ACTIVITÉS ET EXERCICES

ADN, gènes, allèles et mutations : comparer des séquences simples

> Troisième · 45 min · Progression proposée au cycle 4

Les séries de résultats de ces exercices sont construites pour l'activité et ne proviennent pas d'une étude réelle.

Situation-problème

Données pédagogiques simplifiées. Une espèce fictive de plante, la linaire d'Alvor, fabrique un pigment violet grâce à une enzyme dont le gène existe sous plusieurs allèles. Un laboratoire scolaire dispose de la séquence d'un fragment de ce gène chez cinq lignées, ainsi que de mesures réalisées sur cinq plantes cultivées dans les mêmes conditions. Votre mission : expliquer comment des différences de séquence peuvent modifier la couleur des fleurs, puis interpréter le résultat d'un croisement. Vous n'utilisez que les documents ci-dessous, et vous ne cherchez pas à montrer que ces résultats valent pour toutes les plantes à fleurs.

Document 1 : séquences du fragment codant

Le brin codant est donné de gauche à droite. La lecture commence à ATG et s'arrête au premier codon d'arrêt. L'allèle A1 est la séquence de référence. Les nucléotides sont numérotés de 1 à 21 à partir du A de ATG. Il s'agit d'un fragment partiel et illustratif : la protéine complète réelle compte plusieurs centaines d'acides aminés, et la fonction d'une enzyme ne se déduit pas d'un fragment seul. Dans ce modèle, on lit uniquement le fragment, jusqu'au premier codon d'arrêt.

Allèle	Séquence (codons séparés)	Nombre de nucléotides
A1	ATG GAA CTT AAA GGC TAC TGA	21
A2	ATG GAA CTT AAA GGC TAT TGA	21
A3	ATG GAA CTT TAA GGC TAC TGA	21
A4	ATG GTA CTT AAA GGC TAC TGA	21
A5	ATG GAA TTA AAG GCT ACT GA	20

Extrait du code génétique : ATG = Met ; GAA = Glu ; GTA = Val ; CTT et TTA = Leu ; AAA et AAG = Lys ; GGC = Gly ; GCT = Ala ; TAC et TAT = Tyr ; ACT = Thr ; TAA et TGA = arrêt.

Document 2 : mesures et croisement

L'activité de l'enzyme est mesurée sur un extrait de pétales, en unités arbitraires par milligramme (u.a./mg). La couleur est identique sur les 10 fleurs observées par plante.

Plante	Génotype	Activité enzymatique (u.a./mg)	Couleur des fleurs
P1	A1/A1	80	violette
P2	A1/A2	79	violette
P3	A1/A3	41	violette
P4	A3/A3	0	blanche
P5	A4/A4	5	rose très pâle

Compte rendu de croisement : deux plantes de génotype A1/A3 sont croisées. Elles donnent 80 descendants, dont 63 à fleurs violettes et 17 à fleurs blanches.

Exercice 1 : lire et traduire les séquences

1. Comparez chaque allèle A2 à A5 à l'allèle A1. Pour chacun, indiquez le rang du nucléotide concerné, la base avant et après, et le type de mutation (substitution ou délétion).
2. Traduisez les allèles A1 à A5 en suites d'acides aminés avec le code du document 1. Pour A5, donnez les acides aminés des codons complets.
3. Qualifiez chaque mutation : silencieuse, faux-sens, non-sens ou décalage du cadre de lecture.
4. A2 et A3 résultent chacun d'une substitution d'une seule base, pourtant leurs conséquences diffèrent. Expliquez pourquoi.

Réponses et raisonnement

Exercice 2 : relier génotype, protéine et activité

1. Calculez, pour les plantes P1 à P5, le pourcentage d'activité enzymatique par rapport à P1 (arrondi à l'unité).
2. Si chaque exemplaire fonctionnel de l'allèle A1 apportait la même quantité d'enzyme, quelle activité attendrait-on pour P3 ? Comparez à la valeur mesurée.
3. Calculez la part de la longueur du fragment traduit de référence (en acides aminés) obtenue avec l'allèle A3. Précisez ce que ce pourcentage représente et ce qu'il ne représente pas par rapport à la protéine complète. Proposez une explication prudente cohérente avec l'activité nulle de P4.
4. On veut vérifier que la couleur rose très pâle de P5 est due à l'allèle A4 et non aux conditions de culture. Rédigez un protocole comparatif : facteur testé, facteurs maintenus constants, nombre de plantes par génotype, mesure réalisée.

Réponses et raisonnement

Exercice 3 : argumenter à partir du croisement

1. Dressez l'échiquier du croisement A1/A3 × A1/A3. Donnez les génotypes possibles et leur probabilité, puis la probabilité d'obtenir une plante à fleurs blanches.
2. Calculez les effectifs attendus sur 80 descendants et comparez-les aux effectifs observés. Chiffrez l'écart. Cet écart remet-il en cause le modèle ?
3. Parmi les descendants à fleurs violettes, quelle proportion attendue porte l'allèle A3 ? Le phénotype suffit-il pour la reconnaître ?
4. Un élève écrit : « Les plantes blanches n'ont pas le gène de la couleur, et l'allèle A3 est apparu parce que la plante avait besoin de fleurs blanches. » Critiquez ces deux affirmations avec les documents et le cours.
5. Donnez une limite à ce qu'on peut conclure de ces données.

Réponses et raisonnement

Page de la ressource : https://svtlab.fr/ressources/adn-alleles-mutations-3e/

Sources du cadre pédagogique :

Programme et ressources Éduscol : https://eduscol.education.gouv.fr/5742/ressources-d-accompagnement-du-programme-de-sciences-de-la-vie-et-de-la-terre-au-cycle-4