

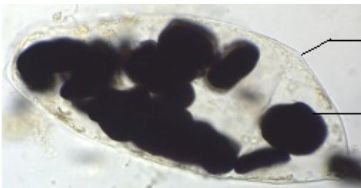
Pratique d'une démarche scientifique : enzymes et maturation de la banane - 8 points

Comme tous les fruits, les bananes changent très vite d'apparence et de goût. On cherche à comprendre certains des mécanismes impliqués.

Montrez que l'équipement enzymatique de la banane est responsable des modifications de sa composition au cours de sa maturation.

Vous organiserez votre réponse selon une démarche de votre choix intégrant des données des documents et les connaissances complémentaires nécessaires.

Document 1 - Tableau indiquant quelques caractéristiques de la banane à différents stades de maturation (les spécialistes identifient 9 stades de maturation numérotés de 1 à 9).

Aspect de la peau de banane à 3 stades de maturation	Teneur en amidon	Teneur en glucose + fructose	Observation au microscope optique des amyloplastes dans une cellule de banane après coloration à l'eau iodée (x 400)
Stade 1 : couleur vert clair, goût non sucré voire farineux 	58,6 %	1,3 %	 membrane plasmique amyloplaste
Stade 4 : couleur jaune avec des points noirs, goût sucré bien présent 	37,6 %	12,4 %	 membrane plasmique amyloplaste
Stade 6 : couleur noire, goût sucré très prononcé 	6,3 %	31,2 %	 membrane plasmique

L'eau iodée est un réactif qui devient bleu-noir en présence d'amidon.

Document 2 - Étude de l'hydrolyse de l'amidon.

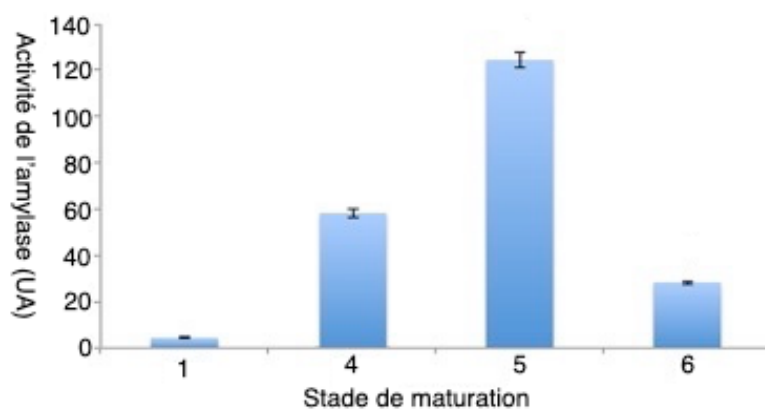
On cherche à comprendre les mécanismes à l'origine des transformations subies par la banane au cours de sa maturation.

		Tube 1	Tube 2	Tube 3	Tube 4
Contenu du tube		5 mL d'empois d'amidon + 1 mL d'eau distillée	5 mL d'empois d'amidon + 1 mL d'amylase	5 mL d'empois d'amidon + 1 mL de pulpe de banane stade 1	5 mL d'empois d'amidon + 1 mL de pulpe de banane stade 5
Conditions d'expérience	Température	37°C	37°C	37°C	37°C
	Temps de réaction	20 minutes	20 minutes	20 minutes	20 minutes
Coloration à l'eau iodée à T=0 minutes		Noire	Noire	Noire	Noire
Coloration à l'eau iodée à T=20 minutes		Noire	Claire	Noire	Claire
Recherche de glucose		Pas de glucose	Présence de glucose	Pas de glucose	Présence de glucose

Production du concepteur, modifié

Document 3 – Activité de l'amylase

L'amylase est une enzyme. On étudie ici son activité.



Document modifié, d'après données sur la tomate

UA = unités arbitraires

Document 4 – Le pouvoir sucrant des glucides

Le pouvoir sucrant évalue l'intensité de la saveur sucrée. Il se définit par comparaison avec une solution connue de saccharose : c'est donc un rapport, et un nombre sans unité

Exemple de pouvoir sucrant

Glucide	Pouvoir sucrant
Saccharose	1
Lactose	0,3
Glucose	0,5
Fructose	1,7
Amidon	0

Correction

L'objectif est de comprendre les mécanismes mis en jeu au sein de la banane en cours de maturation pour justifier l'apparition de son goût sucré.

Le document 1 révèle que lorsque la banane mûrit, diverses modifications se produisent :

- sa coloration extérieure se modifie (passant du vert clair, au jaune taché de noir puis au noir),
- la concentration en amidon est divisée par 9, et donc diminue. En parallèle, on voit que des organites de la cellule du fruit (les amyloplast) initialement bleu-noir en présence d'eau iodée deviennent incolores au stade 6 (ou disparaissent ou ne sont pas visibles) : ils contiennent donc de l'amidon qui disparaît progressivement. L'amidon est donc stocké dans ces organites.
- à l'inverse la concentration en glucose et fructose augmente : elle est multipliée par 24.

On peut donc envisager que lorsque la banane mûrit son amidon soit hydrolysé en sucres simples, ce qui signifierait que la banane contient une enzyme (protéine qui est un catalyseur biologique = qui accélère les réactions chimiques) capable de simplifier la grosse molécule d'amidon en sucres plus simples. Vérifions alors notre supposition dans le document 2.

Ce document propose différents tests.

- Comparaison des tubes 1 et 2 (un seul paramètre variant : présence ou absence d'enzyme amylase). Sans enzyme (témoin négatif), coloration bleue-noire de l'empois d'amidon en présence d'eau iodée au début et à la fin de l'expérience = présence d'amidon quel que soit le temps de l'expérience (confirmé par un test au glucose négatif). L'amidon reste donc intact. Avec enzyme (témoin positif), la coloration à l'eau iodée passe du bleu noir à clair en 20 minutes et du glucose apparaît. L'amidon est donc hydrolysé en glucose grâce à l'enzyme amylase.
- Tube 3 (amidon + 1 mL de pulpe de banane stade 1) et comparaison aux témoins. Résultat identique au tube 1 = pas d'hydrolyse de l'amidon. On conclut donc que l'enzyme amylase est absente dans la pulpe de banane au stade 1.
- Tube 4 (amidon + 1 mL de pulpe de banane stade 5). Résultat identique au tube 2 = hydrolyse de l'amidon en molécules de glucose (saccharose simple). On conclut donc que l'enzyme amylase est présente dans la pulpe de banane au stade 5.

Conclusion : l'enzyme amylase est donc a priori synthétisée au cours du vieillissement de la banane (absente au début, présente par la suite). On peut aussi proposer qu'elle soit inactive, puis qu'elle devienne active. Elle permettrait alors l'hydrolyse de l'amidon en sucres simples.

Cette hausse d'activité de l'amylase au cours du mûrissement de la banane est confirmée dans le document 3 : on remarque une activité de plus en plus importante de l'enzyme entre les stades 1 et 5 (presque 120 fois plus) avant de décroître entre les stades 5 et 6. Donc lorsque la banane mûrit, l'enzyme est de plus en plus active et assure l'hydrolyse du substrat amidon en produits comme le glucose ce qui pourrait justifier l'évolution du goût de la banane.

Enfin dans le document 4, l'étude du pouvoir sucrant (évaluation de l'intensité de la saveur sucrée par rapport un référentiel qu'est le glucose) montre que l'amidon a un pouvoir sucrant de 0 (donc pas de goût sucré). Le glucose et le fructose ont un pouvoir sucrant plus élevé (respectivement 0,5 et 1,7). Ce sont ces deux molécules qui donnent le goût sucré à la banane (particulièrement le fructose). L'augmentation de la teneur en sucres simples comme le glucose et le fructose donne la saveur sucrée à la banane : c'est donc l'apparition de l'amylase lorsque la banane mûrit qui provoque l'apparition de son goût sucré.

En conclusion lorsque la banane mûrit, l'enzyme amylase a une activité qui augmente, surtout dans les stades intermédiaires de mûrissement : elle assure alors l'hydrolyse de l'amidon initialement présent (molécule sans pouvoir sucrant) en sucres plus simples comme le glucose (et le fructose) à l'origine de l'apparition de la saveur sucrée du fruit mûr donc de la modification de son goût. Cette transformation est d'ailleurs associée à une modification de la couleur externe du fruit.

Démarche de résolution personnelle. Une démarche est considérée comme cohérente si elle est logique et qu'elle permet de répondre au problème posé.

2	1	0
Construction d'une démarche cohérente bien adaptée au sujet	Construction insuffisamment cohérente de la démarche	Absence de démarche ou démarche incohérente

Analyse des documents et mobilisation des connaissances, dans le cadre du problème scientifique posé			
3	2	1	0
Informations issues des documents pertinentes, rigoureuses et complètes et connaissances mobilisées pertinentes et complètes pour interpréter	Informations issues des documents incomplètes ou peu rigoureuses et connaissances à mobiliser insuffisantes pour interpréter	Seuls quelques éléments <i>pertinents</i> issus des documents et/ou des connaissances	Absence ou très mauvaise qualité de traitement des éléments prélevés

Exploitation (mise en relation/cohérence) des informations prélevées et des connaissances au service de la résolution du problème. Les mises en relations opérées permettent de résoudre le problème. Il peut s'agir d'une mise en relation d'informations d'un document avec une ou des connaissances, d'une mise en relation entre des informations de différents documents, d'informations de différents documents et de connaissances, etc.

3	2	1	0
Argumentation complète et pertinente pour répondre au problème posé	Argumentation incomplète ou peu rigoureuse		Argumentation absente et/ou réponse explicative absente ou incohérente
Réponse <i>explicative cohérente et complète</i> avec le problème posé	Réponse explicative cohérente avec le problème posé	Absence de réponse ou réponse non cohérente avec le problème posé	