části hry s 500 jedinci by se losovalo z papírků jedné barvy a papírků druhé barvy.

Byla by ve 2. části hry s 500 jedinci větší **pravděpodobnost vymizení** jedné z alel z populace než při naší hře s 10 jedinci?

Pravděpodobnost: *stejná* *větší* *menší*

Rozhodněte (a své rozhodnutí zdůvodněte), zda bude mít u následujících hypotetických populací genetický posun na danou populaci silný nebo slabý vliv.

1. populace

Kakost luční (*Geranium pratense*) roste na několika loukách obklopených lesem. Tyto louky jsou však poměrně blízko sebe a opylovači mohou létat z jedné louky na druhou.

Vliv genetického posunu: *silný* *slabý*

2. populace

Pět holubů domácích (*Columba livia*) nedopatřením odplulo na lodi z Hamburku. Loď po dvou dnech plavby zastavila u ostrůvku a personálu se podařilo čtyři holuby vyhnat z lodi. Holubi na ostrově zůstali a přežili, ačkoli na ostrově žádná dřívější populace holubů nesídlila.

Vliv genetického posunu: *silný* *slabý*

5) Genetický posun je jeden z mikroevolučních mechanismů. Jaké další mikroevoluční mechanismy znáte? Napište dva.