

BTS INDUSTRIES CÉRÉALIÈRES

SCIENCES BIOLOGIQUES - BIOTECHNOLOGIE – U. 41

SESSION 2007

Durée : 4 heures
Coefficient : 4

L'usage de la calculatrice est interdit

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.
Le sujet comporte 14 pages, numérotées de 1/14 à 14/14.

BTS INDUSTRIES CÉRÉALIÈRES		Session 2007
Sciences biologiques – biotechnologie – U. 41	ICSBIO	Page : 1/14

Les micro-organismes dans les industries céréalières

Introduction

Les grains et les divers produits de mouture sont toujours porteurs d'une grande diversité de micro-organismes. Si ces micro-organismes sont utilisés pour l'élaboration de produits de panification, ils peuvent aussi être la cause d'altération des produits alimentaires avec parfois des risques sanitaires élevés.

1. Généralités sur les micro-organismes (4 points)

1.1. Classification des micro-organismes

Les micro-organismes rencontrés dans les industries céréalières sont des bactéries, des levures et des moisissures. Ils font partie du règne des protistes.

- Donner la classification des protistes, en rappelant les critères servant de base à cette classification.
- Situer les différentes catégories de micro-organismes dans cette classification.

Le développement des micro-organismes dans les produits alimentaires est influencé par un certain nombre de facteurs physico-chimiques : température, pH, Aw, dioxygène et présence de nutriments.

1.2. Influence de l'activité de l'eau sur le développement des micro-organismes

1.2.1. Que représente l'activité de l'eau d'un produit ?

Montrer en quoi ce paramètre est complémentaire de la teneur en eau.

1.2.2. Le développement des micro-organismes est lié à l'activité de l'eau.

À l'aide du **document 1 (page 7/14)**, comparer les exigences des trois classes de micro-organismes en terme d'activité de l'eau.

Pour quelles valeurs de l'activité de l'eau le développement des micro-organismes est-il impossible ?

1.2.3. Quels sont les effets de la déshydratation sur les cellules de micro-organismes ?

Par quels mécanismes certains micro-organismes peuvent-ils se protéger et survivre en milieu peu hydraté ?

1.3. Influence du dioxygène sur le développement des micro-organismes

1.3.1. Les micro-organismes sont classés en trois catégories, selon leur exigence en dioxygène. Rappeler ce classement, en situant les levures, moisissures et bactéries.

1.3.2. Quelle est la conséquence sur le mode de développement des micro-organismes dans les produits alimentaires ?

2. Micro-organismes et qualité sanitaire des grains de céréales (8 points)

On estime que près de 5 % de la production annuelle de céréales sont annuellement perdus par suite du développement des micro-organismes.

Les grains de céréales peuvent être contaminés à deux niveaux : contamination des céréales au champ ou contamination des grains au stockage.

Les micro-organismes impliqués dans ces contaminations sont essentiellement des moisissures.

2.1. Développement de moisissures et production de mycotoxines

2.1.1. Donner les principales caractéristiques des mycotoxines et expliquer pourquoi les mycotoxines constituent un risque sanitaire.

2.1.2. Dans quelles conditions les moisissures produisent-elles des mycotoxines ?

2.2. Contamination des céréales par la microflore des champs

2.2.1. Le **document 2 (page 7/14)** présente les moisissures susceptibles de contaminer le blé au champ et les mycotoxines associées.

Posent-elles toutes un problème sanitaire à l'heure actuelle ? Justifier la réponse.

2.2.2. À l'aide du **document 3 (page 8/14)**, dégager les facteurs de risque conduisant à la production de mycotoxines en apportant des éléments d'explication.

2.2.3. Analyser le **document 4 (page 9/14)**.

Expliquer le rôle de la mouture sur le niveau de contamination en mycotoxines des farines.

2.2.4. Expliquer par quelles modalités l'homme peut être amené à consommer des produits alimentaires fortement contaminés en mycotoxines.

2.3 Contamination des céréales par la microflore de stockage

2.3.1. En France, d'après le décret de campagne, un blé ne peut être commercialisé que si sa teneur en eau est inférieure à 15 %. En utilisant le **document 5 (page 9/14)**, montrer que, dans le cas d'un stockage à 15°C, cette valeur de teneur en eau ne permet pas le développement de micro-organismes.

2.3.2. À l'aide du **document 5** rappeler comment l'activité de l'eau varie avec la température, en expliquant les variations observées.

2.3.3. On se propose d'exporter du blé au Mali, pays où la température de stockage du blé peut atteindre 35 °C.

Quelle devra être la teneur en eau du blé destiné à l'exportation, afin que les risques de développement microbien soient écartés ?

2.3.4. Un blé stocké à une humidité excessive est un excellent substrat pour les moisissures. Le **document 2 (page 7/14)** indique les moisissures susceptibles de contaminer le blé au stockage, et les mycotoxines associées.

L'aflatoxine B1 est la mycotoxine la plus dangereuse, que ce soit en alimentation humaine ou animale.

Le risque de contamination de blé cultivé en France par l'aflatoxine B1 est-il important ? Justifier la réponse.

3. Micro-organismes et élaboration des produits de panification (8 points)

3.1. Levure et panification

3.1.1. Mode de vie de la levure dans la pâte de farine

- Expliquer pourquoi, dans la pâte de farine, la levure produit l'énergie nécessaire aux réactions de son métabolisme par fermentation.
- Écrire l'équation bilan de la fermentation du glucose (bilan moléculaire).
- Indiquer le bilan énergétique de cette dégradation, et comparer avec celui obtenu en aérobiose. En déduire pourquoi il faut oxygéner les fermenteurs pour produire de la levure en levurerie.

3.1.2. Production dans la pâte de sucres fermentescibles

- La composition chimique de la farine est donnée dans le **document 6 (page 9/14)**. Parmi ces constituants, quels sont les sucres fermentescibles par la levure ? Justifier votre réponse.
- Rappeler par quel enchaînement de réactions enzymatiques les sucres simples sont produits dans la pâte.

- On s'intéresse à la production de maltose dans la pâte au cours de la panification.
Rappeler la formule chimique du maltose.
À l'aide des **documents 7, 8 et 9 (page 10 et 11/14)**, dégager l'effet des différents facteurs sur la quantité de maltose produite dans la pâte, en proposant un élément d'explication.

3.1.3. Montrer, à l'aide du **document 10 (page 11/14)**, que le maltose produit dans la pâte est utilisé par la levure.

3.1.4. Production de gaz par la levure

La production de gaz dans la pâte par la levure, permettant la levée de la pâte, est le rôle principal de la levure en panification.

- La levure a cependant d'autres rôles, les rappeler.
- Quel est le devenir du gaz carbonique produit par les cellules de levure ?

3.1.5. Effet de la température sur la fermentation

La quantité de gaz produite par la levure peut être mesurée par le zymotachygraphe.
À l'aide du **document 11 (page 12/14)**, dégager l'effet de la température sur la fermentation.

D'après vos connaissances, quelle serait la courbe obtenue pour la température de 60°C ?

3.1.6. Effet de la pression osmotique sur la fermentation

Dans une pâte, la pression osmotique dépend essentiellement des quantités de sel et de sucre utilisées, et de l'hydratation.

La pression osmotique de la pâte varie donc selon les recettes.

- Analyser le **document 12 (page 12/14)**, en expliquant les effets observés.
- Pour améliorer la fermentation des produits riches en saccharose, on a été amené à développer des souches de levure osmotolérantes, qui en particulier sont aptes à synthétiser du tréhalose.
Expliquer en quoi cette aptitude permet l'osmotolérance.
Justifier l'utilisation de ces souches pour la fabrication de pâtons surgelés (avant fermentation).

3.2. Utilisation de levains en panification

Venue du fond des âges, la panification au levain, encore minoritaire par rapport à la panification à la levure, ne cesse de se développer en raison des caractéristiques originales qu'elle confère au produit.

3.2.1. Flore initiale

- Les micro-organismes du levain proviennent de la farine elle-même.
En utilisant le **document 13 (page 12/14)**, montrer comment la flore microbienne évolue en fonction du type de farine.
Quel est le type de farine le plus adapté à la fabrication du levain ?
Justifier votre réponse.

3.2.2. La méthode française de fabrication des levains est rappelée dans le **document 14 (page 13/14)**.

Le **document 15 (page 13/14)** donne les cinétiques microbiennes et physico-chimiques de l'élaboration d'un levain.

- Quel est le temps nécessaire au développement de la flore lactique ?
Quel est le temps nécessaire au développement des levures ?
- À l'aide du **document 16 (page 14/14)**, dégager le rôle des deux groupes de micro-organismes sur les propriétés physico-chimiques de la pâte.

3.2.3. Relation entre la flore bactérienne et le goût et l'arôme des levains

- Parmi les bactéries lactiques, il convient de distinguer les bactéries homofermentaires et les bactéries hétérofermentaires.
Rappeler quels sont les acides produits par ces micro-organismes au cours de leur fermentation dans la pâte.
- L'acide lactique serait responsable de la saveur acide du levain et du pain, l'acide acétique interviendrait en tant qu'exhausteur d'arôme.
Montrer comment le goût et l'arôme du levain varie avec les micro-organismes qui le composent.
- Le **document 17 (page 14/14)** présente l'acidité du levain en fonction des conditions de fabrication du levain (hydratation, température, type de farine...)
Expliquer comment ces paramètres peuvent influencer l'acidité des levains.
Quelles sont les conditions favorables à l'élaboration d'un levain acide ?
D'un levain peu acide ?

3.2.4. À l'aide du **document 17**, montrer le lien entre les caractéristiques du levain et celles du pain obtenu.

Est-il facile de fabriquer des pains aux caractéristiques organoleptiques constantes au cours du temps lorsqu'on utilise du levain pour la fermentation ?