

Digestion in vitro / Notion d'enzyme

Les aliments consommés par les animaux et par l'Homme sont indispensables au fonctionnement des différentes cellules de leur organisme. Ces aliments ne peuvent être utilisés tels quels par les cellules ; ils doivent subir des transformations : c'est la digestion

La digestion est une suite de réactions enzymatiques qui assurent la simplification moléculaire des grosses molécules alimentaires en plus petites molécules appelées nutriments utilisables par les cellules.

Étude expérimentale de l'action de la salive sur le pain

On donne :

- Coloration à l'eau iodée :

Réaction + (couleur bleue) indique la présence d'amidon ;

Réaction – (coloration jaunâtre de l'iode) indique l'absence d'amidon

Couleur rouge violacé indique la présence de dextrines

- Réaction à la liqueur de Fehling:

réaction + (précipité rouge brique) indique la présence d'un sucre réducteur ;

réaction – (pas de précipité rouge brique) indique l'absence de sucre réducteur

1- Expérience 1

- Introduis un morceau de pain dans la bouche.
- Malaxe-le lentement et longuement.
- Imprégné par la salive, et écrasé par les dents, le morceau de pain devient une pâte. Il a un goût sucré

Deux tests sont faits : eau iodée et liqueur de Fehling, les résultats sont dans le tableau suivant :

Réactifs	Temps en minutes		
	0	5	10
Eau iodée	+	+	-
Liqueur de Fehling	-	-	+

Interprétation : les deux tests montrent la transformation de l'amidon en sucre réducteur : c'est une réaction d'hydrolyse.

2- Expérience 2

- Expérience

Deux tubes à essai 1 et 2 sont placés au bain-marie de 37°:

-en 1 de l'empois d'amidon

-en 2 de l'empois d'amidon avec un peu de salive fraîche.

Toutes les cinq minutes, on effectue un prélèvement dans chacun des deux tubes, et on réalise les tests à l'eau iodée et à la liqueur de Fehling.

- Résultats

Tube 1

Réactifs	temps en min				
	0	3	6	9	10
Eau iodée	+	+	+	+	+
Liquueur de Fehling	-	-	-	-	-

Tube 2

Réactifs	Temps (min)				
	0	3	6	9	10
Eau iodée	+	+	Rouge violacé	-	-
Liquueur de Fehling	-	-	-	+	+

- Interprétation : l'hydrolyse de l'amidon en sucre réducteur est progressive, en passant par la dextrine ; elle est réalisée par un catalyseur contenu dans la salive fraîche à une température 37°C

3- Expérience 3

Expérience : hydrolyse de l'amidon par l'acide chlorhydrique.

On met dans un ballon de l'empois d'amidon et quelques gouttes d'acide chlorhydrique. Le mélange est porté à 100°C pendant une heure



Deux prélèvements sont réalisés toutes les vingt minutes : l'un est soumis, après refroidissement au test de l'eau iodée ; l'autre au test à la liqueur de Fehling bouillante.

- Résultats

Réactifs utilisés	Temps en minutes			
	0	20	40	60
Eau iodée	+	+	Rouge violacé	-
Liquueur de Fehling	-	-	-	+

Interprétation : l'hydrolyse de l'amidon en sucre réducteur est également progressive, en passant par la dextrine mais elle dure plus longtemps à température très élevée lorsqu'on utilise le HCl comme catalyseur

Conclusion : Les expériences 1, 2 et 3 montrent que l'hydrolyse de l'amidon et sa transformation en sucres réducteurs peuvent être obtenues :

- En 1 heure à 100°C en présence de HCl
- En 10 minutes à 37°C en présence de la salive.

HCl et salive activent la réaction d'hydrolyse mais la salive contient un catalyseur beaucoup plus puissant que le HCl. Son action est plus rapide et ne nécessite pas des températures élevées, c'est une enzyme appelée **amylase salivaire**.

4- Notion d'enzyme

a- Définition

Une enzyme est un biocatalyseur de nature protéique élaborée par les êtres vivants, agissant dans des conditions très précises de milieu : pH, température, elles sont spécifiques d'un substrat et d'un type de réaction

b- Propriétés et terminologie

Les [enzymes](#) sont généralement **synthétisées sous forme inactive** et ne deviennent actives qu'en présence d'une autre molécule qui constitue son facteur d'activation

Les [enzymes](#) sont **spécifiques** de la réaction qu'elles catalysent et de substrats qu'elles transforment :

Spécificité d'action + spécificité de substrat

Les [enzymes](#) sont classées :

- d'après la réaction qu'elles catalysent, ex : hydrolyse pour la décomposition, oxydase, pour l'oxydation, déshydrogénase pour la déshydrogénation, polymérase pour une polymérisation.
- d'après le substrat qu'elles transforment ex : amylase hydrolyse l'amidon, maltase hydrolyse le maltose...

c- Règles d'activité enzymatique

L'activité d'une enzyme s'apprécie par la vitesse de la réaction enzymatique c'est-à-dire la quantité de produit formé ou le substrat transformé, par unité de temps

vitesse de la réaction enzymatique = quantité de produit formé ou substrat transformé / unité de temps

Elle varie selon divers facteurs du milieu qui définissent **les conditions de l'activité enzymatique** :

- **pH** : ex amylase salivaire est active seulement en milieu neutre, la pepsine gastrique n'agit qu'en milieu acide.

Chaque enzyme n'est active que dans de limites de pH bien déterminées ; des pH très élevés ou très bas dénaturent l'enzyme, or les variations dans la configuration spatiale de l'enzyme entraînent obligatoirement des modifications de son activité.

- **température** : L'augmentation de température influence l'activité enzymatique à deux niveaux:

D'une part, elle a un effet positif en accélérant la vitesse de réaction, d'autre part, elle a un effet négatif en modifiant la structure spatiale de la protéine enzymatique.

Pour la plupart des [enzymes](#), la température optimum a une valeur voisine de celle du milieu cellulaire 37°C et une valeur trop élevée dénature la protéine enzymatique.

- **quantité de substrat**

En faisant varier expérimentalement la quantité de substrat mise en présence d'une quantité constante d'enzyme et en mesurant chaque fois la vitesse de la réaction, on constate qu'à partir d'une certaine quantité de substrat, l'activité enzymatique n'est plus modifiée : la vitesse maximale est atteinte.

L'existence de vitesse maximale s'explique par le fait que les [enzymes](#) agissent en constituant un complexe **enzyme-substrat** : la vitesse maximale est atteinte lorsque toutes les molécules d'[enzymes](#) sont combinées à des molécules de substrat : on dit alors que 'enzyme est **saturée**

Chaque enzyme est caractérisée par une vitesse maximale qui lui est propre : ceci s'explique de la façon suivante : une molécule d'enzyme se lie à une molécule de substrat un certain nombre de fois par unité de temps. Le complexe enzyme –substrat se dissocie dès que la réaction a eu lieu,

libérant ainsi l'enzyme pour une nouvelle fixation sur une autre molécule de substrat. Ainsi toute réaction enzymatique peut s'écrire de la manière suivante :



E= enzyme, S= substrat, P= Produit de la réaction, E-S= complexe enzyme-substrat

L'activité d'une enzyme dépend du temps pendant lequel sa molécule reste liée à une molécule de substrat : plus la dissociation du complexe E-S se fait rapidement, plus vite la molécule d'enzyme devient disponible pour fixer une nouvelle molécule de substrat et plus la vitesse de la réaction est donc élevée.

Chaque molécule d'enzyme possède une zone appelée **site actif** dont la configuration spatiale est très particulière. Ce site actif a deux fonctions :

- Assurer le complexe enzyme-substrat, en plaçant le site de fixation et le substrat dans une situation géométrique très précise
- Réaliser la catalyse elle-même ; c'est à ce niveau que certaines liaisons sont détruites et d'autres établies.

