

EFFECT OF BAKING ON THE PHYSICAL-CHEMICAL CHARACTERISTICS AND THE HYGIENICAL QUALITY OF BISCUITS

EFFET DE LA CUISSON SUR LES CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES ET LA QUALITE SANITAIRE DES BISCUITS

Mohamed Mamoumi^{1,2}, Hanane Fikri¹, Rachid Slimani²,
Hamid Amarouche¹, Moulay Mustapha Ennaji³,
Mohamed Zahouily^{1*}, Saïd Lazar^{2*}

Université “Hassan II” Mohammedia-Casablanca, BP 146,
20650 Mohammedia, Morocco

¹Laboratoire de Catalyse, Chimiométrie & Environnement, URAC 24

²Laboratoire de Biochimie, Environnement & Agroalimentaire, URAC 36

³Laboratoire de Virologie et Hygiène & Microbiologie

*Corresponding author: lazar_said@yahoo.fr; mzahouily@yahoo.fr

Received: December 28, 2011

Accepted: May 10, 2012

Abstract: The food safety is necessary of development of agro-food industries. We opted for the introduction of a concept to ensure a sanitary control of products-ware, including the pastry. We chose for our project three parameters as: water activity (a_w), pH and moisture. Also, we defined the target values for these parameters to ensure the safety of our pastry. Otherwise, we incorporated the factor temperature to ensure complete control of safety knowing that cooking is a major industry in the pastry. We defined the temperature of microbial destruction to reduce the microbial load of the pastry after baking. This study was approved by microbiological analysis carried out on the cake having undergone the following parameters (a_w , pH , moisture, temperature of microbial destruction).

Keywords: *biscuit industry, moisture, pH, temperature of microbial destruction, water activity*

INTRODUCTION

La sécurité sanitaire des aliments constitue, actuellement, le cheval de bataille de toutes les industries agro-alimentaires. Par ailleurs, les produits de la boulangerie/biscuiterie sont largement consommés et se sont considérés comme un majeur composant dans le marché alimentaire international [1].

En effet, les industries de pâtisserie/biscuit ont un risque élevé de toxi-infection due principalement à la quantité des ingrédients à risques microbiens qui ont utilisés dans la formulation de ces produits.

Aussi, dans ces agro-industries, la cuisson représente l'étape primordiale dans la fabrication de ces produits. La température de destruction thermique, l'humidité et l' a_w sont des paramètres dont la maîtrise, sur le plan industriel, est sine qua none pour assurer une protection convenable de notre pâtisserie. Toutefois, le pH devrait être maîtrisé en amont (au niveau de la recette).

Comme constaté par Martinez de Maranon et *al.* [2], la destruction microbienne des échantillons dépend de la température et de l' a_w . La diminution de l' a_w est utile pour la protection des produits de la pâtisserie [3].

A cet effet, nous abordons dans ce travail les différents paramètres et outils de processus de fabrication à exploiter pour avoir une préservation sûre de la sécurité sanitaire des produits de la pâtisserie.

MATERIEL ET METHODES

Les méthodes adoptées pour concrétiser notre recherche se sont réalisées sur le cœur du processus d'une agro-industrie. En effet, les analyses effectuées portent sur le comportement de certains paramètres pendant la cuisson ainsi que le résultat de certains facteurs tels a_w , pH et humidité.

Analyse de l'activité de l'eau (a_w)

Cette activité de l'eau est mesurée par un analyseur d'humidité absolue «Aqualab» (Gamme : 0,030 à 1,000 a_w et +/- 0,003 a_w de précision) CX-3 activité de l'eau (Decagon, Pullman, WA, USA). Les micro-organismes sont sensibles à la pression osmotique qu'exercent les composés chimiques du milieu dans lequel ils se trouvent. La pression osmotique est évidemment liée à l'activité de l'eau (a_w) d'un produit alimentaire ou d'un milieu qui est le rapport de la pression partielle de vapeur de l'eau du milieu ou du produit (p) à la pression de vapeur de l'eau pure à la même température (p_0) [4]:

$$a_w = p/p_0$$

La valeur de l'activité de l'eau est comprise entre 1 et 0 (milieu ou produit totalement privé d'eau). Elle exprime la disponibilité en eau du produit ou du milieu, indispensable à la croissance des micro-organismes [1].

En effet, l' a_w n'est pas constant mais subit des changements pendant les différentes opérations industrielles [5].

Analyse de la teneur en eau (humidité)

La méthode d'analyse d'humidité utilisée dans le commerce est basée sur la dessiccation. La méthode consiste à la mesure de la perte de masse après séchage [4]. Pour notre recherche nous avons utilisé le dessiccateur série MA 35 source infrarouge de portée 35 g et précision 1 mg (Sartorius, Germany).

Détermination de la température de destruction microbienne

Pour avoir une préservation technologique des biscuits et éviter les rejets industriels. Il est appliqué, actuellement, une combinaison de plusieurs paramètres ayant un effet synergique pour inhiber ou retarder la croissance microbienne [6].

Le traitement doit permettre la stabilisation de l'aliment avec une marge de sécurité suffisante, sans modifier de façon excessive les qualités organoleptiques et nutritionnelles.

On doit trouver les valeurs du couple température - durée des traitements les plus appropriés, à chaque type d'aliment.

La Figure 1 illustre l'implication de la cuisson comme facteur important dans le processus de fabrication des biscuits [7].

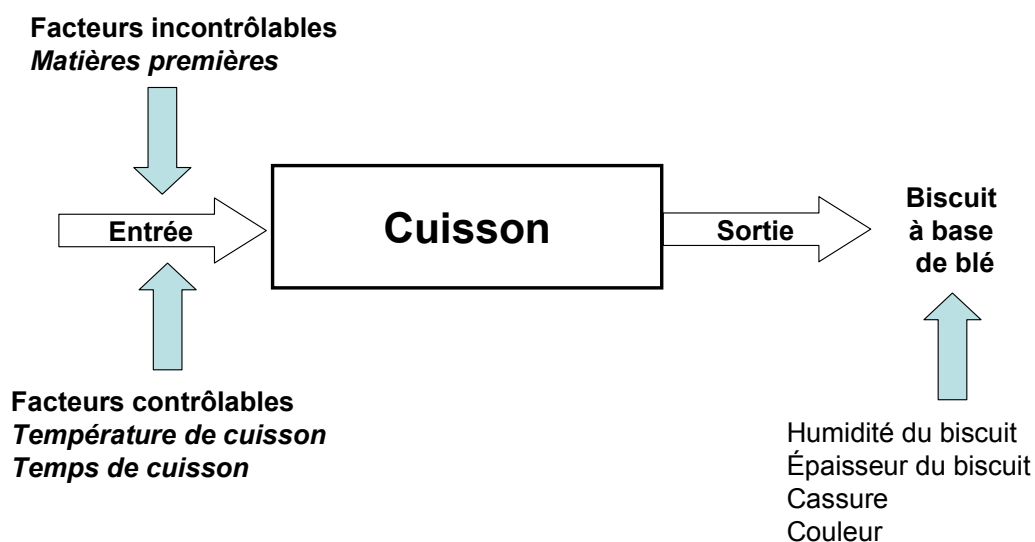


Figure 1. Modèle général du processus de cuisson des biscuits à base de blé

Ainsi, notre recherche a été concrétisée sur un four à cuisson. Le suivi de la température au cœur du produit a été réalisé par :

- Pyromètre optique : Thermomètre Infra-Rouge ayant une plage de mesure du -20°C au 550°C et une précision de 0,5 à 1°C.

- Enregistreur de température (-40 à 400°C) au cœur du produit pendant son passage dans le four.

Analyse des données : techniques statistiques

Les données sont obtenues pendant une période de 3 mois. Sur la ligne de production du génois objet de notre recherche. Les variables du processus considérées sont l'activité de l'eau a_w , pH et l'humidité de génoise, chaque variable est analysée séparément.

La série statistique étudiée est de 536 valeurs pour chaque paramètre. Ensuite se sont analysées par SPC (maîtrise statistique des procédés) [7].

Représentation en histogramme

Pour un nombre élevé de mesures, on regroupe les valeurs de la série statistique étudiée dans un histogramme et ce, pour fournir une cartographie de l'ensemble des données obtenues.

Feuille de contrôle

Des cartes de position (moyenne) ont été utilisées aussi bien, pour identifier l'état du processus que, pour visualiser à tout instant l'image réelle de celui-ci. Ces cartes sont constituées d'une ligne centrale de la valeur cible et les spécifications prédéfinies dans les plans de contrôle (tolérance T_i et T_s), où T_i - tolérance inférieure, T_s - tolérance supérieure et valeur cible :

$$m = (T_i + T_s)/2$$

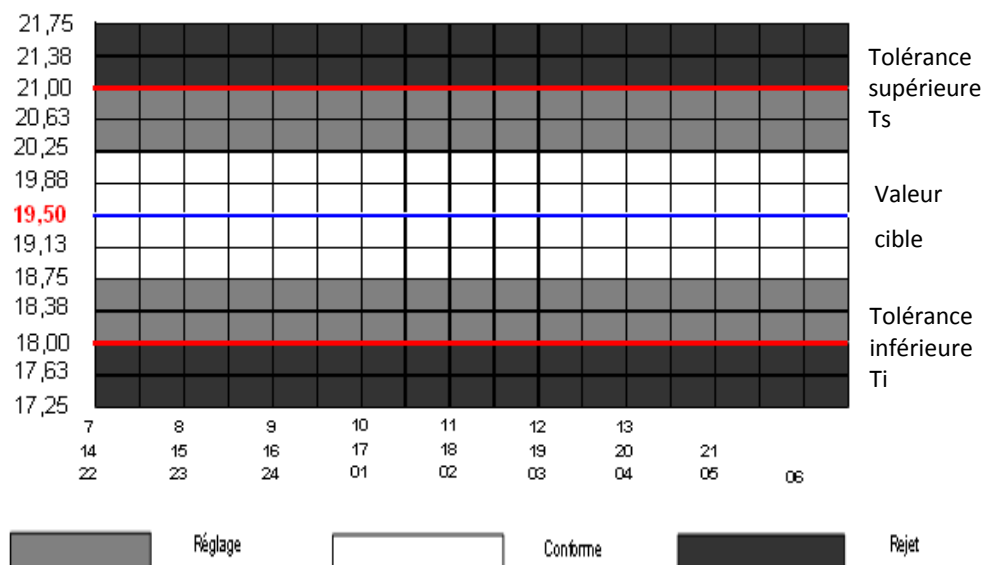


Figure 2. Feuille de contrôle

RESULTATS ET DISCUSSION

Nous avons réalisé notre recherche sur un produit alimentaire en utilisant un four. Cette recherche consistait à la détermination de :

- triangle d'or (a_w , pH et humidité) nécessaire pour la protection de notre produit contre les proliférations microbiennes.
- température de destruction thermique microbienne (Figure 3).

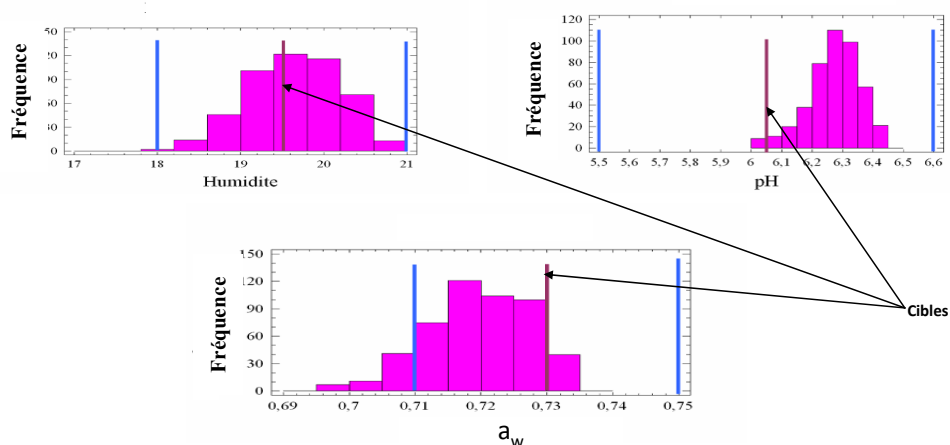


Figure 3. Suivi statistique des paramètres pH , a_w et humidité

En effet, l'agro-industrie fait appel à plusieurs ingrédients pouvant être l'origine des micro-organismes. Ces derniers représentent très souvent la cause des toxi-infections alimentaires car elles constituent très généralement un bon milieu pour le développement des micro-organismes, des caractéristiques du produit et aussi du processus [8].

Les résultats d'évolution des paramètres étudiés en occurrence a_w , pH et humidité sont illustrés comme suit :

- a_w : évolution entre 0,69 et 0,74.
- pH : évolution entre 6 et 6,5.
- humidité : évolution entre 18 et 21.

Une maîtrise statistique du procédé a été réalisée pour définir et ensuite corriger la capacité industrielle (produit et processus de fabrication).

Suite aux données précédentes, nous avons pu définir les standards ainsi que les limites de contrôles relatifs aux paramètres de bases pour la protection microbienne de notre produit alimentaire.

Nous avons démontré l'existence d'une relation linéaire entre l' a_w et l'humidité absolue (Figure 4). Le processus de cuisson évapore en premier temps l'humidité extrinsèque du produit provenant de la farine et du taux d'hydratation du produit. Ensuite, l'eau intrinsèque provenant des autres ingrédients comme le sucre permet de maintenir la texture de la génoise. Cette double évaporation se fait sous l'effet de la cuisson jusqu'à l'atteinte des standards prédéfinis.

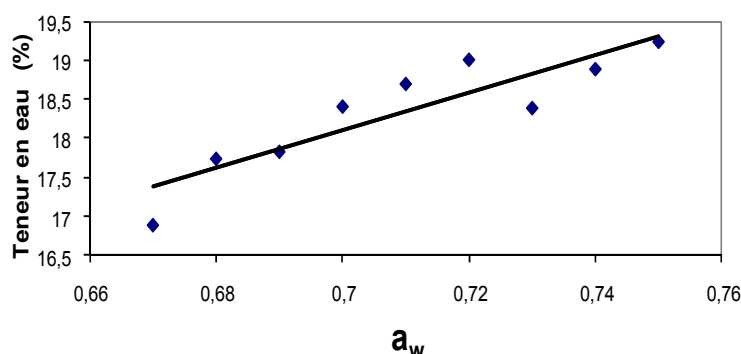


Figure 4. Relation entre l'humidité absolue et l' a_w

Par ailleurs, nous avons défini la température de cuisson nécessaire pour avoir une destruction thermique microbienne efficace et préserver notre pâtisserie des risques de prolifération microbienne.

Pour ce faire, nous avons procédé à une mesure de la température au cœur du produit pendant son passage dans le four. Des mesures de la température dans les chambres du four ont eu également lieu (Figure 5).

En effet, nous avons défini la température cible et le temps nécessaire pour avoir une destruction microbienne optimale dans notre produit alimentaire. En fin, nous avons défini une température du 110 au 140°C au cœur du produit pendant 2,5 min. Ces derniers éléments ont été validés par des analyses microbiologiques de la pâtisserie avant et après cuisson.

En effet, le facteur de destruction logarithmique des germes analysés a été défini par la formule [9]:

$$N = \log X_0/X$$

avec X : charge microbienne initiale, X_0 : charge des germes survivants et N : facteur de destruction logarithmique des germes.

Nous concluons que ce facteur a été défini pour les germes relatifs à notre produit alimentaire comme suit :

- FMAT (Flore mésophile aérobie totale) : 5
- Entérobactéries : 4
- ASR (Anaérobies sulfito-réducteurs) : 0
- Levures et moisissures : 3

En effet, ce facteur a été défini pour des fours à micro-ondes ou à traitement par la vapeur d'eau chaude par des valeurs allant du 2 à 4 [10].

Le four utilisé pour notre étude est un four mixte : cuisson indirecte avec vapeur sèche. Ce type de four est différent du mécanisme de cuisson des micro-ondes ce qui explique les valeurs de destruction microbiennes allant de 3 à 5.

Lors de la destruction thermique, la première phase se caractérise par une diminution de l' a_w . La seconde phase est longue et indépendante de l' a_w .

Par ailleurs, cette réduction dépend notamment de la température et du temps de traitement et de l' a_w ce qui permet de préserver également la qualité organoleptique des aliments [11].

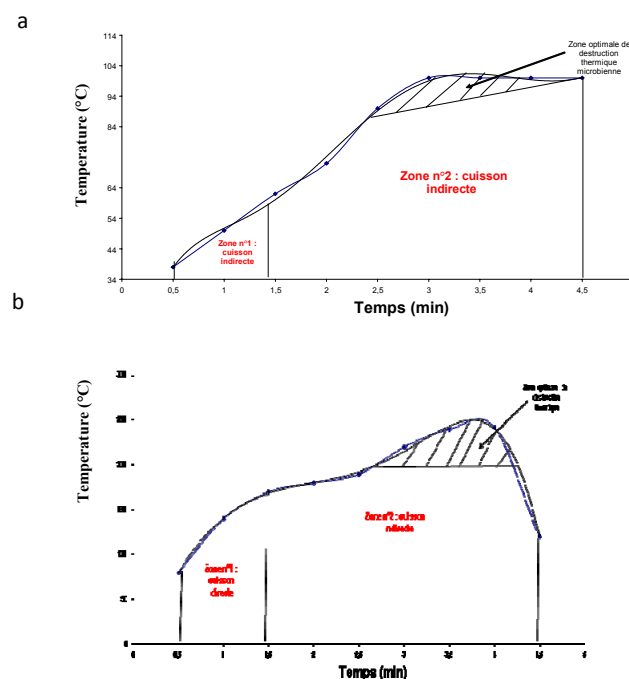


Figure 5. Suivi du couple température/temps dans un four :

a) Evolution de la température dans le cœur du produit;

b) Evolution de la température à l'intérieur du four

L'inactivation lors de la première phase se fait suite à un choc osmotique. Pourtant, la seconde phase est dominée par l'effet de la température [12].

La destruction microbienne suite à l'action thermique pourrait être expliquée par l'oxydation des molécules, la dénaturation des protéines et l'augmentation de la perméabilité des membranes, notamment la membrane plasmique [12]. En effet, plusieurs travaux ont montré que c'est la perte de l'intégrité membranaire qui représente la cause de la mortalité des levures [2].

Quand la température dépasse la limite physiologique des cellules, cela produit une hyperfluidité de la membrane plasmique suivie par une sortie des ions et, par la suite, la mort de la cellule. Il a été également postulé que l'augmentation de la température provoque une vibration des molécules d'eau. Ceci engendre une destruction des ponts disulfures et des liaisons hydrogènes altérant ainsi la configuration tridimensionnelle des protéines et par là une perte de leurs fonctions [13]. Quand la quantité d'eau est faible, les vibrations diminuent et engendrent une diminution de la dénaturation des protéines. La diminution de la quantité d'eau induit par conséquent une modification de la conformation protéique (rigidification), car sans eau la flexibilité conformationnelle des enzymes diminuent [14].

CONCLUSION

Notre étude nous a permis de définir les paramètres physico-chimiques nécessaires pour assurer une préservation des produits de la pâtisserie des risques de toxi-infections.

De ceci, la sécurité alimentaire a une importance cruciale aussi bien pour le consommateur que l'industrie ou encore l'économie [15].

En effet, nous avons défini les limites chiffrées relatives aux : humidité, a_w , pH et aussi la température couplée au temps à paramétrer dans les fours utilisés pour la cuisson de la pâtisserie. Ce travail a mis en exergue quatre facteurs à maîtriser pour assurer la sécurité sanitaire des produits de la pâtisserie. Aussi, d'autres recherches peuvent être amorcées pour réduire ces facteurs en 2 : température de cuisson et pH.

REFERENCES

1. Kotsianis, I.S., Giannou, V., Tzia, C.: *Trends Food Sci. Technol.*, **2002**, 13, 319-324;
2. Martinez de Maranon, I., Chaudanson, N., Joly, N., Gervais, P.: *Biotechnology and Bioengineering*, **1999**, 65, 176-181;
3. Gock, M.A., Hocking, A.D., Pitt, J.I., Poulos, P.G.: *Int. J. Food Microbiol.*, **2003**, 81, 11-19;
4. Mathlouthi, M.: *Food Control*, **2001**, 12, 409-417;
5. Vytrasova, J., Pribanova, P., Marvanova, L.: *Int. J. Food Microbiol.*, **2002**, 72, 91-96;
6. Guynot, M.E., Ramos, A.J., Sanchos, V., Marin, S.: *Int. J. Food Microbiol.*, **2005**, 101, 161-168;
7. Srikaeo, K., Furst, J.E., Ashton, J.: *Food Control*, **2005**, 16, 309-317;
8. Lebert, I., Dussap, C.G., Lebert, A.: *Int. J. Food Microbiol.*, **2005**, 102, 305-322;
9. Harold, F.M., Maloney, P.C.: In *Escherichia coli and Salmonella* (Neidhart, F.C.), ASM Press, Washington DC, **1996**, pp. 283-306;
10. Stoforos, N.G.: *Food. Control*, **1995**, 6, 81-94;
11. Laroche, C., Fine, F., Gervais, P.: *Int. J. Food Microbiol.*, **2005**, 97, 307-315;
12. Weitzel, G., Pilatus, U., Rensing, L.: *Exp. Cell Res.*, **1987**, 170, 64-79;
13. Earnshaw, R.G., Appleyard, J., Hurst R.M.: *Int. J. Food Microbiol.*, **1995**, 28, 197-219;
14. Klibanov, A.M.: *Trends Biochem. Sci.*, **1989**, 14, 141-144;
15. Martins, E.A., Germano, P.M.L.: *Food Control*, **2008**, 19, 764-771.