

introduction : L'invertase, également designee sous le nom de α -D-fructosidase ou saccharase (EC 3.2.1.26), est une enzyme cle dans l'industrie agro-alimentaire, catalysant l'hydrolyse du saccharose en glucose et fructose, produisant ainsi un melange connu sous le nom de sucre inverti. Cette enzyme est principalement extraite de la levure *Saccharomyces cerevisiae*, mais elle peut egalement etre produite par divers micro-organismes, y compris certains champignons filamenteux comme *Rhizopus* et *Aspergillus*. En raison de ses proprietes edulcorantes superieures a celles du saccharose, l'invertase est egalement utilisee pour produire des sirops et des produits alimentaires a faible cristallisation, renforçant ainsi son importance dans l'agroalimentaire moderne. L'invertase est donc une enzyme cle pour la transformation des aliments, en particulier dans les secteurs ou la douceur, la texture et la conservation jouent un role crucial.

Fabrication de confiseries a coeur fondant Description : Dans des produits comme les chocolats fourres, l'invertase est ajoutee pour transformer le saccharose solide du fourrage en une consistance liquide.

Produits pour diabetiques Description : Le fructose produit par l'invertase a un index glycémique plus bas que le saccharose, ce qui en fait une option favorable pour les produits sucrés destinés aux diabetiques. L'invertase joue un role crucial dans la fabrication de produits alimentaires, notamment en evitant la cristallisation du sucre, ce qui est particulierement utile dans la confiserie et la patisserie.

2-Catalyse : Attaque nucleophile : Une molecule d'eau, activee par des residus d'acides amines dans le site actif (par exemple, l'acide aspartique ou l'acide glutamique), attaque la liaison α -1,2-glycosidique dans le saccharose.

Fabrication de bieres et spiritueux Description : L'invertase hydrolyse le saccharose en glucose et fructose, qui sont ensuite fermentes par les levures pour produire de l'alcool. L'enzyme fonctionne de maniere optimale a des temperatures comprises entre 40 et 60 °C et a un pH de 3 a 5, ce qui en fait un outil precieux pour les processus industriels.

Applications de l'enzyme invertase dans l'industrie L'invertase est largement utilisee dans l'industrie agroalimentaire pour ses proprietes uniques de decomposition du saccharose en glucose et fructose.

Prevention de la cristallisation dans les produits sucrés Description : Le sucre inverti forme par l'invertase est moins susceptible de cristalliser que le saccharose.

Production de boissons sucrées Description : L'invertase est utilisee pour produire des sucres simples (glucose et fructose) qui se dissolvent facilement dans les boissons.

Transformation des fruits Description : L'invertase est utilisee pour hydrolyser le saccharose dans les fruits transformés, ce qui intensifie leur douceur et améliore leur conservation.

Industrie des produits laitiers Description : Dans les desserts lactes comme les yaourts et les cremes glacees, l'invertase améliore la douceur tout en prevenant la cristallisation du sucre.

Rupture des cellules : Si l'invertase est intracellulaire, les cellules sont lysees par des methodes comme : Methodes mecaniques : Broyage, sonication ou homogeneisation a haute pression.

Etapas de l'extraction a. Preparation de la biomasse Culture et recolte : Les levures ou champignons sont cultives dans des bioreacteurs avec un milieu de culture adapte contenant du saccharose.

Exemples d'utilisation : Miel artificiel : Produit industriellement en utilisant l'invertase pour imiter la consistance et les proprietes du miel naturel.

Fabrication de substituts de miel Description : L'invertase est utilisee pour hydrolyser le saccharose en glucose et fructose, reproduisant les proprietes naturelles du miel.

Clivage de la liaison : L'enzyme reduit l'energie d'activation, ce qui permet de rompre la liaison glycosidique entre le glucose et le fructose.

methode d'extraction et purification: Source de l'invertase Les principales sources pour

l'extraction sont : Levure (*Saccharomyces cerevisiae*) : Source dominante pour l'invertase industrielle. Production de sucre inverti Description : L'invertase est utilisée pour hydrolyser le saccharose en un mélange équimolaire de glucose et de fructose, connu sous le nom de sucre inverti. Amélioration de la conservation Description : Le mélange de glucose et de fructose formé par l'invertase est hygroscopique, ce qui aide à retenir l'humidité. Son utilisation permet d'améliorer la texture et la douceur des produits, tout en prolongeant leur durée de conservation. Si l'invertase est extracellulaire (par exemple, sécrétée par *Saccharomyces cerevisiae*), elle est directement récupérée dans le milieu de culture après filtration. d. Lyophilisation ou séchage Une fois purifiée, l'enzyme est souvent lyophilisée (séchée par congélation) pour être stabilisée et conditionnée sous forme de poudre. Avantages généraux de l'utilisation de l'invertase dans l'industrie agroalimentaire Amélioration de la texture : Empêche la cristallisation et offre une douceur homogène. L'invertase est fixée sur une colonne échangeuse d'ions et ensuite éluée avec un gradient de sel. Utilisations : Confiseries et bonbons : Le sucre inverti empêche la cristallisation, offrant une texture plus douce et homogène. Ces produits se diffusent hors du site actif, libérant ainsi l'enzyme pour un nouveau cycle de réaction. b. Extraction de l'enzyme La biomasse (ou lysat cellulaire) est suspendue dans un tampon approprié (ex. Étapes de purification a. Précipitation Sulfate d'ammonium : La précipitation fractionnée avec du sulfate d'ammonium est couramment utilisée pour concentrer et purifier l'invertase. Analyse de pureté : Par électrophorèse sur gel (SDS-PAGE) ou chromatographie liquide haute performance (HPLC). L'enzyme possède des poches de liaison spécifiques qui reconnaissent et stabilisent la molécule de saccharose. Chromatographie par exclusion de taille : Utilisée pour séparer les protéines en fonction de leur poids moléculaire. c. Dialyse et ultrafiltration Ces techniques éliminent les sels ou les petites impuretés. Caractérisation et contrôle qualité Tests enzymatiques : Mesure de l'activité de l'invertase en utilisant du saccharose comme substrat. Glaces et desserts surgelés : Le sucre inverti réduit la formation de cristaux de glace, améliorant la texture. Rhum et autres spiritueux utilisant du saccharose comme substrat de fermentation. 3-Formation des produits : Le clivage libère une molécule de glucose et une molécule de fructose. Méthodes chimiques : Utilisation de solvants ou de détergents pour lyser les membranes cellulaires. Chromatographie d'affinité : Des ligands spécifiques peuvent être utilisés pour lier et isoler spécifiquement l'invertase. Sirops : Utilisés dans les sirops pour leur consistance fluide et leur goût sucré. Mécanisme d'action 1-Fixation du substrat : La molécule de saccharose (substrat) se lie au site actif de l'invertase. Champignons (*Aspergillus niger*, *Aspergillus oryzae*) : Utilisés pour des enzymes de haute activité. Plantes : Souvent utilisées pour des applications spécifiques (fruits, canne à sucre). Produits de boulangerie : Ils conservent l'humidité, prolongeant ainsi la durée de conservation. Processus : L'invertase est mélangée avec la garniture contenant du saccharose. Après quelques jours, le saccharose est hydrolysé, donnant un cœur liquide. Produits concernés : Gâteaux et pâtisseries : Maintien d'une texture moelleuse pendant une durée prolongée. Réduction des coûts : Permet d'utiliser des alternatives économiques tout en maintenant la qualité. La biomasse est récoltée par centrifugation ou filtration. b. Techniques de chromatographie Chromatographie d'échange d'ions : Séparation basée sur les charges des protéines. Ultrafiltration est préférée dans l'industrie pour sa rapidité et son efficacité. Exemples : Boissons gazeuses et jus de fruits. Produits concernés : Chocolats

et bonbons sans sucre. Conserve la consistance liquide sur une longue durée. Flexibilité des formulations : Adaptée à une large gamme de produits alimentaires. Tests de stabilité : Évaluation de l'enzyme dans différentes conditions de pH, température et stockage. Boissons énergétiques nécessitant une source rapide d'énergie grâce au fructose. Fruits en conserve au sirop. Maintien d'une douceur durable. 2.3.4.2.3.4.5.6.7.8.9.10