



Guide pratique pour la transformation de la pomme de terre.

Edition 2016.



Récolte de pomme de terre (Aïn Defla)



Conservation de pomme de terre en chambre froide.



Sirop de glucose à partir de pomme de terre.



Fécule de pomme de terre.

Djamel BELAID.
Ingénieur Agronome.

INTRODUCTION

Comment transformer les excédents de pomme de terre?

Par sa transformation en fécule ou en sirop de glucose.

A Aïn Defla des producteurs de pomme de terre se plaignent parfois de la mévente de leur production. Les chambres froides, en nombre insuffisant, ne permettent parfois pas de tout conserver.

La solution pourrait être de fabriquer des flocons de pomme de terre type « purée Mouseline ». Il existe d'autres transformations possibles peu connues des producteurs :

- transformation en amidon (fécule de pomme de terre),
- transformation en sirop de glucose.

Certes, ces transformations nécessitent des investissements industriels. Mais c'est là le moyen de consolider la filière nationale pomme de terre.

Nous avons réunis dans cette brochure différents textes montrant les transformations possibles de la pomme de terre.

La production de sirop de glucose s'avère intéressante. En effet, nous importons la totalité du sucre consommé. Cette transformation peut se faire par : hydrolyse acide ou hydrolyse enzymatique.

De nombreuses vidéos de féculeries existent sur you tube. Exemple : <https://youtu.be/UtxBFGTHYdQ>

ZOOM

Puisque les producteurs maîtrisent la culture de la pomme de terre, il serait également intéressant de leur proposer de produire de la betterave à sucre. La transformation nécessite cependant de lourds investissements industriels.

CONSEILS

De telles transformations nécessitent des variétés de pomme de terre riches en amidon.



Sirop de glucose

Quelles utilisations?

Même les anciens Incas savaient comment obtenir de la féculé de pomme de terre.

Les applications de la féculé

La féculé (ou amidon) de pomme de terre est extraite des pommes de terre. Les cellules des tubercules de pomme de terre contiennent des grains de féculé (leucoplastes). Pour extraire la féculé, les pommes de terre sont écrasées et les grains de féculé sont libérés des cellules. La féculé est alors lavée puis séchée, prenant sa forme poudreuse. La féculé de pomme de terre est produite de la même manière depuis des siècles. Même les anciens Incas savaient comment obtenir de la féculé de pomme de terre.

La féculé de pomme de terre est faite de grains typiques, larges, ovales et sphériques. Leur taille varie de 5 à 100 µm. Les grains de féculé de pomme de terre sont environ deux fois plus gros que les grains de féculé d'autres plantes (tapioca ou céréales). Il en résulte une capacité d'absorption de l'eau bien plus grande et une meilleure texture. La féculé de pomme de terre est une féculé très raffinée, contenant peu de protéine ou de graisse. Cela donne à la féculé sa couleur blanche et ses caractéristiques appréciées en cuisine : goût neutre, bonne clarté et transparence, excellent liant, texture longue, ne mousse pas, ne jaunit pas la préparation.

La féculé de pomme de terre contient environ 800 ppm de phosphate lié à l'amidon. Cela augmente la viscosité et donne à la solution un caractère légèrement anionique, une température de gélatinisation basse (environ 60 degrés) et une fort pouvoir de gonflement. Ces propriétés typiques sont utilisées dans l'alimentation mais aussi dans des applications techniques.

Les grains de féculé de pomme de terre sont à peu près deux fois plus gros que ceux d'autres plantes (tapioca ou céréale), ce qui augmente considérablement leur capacité d'absorption d'eau et leur donne une meilleure texture.

CONSEILS La féculé non traitée nécessite de la chaleur pour s'épaissir ou gélatiniser. Quand une féculé est pré-cuite, elle peut être utilisée comme épaississant instantané dans de l'eau froide. La féculé de pomme de terre pré-gélatinisée est une féculé cuite puis séchée dans un séchoir rotatif ou dans une extrudeuse, rendant la féculé soluble dans l'eau froide. Il s'agit

d'une modification physique de la féculé. La féculé reste une féculé native et peut être déclarer comme telle. Aloja Starkelsen produit de la féculé de pomme de terre pré-gélatinisée ou gonflant à froid séchée dans un séchoir rotatif. La féculé chimiquement modifiée n'est pas autorisée dans l'industrie agro-alimentaire bio.

Applications

En tant qu'additifs dans l'industrie agro-alimentaire, les féculés alimentaires sont typiquement utilisées comme épaississants et stabilisants dans des aliments tels que gâteaux, crème anglaise, soupes, sauces, garnitures de tartes, ainsi que dans la confection des pâtes. La féculé de pomme de terre peut aussi être utilisée dans toutes les recettes traditionnelles en remplacement de n'importe quelle autre féculé, ce qui dans la plupart des cas améliore le résultat.

Féculé de pomme de terre utilisée comme liant pour l'eau, épaississant, anti-agglomérant, agent gonflant, agent collant. Les applications les plus fréquentes se trouvent dans : l'industrie de la viande, la boulangerie, la confiserie, les mélanges secs.

ZOOM

La féculé de pomme de terre et ses dérivés ont de nombreuses applications alimentaires, par exemple dans la préparation des nouilles, des pastilles de gomme, des amuse-gueule, des chips, des hot-dogs, de la crème pâtissière, ainsi que des soupes instantanées et des sauces, dans les recettes sans gluten, dans la cuisine kascher pour Pessa'h et dans la cuisine asiatique. En pâtisserie, par exemple dans le gâteau de Savoie, on l'utilise pour conserver l'humidité du gâteau et lui donner une texture moelleuse. Elle sert aussi parfois à la préparation du fromage râpé pré-emballé, pour réduire l'exsudation et pour son pouvoir anti-agglomérant.

-pâtes à tartiner contenant du lait, desserts et crème glacée à base de lait, préparations à base de fruits, charcuterie et volailles, pains et pâtes, collations.

La féculé native nécessite de la chaleur pour s'épaissir ou pour gélatiniser. Quand une féculé est pré-cuite, elle peut être utilisée pour s'épaissir instantanément dans l'eau froide. Cela est indiqué par la mention « gonflant à froid » ou « féculé pré-gélatinisée ».

Même les anciens Incas savaient comment obtenir de la féculé de pomme de terre.

AMIDON

Quelle utilisation?

De très nombreuses utilisations.

L'Amidon Ce qu'il faut retenir :

L'amidon et la féculé sont les deux noms donnés à une même substance. on l'extrait soit des graines de céréale du blé, maïs (Maïzena),riz. Le produit prend alors le nom d'amidon soit de certains tubercules, racines, tiges, de pommes de terre, arrow-root, tapioca, igname, manioc, sagou... Dans ces cas le produit prend le nom de féculé.

La fabrication de l'amidon se fait dans une amidonnerie Les graines de céréale sont trempées dans une solution d'acide sulfureux, puis commence la séparation des germes et des sons, celle du gluten, le broyage et enfin l'essorage du lait d'amidon pour terminer par le séchage.

ZOOM

L'amidon est utilisé pour la cuisine, dans les industries alimentaires : pâtisserie, charcuterie, etc; en pharmacie (comprimés, cataplasmes), dans les textiles (apprêts), en papeterie (encollage).

La fabrication de la féculé

On retire essentiellement la féculé des tubercules de pommes de terre. La fabrication industrielle se fait dans une féculerie.

Les tubercules sont lavés, râpés, broyés; pour extraire la féculé, on filtre le lait de féculé pour éliminer les déchets. Celui-ci est ensuite essoré et séché.

La féculé est utilisée en cuisine.

Composition de l'amidon

L'amidon est composé de molécules de glucose liées entre elles pour former des polymères.

C'est la composition principale de la farine, à l'état naturel dans l'amande.

Utilisation

L'amidon et la féculé gonflent à la chaleur humide, dans l'eau bouillante et peut absorber plus de 20 fois son volume d'eau.

On les utilise pour les liaisons afin de donner une consistance onctueuse et transformer un liquide en potage, bouillie, sauce et jus.

CONSEILS

Il est conseillé de ne pas cuire fécules et amidons plus d'une minute car la liaison peut se liquéfier par la formation de dextrine (transformation de l'amidon).

Il agit comme neutralisant dans la levure chimique (féculé, farine de riz et amidon) pour empêcher une réaction prématurée quand celle-ci est en contact avec l'humidité.



Sirup de glucose

Sources: <http://patissmania.pagesperso-orange.fr/techno/amidon.html>

Quels usages non alimentaires?

Utiliser des pommes de terre "féculières", particulièrement riches en amidon.

Les usages non alimentaires de la pomme de terre : la féculerie

La fécule, comme tous les amidons, possède de multiples propriétés qui ne sont pas uniquement alimentaires : lier, épaissir, texturer, stabiliser, gélifier... Jadis, traité par eau chaude, l'amidon était appelé empois et entrainé dans la confection du caoutchouc ou dans le glaçage du papier photo.

L'empesage des cols ou poignets de chemises était d'un usage courant aujourd'hui disparu, de même que son utilisation dans la fabrication de colles.

Des pommes de terre "féculières"

Les pommes de terre "féculières", particulièrement riches en amidon, ont commencé à alimenter les premières féculeries industrielles à partir des années 1810 en Alsace. La fécule était à l'origine produite dans de nombreuses régions, Lorraine, Picardie, Ile de France, Forez, mais, au cours du XIXe siècle, les Vosges vont devenir la région phare de sa production grâce à la grande pureté des eaux, nécessaire aux procédés de fabrication.

En 1952, les féculeries françaises étaient encore au nombre de 59 mais, sous l'effet des restructurations et de la concentration, il n'en reste plus que deux : l'usine Roquette à Vecquemont dans la Somme et l'usine d'Haussimont dans la Marne.

CONSEILS

Les débouchés non alimentaires de la fécule sont

importants : papeteries pour plus de 75% des débouchés mais également des secteurs de pointe comme la chimie (5%), le textile (3%), la pharmacie, le BTP...

ZOOM

Aujourd'hui, de nouveaux débouchés pourraient s'ouvrir pour la production de pommes de terre féculières en particulier dans la fabrication de biomatériaux.

La substitution de plastiques d'origine pétro-chimique par des plastiques biodégradables offre un potentiel de valorisation très important pour la pomme de terre féculière (mais aussi pour le maïs).

Source : Comité national interprofessionnel de la pomme de terre (CNIPT)
www.cnipt.fr/ws/economie.php?id=423



Machine à éplucher les pommes de terre. Algérie.

<https://youtu.be/IQcHPTDL-lk>

SIROP DE GLUCOSE

Quesako?

Un produit DZ que nous pourrions fabriquer.

Le sirop de glucose

Le sirop de glucose est un sucre utilisé depuis plus d'un siècle par les pâtisseries, les confiseurs et les chefs cuisiniers.

Des fleurons de la gastronomie française se sont développés avec lui, comme les calissons, les macarons, le nougat, les fruits confits, les madeleines... Nombre de pâtisseries bénéficient aussi de ses qualités : éclairs et religieuses, crèmes glacées, millefeuilles, tartes...

Ce sucre se présente sous la forme d'un liquide transparent et épais, un peu comme du miel liquide. Il apporte un goût sucré mais aussi et surtout une texture moelleuse, un aspect brillant, de la stabilité. Il empêche le dessèchement des gâteaux et des biscuits et évite la recristallisation du sucre dans les bonbons et la confiture.

« Le glucose, le carburant de la nature »

Le glucose, également appelé dextrose, de la famille des glucides, est la base de l'énergie de la plupart des êtres vivants, en particulier les plantes, les animaux et les hommes.

- Il est par exemple la principale source énergétique de notre cerveau, qui en consomme 150 grammes tous les jours.

- A l'hôpital, on alimente souvent les patients en leur donnant du glucose par intraveineuse.

En France, le sirop de glucose est issu du blé et du maïs mais il peut aussi s'obtenir à partir de pomme de terre, patate douce, manioc, riz... c'est-à-dire de végétaux riches en amidon.

L'amidon n'est autre que la forme sous laquelle les plantes stockent le glucose qu'elles produisent à partir du gaz carbonique de l'air et de la lumière par photosynthèse.

Fabrication du sirop de glucose

La fabrication du sirop de glucose consiste à séparer les unités de glucose qui composent l'amidon des plantes. Ce « découpage » se fait avec des outils similaires à ceux utilisés par le corps humain pour digérer l'amidon des aliments tels que le pain, les pâtes, le riz ...

(enzymes de la bouche, acidité de l'estomac et enzymes du pancréas). On parle d'hydrolyse de l'amidon.

CONSEILS

Dans le détail, la fabrication du sirop de glucose se déroule en 2 étapes. Mais avant, il faut extraire l'amidon. Cela se fait suivant différentes techniques selon la plante utilisée. Dans le cas du blé par exemple, après broyage des grains pour obtenir de la farine, l'ajout d'eau permet la séparation des protéines du blé (gluten) et l'obtention d'un lait d'amidon.

Une première hydrolyse de l'amidon est ensuite réalisée : on parle de liquéfaction car le lait d'amidon devient plus liquide.

Une seconde hydrolyse de l'amidon est nécessaire, c'est l'étape de saccharification. L'amidon libère son glucose.

ZOOM

L'hydrolyse est plus ou moins poussée selon le sirop de glucose qu'on souhaite obtenir. Ce processus très maîtrisé permet la création de toute une gamme de produits : du sirop le moins riche en glucose au glucose pur. Avant d'être conditionnés, tous les sirops sont concentrés, par évaporation de l'eau qu'ils contiennent.

« Un peu d'histoire »

La découverte du sirop de glucose remonte au IX^{ème} siècle : les Japonais le produisaient alors à partir d'amidon de tubercules de patates douces. En 975, Abu Mansur, un enseignant et pharmacologue arabe, décrit la conversion de l'amidon par la salive en « glucose ».

En 1811, un scientifique allemand nommé Kirchhoff développa un procédé industriel grâce à l'action d'un acide alimentaire. En France, sa production a plus d'un siècle, et les procédés d'hydrolyse de l'amidon utilisent aujourd'hui essentiellement des enzymes.

La France est aujourd'hui le 3^{ème} producteur mondial de sirop de glucose après les USA et la Chine.

Sources : L'Usipa

Comment extraire l'amidon de la PdT?

Par épluchage, râpage, tamisage et séchage.

Extraction de l'amidon

Une importante partie de la production de pommes de terre est réservée à la fabrication de féculé. L'amidon, glucide essentiel de la pomme de terre, désigne le produit extrait de la plante, alors que le terme « féculé » est employé pour toutes les utilisations industrielles de la matière amylacée.

L'industrie féculière transforme donc l'amidon en fine poudre blanche, la féculé.

Cette industrie de transformation comporte de nombreuses étapes depuis le déchargement de la matière première jusqu'à l'expédition du produit fini (figure 6).

ZOOM Rendement : une tonne de pommes de terre féculières donne en moyenne 150 kg de féculé et entre 20 et 30 kg de pulpes sèches.

Figure 6 : Étapes de la fabrication de la féculé

Lavage, épierrage : la féculé ayant une densité à peu près identique à celle de la terre, il est impossible de l'éliminer après broyage. Le lavage est réalisé au début dans des tambours perforés. Cette étape permet aussi l'élimination du sable et des pierres incrustés dans les tubercules.

Épluchage, râpage : les différentes peaux de la pomme de terre emprisonnent la féculé. Pour l'extraire, il faut donc briser ces parois cellulosiques. Les tubercules sont donc râpés ou épluchés mécaniquement par abrasion. Cette étape est réalisée grâce à des tambours en acier munis de fines lames de scie, tournant à grande vitesse. Les matières en ressortent ensuite sous forme d'une bouillie.

Tamisage : la séparation de la féculé des débris de cellules végétales demande un ajout d'eau. La bouillie obtenue précédemment devient alors plus liquide. Elle est ensuite dirigée sur un jeu de tamis, plus ou moins inclinés et animés d'un tremblement continu. Les grains de féculé, avec l'eau, passent à travers les mailles des tamis et forment le « lait de féculé ». Quant aux débris

cellulosiques et albuminoïdes, ils sont rejetés à l'extrémité et constituent les pulpes.

CONSEILS Ces dernières pourront être valorisées pour l'alimentation du bétail.

Essorage : une succession de lavages et de concentrations au moyen de centrifugeuses va permettre de rendre le « lait » de plus en plus pur et plus concentré. Toutes les eaux résiduelles seront utilisées pour l'épandage dans les champs. Cet essorage peut entre autres s'effectuer grâce à la différence de densité entre l'eau ($d=1$) et la féculé ($d=1,4$). Deux techniques reposant sur cette propriété sont possibles :

Les plans de dépôt : le lait de féculé coule lentement sur des plans inclinés. Les grains de féculé, plus lourds, se déposent tandis que l'eau est récupérée dans des bassins de décantation.

Les décanteurs : par différence de densité, les grains de féculé se déposent au fond de grands bacs alors que l'eau formera la phase surnageante.

Séchage : Cette opération a pour but de ramener à 20% le taux d'humidité de la féculé. Le séchoir est constitué d'un ensemble de toiles sur lesquelles la féculé est répartie en couche mince. Ces toiles glissent ensuite sur des bouillottes à vapeur. Puis, lorsque le degré de siccité est obtenu, la féculé doit être broyée.

Blutage : La féculé est séparée selon la taille de ses grains. C'est le même procédé employé en meunerie pour la farine. Puis cette poudre est ensuite placée dans des sacs, stockée et prête pour l'expédition.

Sources : <http://www.petitpanda.info/index.php?module=pdt&id=214>

Quelles utilisations de l'amidon?

Des utilisations variées.

2.1.4. Utilisations industrielles de l'amidon

L'industrie utilise des amidons de diverses origines : blé, orge, maïs, pomme de terre, patate douce, riz, manioc...

Comme les réactions chimiques sont identiques pour les différents amidons, ils sont interchangeables. Ils possèdent cependant des structures granulaires différentes modifiant leurs propriétés physiques.

L'amidon est utilisé dans les industries alimentaires et non-alimentaires comme matière première pour l'obtention de matières plastiques, de colles, pour le couchage du papier...

CONSEILS

Dans certains secteurs, l'amidon a été remplacé en grande partie par des résines, qui offrent une plus grande résistance à l'humidité ; celles-ci remplacent progressivement l'amidon dans l'industrie textile...

Les gommages naturelles entrent en compétition avec l'amidon dans la fabrication du papier.

ZOOM

Cependant, le développement de nouveaux produits a rendu possible l'extension de son utilisation en raison de ses qualités, comparées à ses nombreux substituts.

2.1.4.1. Alimentaires

Les industries alimentaires utilisent l'amidon sous forme modifiée, non modifiée, de sirop de glucose et de dextrose (D-glucose).

Il est utilisé comme épaississant (potages, sauces, ...) pour le coffrage et le capsulage, comme gélifiant et comme stabilisant (de par sa grande rétention d'eau).

Comment fabriquer du sirop de glucose?

Fabrication découverte par Abou Mansour en 975.

Production de glucose

En 975, Abu Mansour, un enseignant et pharmacologue arabe, décrit la conversion de l'amidon par la salive en miel artificiel. Kirchoff découvre en 1811 que le glucose peut être obtenu par hydrolyse acide de l'amidon. Le dextrose est moins sucré que le saccharose, mais agit en synergie avec lui lorsqu'ils sont mélangés, donnant un pouvoir sucrant élevé.

La fabrication commerciale du sirop de glucose à partir d'amidon a commencé lors des guerres napoléoniennes en Angleterre, lorsque les fournisseurs de sucre ont été séparés de la France par un blocus maritime. Des progrès rapides ont été faits dans la production aux USA au milieu du XIX^{ème} siècle. De nos jours, le glucose est produit sous forme de poudre ou de sirop. Les propriétés physiques du sirop varient avec le « Dextrose Equivalent » (DE = équivalent glucose) et selon les méthodes de production. Il existe deux méthodes.

Conversion par hydrolyse acide

Conversion partielle par hydrolyse suivie d'une conversion par des amylases.

Acidification : elle est réalisée par lot (en batch) ou en processus continu. L'empois d'amidon est mélangé à de l'acide (H₂SO₄ ou HCl) afin d'amener la valeur du pH aux environs de 1,8 – 2,0 dans un convertisseur à vapeur chauffé aux environs de 160°C jusqu'au DE désiré. Le processus continu qui remplace le processus par lot implique l'introduction de l'amidon et de l'acide dans un échangeur thermique tubulaire ; le temps et la température sont ajustés pour obtenir le DE souhaité.

Neutralisation : La solution est neutralisée avec du carbonate de sodium ou de la chaux pour éliminer l'acide libre et amener la valeur du pH entre 5,0 – 7,0. Le chlorure de sodium formé dans le sirop, en petite quantité, reste dans la solution.

Raffinage : Des impuretés (protéines précipitées et graisse figée) peuvent être éliminées par centrifugation.

Filtration : La solution est filtrée sur filtre-pressé ou sur filtres en céramique.

Décoloration : Le filtrat brun-clair obtenu est décoloré par passage sur du charbon actif ; celui-ci enlève la couleur et les autres impuretés par adsorption et ne provoque pas de modifications du glucose. Les résines échangeuses d'ions peuvent remplacer le charbon actif. Un procédé récent consiste à utiliser l'électrodialyse afin d'obtenir un sirop de glucose de qualité supérieure.

Concentration : Elle est réalisée sous vide dans des convertisseurs simples ou par échangeurs thermiques jusqu'à un extrait sec (EST) de 80 à 85 %.

Stockage et transport : Le sirop de glucose ne doit pas être stocké en grandes quantités pendant de longues périodes en raison d'une détérioration possible de sa couleur. Le transport est réalisé en fûts ou en citernes.

Conversion par hydrolyse enzymatique

Pour la méthode enzymatique, l'amidon est acidifié, neutralisé et filtré comme précédemment, puis il est injecté dans un convertisseur où des amylases, isoamylases (ou pullulanases) et glucoamylases sont utilisées sous agitation lente. La température et le pH sont ajustés aux conditions optimales. Le temps de conversion dépend du DE initial (obtenu par hydrolyse acide), du type et de la force de l'enzyme, ainsi que du DE souhaité.

A la fin de l'opération, les enzymes sont inactivées par une augmentation de la température et par un ajustement du pH. Le sirop est ensuite traité de la même façon que précédemment.

CONSEILS L'utilisation de certaines enzymes permettent d'obtenir un DE de 98 (conversion quasi-complète de l'amidon en dextrose). Par hydrolyse acide, le DE obtenu est seulement de 92 du à une perte de dextrose liée à l'acidité faible et aux hautes températures nécessaires.

ZOOM Remarque : le terme sirop de glucose est employé à tort ; il ne s'agit pas d'une solution aqueuse simple de glucose mais suivant la législation en vigueur d'une solution complexe contenant « pas moins de 70 % de matière sèche et plus de 20 DE » ; la matière sèche est composée de glucose, de maltose, d'oligosides et de polysides, en proportions variables suivant le type d'hydrolyse appliquée.

Sirop de glucose à haute teneur en fructose

Il est encore appelé isoglucose ou HFSC (High Fructose Syrup Content). Le sirop de glucose est transformé partiellement en fructose par isomérisation enzymatique au moyen d'une glucose isomérase immobilisée. Selon la réglementation, un isoglucose possède un EST de 70 % au minimum et renferme au moins 10 % de fructose et plus de 1 % d'oligosides et de polysides. Le pouvoir sucrant de ces sirops est voisin de celui du sucre inverti.

UTILISATIONS

Quelles autres utilisations?

Des utilisations multiples.

2.1.4.1.3. Boulangerie

L'ajout de dextrose dans le pain et dans d'autres produits de boulangerie permet une fermentation plus rapide et plus complète. Il donne aussi une croûte plus brune et brillante par les réactions de Maillard, ainsi qu'une meilleure conservation.

2.1.4.1.4. Confiserie

Le dextrose et le sirop de glucose sont utilisés. L'amidon et l'amidon modifié sont employés dans la fabrication de dragées, de caramels, de gommes dures et tendres, de fondants... L'amidon est utilisé dans la fabrication de moules, ainsi que pour l'enrobage des confiseries afin qu'elles ne collent pas entre elles. Le dextrose empêche la cristallisation et réduit l'hygroscopicité du produit fini.

2.1.4.1.5. Fruits en conserves, confitures

Le saccharose est remplacé de plus en plus par du dextrose ou par du sirop de glucose, ce qui aide à maintenir le pourcentage désiré de produit solide sans donner un goût trop sucré (le pouvoir édulcorant étant seulement de 0,4 - 0,7), soulignant ainsi la saveur naturelle du fruit. La cristallisation est également diminuée.

2.1.4.1.6. Glutamate de sodium

Il est utilisé comme agent de sapidité (exhausteur de goût) dans les aliments tels que les viandes, les légumes, les sauces... L'amidon est hydrolysé en glucose dans une solution bouillante d'acide chlorhydrique (HCl) et d'acide sulfurique (H₂SO₄) dans des convertisseurs sous pression. Le glucose est filtré et converti en acide glutamique par fermentation bactérienne. L'acide glutamique formé est raffiné, filtré et traité par de la soude afin de produire le glutamate de sodium qui est ensuite centrifugé et séché dans des séchoirs rotatifs. Le produit fini est d'une pureté d'au moins 99 %.

2.1.4.1.7. Caramel

Le caramel est utilisé comme colorant dans les aliments, et en sucrerie... Le glucose est plus utilisé que le saccharose de par son coût moins élevé. Un chauffage uniforme et contrôlé est nécessaire afin de porter la caramélisation au point où tous les sucres sont dégradés sans libération de CO₂.

2.1.4.1.8. Levures séchées

L'amidon hydrolysé constitue un milieu nutritif à faible coût pour la croissance des levures. Celui-ci apporte des sucres simples (dextrose) ainsi que des matières minérales. Elles sont ensuite séchées sur séchoirs ou sur lit fluidisé et peuvent aussi être inactivées. Les levures inactivées sont utilisées dans l'alimentation diététique, l'alimentation animale et au cours de la panification ; le taux de protéines de ces levures est compris entre 40 et 50 %.

2.1.4.1.9. Alcools

La fermentation de pommes de terre et de l'amidon conduit à la formation d'éthanol par transformation du glucose en éthanol sous l'action de levures, l'alcool le plus connu issu de pommes de terre est la Vodka. Cependant la fermentation peut aussi conduire à la formation d'alcool amylique (C₅H₁₁OH) très nocif. Il peut cependant servir à la production de médicaments (cf. Produits pharmaceutiques)

2.1.4.2. Non-Alimentaires

2.1.4.2.1. Colle

Les dextrines et leur qualité adhésive ont été découvertes accidentellement en 1821 pendant un feu à Dublin (Irlande) lorsqu'un employé dans une usine de textile remarqua qu'une partie de l'amidon était devenu brun par l'action de la chaleur et qu'il se dissolvait facilement dans l'eau pour former une pâte adhésive épaisse.

ZOOM L'amidon est un adhésif naturel de bonne qualité. Il existe deux types de colles fabriquées à partir d'amidon modifié et de dextrines, la colle en poudre séchée sur séchoirs rotatifs et la colle liquide.

CONSEILS L'amidon est d'abord gélatinisé dans de l'eau chaude ou à l'aide de produits chimiques. Ensuite, la conversion en dextrines est réalisée par l'action simultanée ou séparée de produits chimiques, de la chaleur et des enzymes.

Un fabricant important de colle à papier peint à base d'amidon de pommes de terre est la société Quelyd (filiale du groupe ATO et du groupe Total-Fina-Elf)

2.1.4.2.2. Cartonnerie

L'amidon est utilisé pour la fabrication de carton ondulé. Les couches de carton sont collées ensemble avec une suspension d'amidon gélatinisé. Les plaques obtenues sont pressées entre deux rouleaux chauffés qui provoquent une gélatinisation de l'amidon.

UTILISATIONS

Quelles autres utilisations?

Du papier aux produits pharmaceutiques.

2.1.4.2.3. Papier

Les amidons anioniques et cationiques sont très utilisés en papeterie. Ils se retrouvent à trois étapes de la fabrication :

À la fin du traitement à l'eau, lorsque la fibre de cellulose est écrasée afin d'augmenter la dureté du papier et lui conférer sa résistance aux pliages.

Dans la presse, lorsque la feuille de papier a été formée et partiellement séchée, l'amidon modifié est ajouté sur un ou sur les deux côtés de la feuille afin d'augmenter la fini et les propriétés d'impression du papier.

Lors du couchage du papier, lorsqu'une couche de pigment est exigée pour le papier. L'amidon intervient comme agent de couchage et également comme adhésif. Le couchage consiste à masquer les inégalités superficielles du papier en déposant sur une ou sur les deux faces du papier un mince enduit minéral (en général du kaolin et du carbonate de calcium), dont les minuscules particules (quelques micromètres) sont unies entre elles et au support par un adhésif (une colle synthétique associée à des substances comme l'amidon et la caséine). Il produit des surfaces particulièrement unies, dont les plus hauts reliefs n'excèdent pas quelques μm . Le papier obtenu est d'une blancheur importante ; cependant, l'amidon ne doit pas contenir un taux trop grand d'impuretés.

Une nouvelle demande apparaît pour le couchage des magazines, qui était précédemment réalisé à la caséine. Le principe est le même pour la fabrication des couches culottes.

2.1.4.2.4. L'industrie textile

L'amidon joue un rôle important dans l'industrie textile :

Il forme une couche protectrice entourant les fils afin d'éviter leur désagrégation au cours du tissage.

Il est utilisé pour la finition des vêtements afin de les rendre plus fermes, plus rigides et plus lourds.

Il permet l'impression du tissu ou la création de certaines couleurs sur la surface du textile.

2.1.4.2.5. Forge

Une couche de sable rendue solide par ajout d'amidon recouvre les moules, permettant ainsi le moulage de pièces de métal.

2.1.4.2.6. Forage

De l'amidon est mêlé à de l'argile afin de donner une viscosité et une capacité de rétention requise lors de forages de puits pour la prospection de pétrole ou d'eau. L'amidon prégélatinisé est utilisé car il est soluble dans l'eau froide. La pâte peut donc être

préparée à la concentration voulue directement sur le lieu de forage.

2.1.4.2.7. Produits pharmaceutiques

Auparavant, la pomme de terre était accusée des pires maux et maladies. Actuellement, de nombreuses propriétés ont été découvertes. Tout d'abord, ses qualités nutritionnelles et sa digestibilité sont indéniables lorsque sa cuisson est réalisée avec très peu de corps gras. En effet, elle a une teneur importante en sucres lents et complexés (cf. 1.2.2.) et est dépourvue de lipides. À masse égale, sa valeur calorique est deux fois moins élevée qu'une portion de pain. Elle ne contient que 90 calories pour 100 grammes, ce qui est plus que les autres légumes, mais moins que les pâtes et le riz. Elle peut donc faire partie des régimes les plus sévères. De plus, elle apporte autant de fibres qu'une tranche de pain au blé complet et autant de potassium qu'une banane.

Anciennement, les gens avaient l'habitude de glisser des pommes de terre bien chaudes dans un bas de laine qui était ensuite placé autour du cou, apportant ainsi une chaleur bénéfique contre les torticolis et les maux de gorge.

Aujourd'hui, on l'utilise en tant que : Antiacide, Antispasmodique (propriétés antiscorbutiques), Cataplasme pour diminuer les ecchymoses et les coups de soleil, Cicatrisant, Diurétique, Traitement contre l'arthrite (en raison de sa haute teneur en vitamine C et en potassium).

Préventives contre les attaques coronariennes (teneur importante de vitamine C, propriétés anticholestérolémiantes)

CONSEILS L'amidon peut servir d'excipient dans la composition d'un médicament de par son faible apport énergétique et de sa non toxicité. Il est également utilisé dans le capsulage des gélules et dans l'obtention de cachets.

Les cyclodextrines permettent d'augmenter la solubilité et l'absorption des médicaments. La quantité nécessaire de produit étant ainsi très réduite, elle entraîne une diminution des effets indésirables tel que les irritations d'estomac et des coûts financiers.

ZOOM L'alcool amylique est utilisé dans la fabrication d'acide valérianique (ou acide phocénique, $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_2$), de beaucoup de valériانات, et d'alcaloïdes.

Grâce aux modifications géniques de nouveaux vaccins commencent à voir le jour.