

## **ESSAI DE FABRICATION DE PÂTES ALIMENTAIRES SUPPLÉMENTÉES PAR DE LA FARINE, ISOLAT ET CONCENTRAT PROTÉIQUE DE POIS CHICHE :**

caractérisation physico-chimique

OUNANE G.(1), AUTRAN J. C. (2).

(1). : Institut National Agronomique El Harrach Alger

(2). : I NRA, Unité de Recherche des Céréales, Montpellier, France

### **RÉSUMÉ**

Des pâtes alimentaires sont fabriquées avec de la semoule de blé dur additionnée de farine (15 et 30 %), d'isolat (5, 10 et 20 %) et de concentrat protéique (5 et 10 %) de pois de chiche. L'effet de l'addition du pois chiche sur la composition globale, la teneur et les propriétés du gluten, la couleur et la qualité culinaire a été étudié :

L'ajout du pois chiche accroît la teneur en protéines, en acides aminés essentiels notamment en lysine et diminue la teneur en gluten.

La fabrication de pâtes alimentaires supplémentées ne nécessite que très peu de variation dans le processus de fabrication : le temps de malaxage et le taux d'hydratation diminuent en fonction du taux d'incorporation du pois-chiche.

La qualité des produits finis dépend :

- du taux d'incorporation : un seuil minimum de protéines est nécessaire pour améliorer la qualité des pâtes (15 % de farine et 10 % d'isolat de pois-chiche). Au delà, les pâtes seraient trop fermes, difficiles à cuire et l'équilibre des acides aminés décroît.
- de la nature du supplément : La farine, apparaît intéressante sur le plan nutritionnel, bien acceptée par le consommateur, sans demander d'importantes modifications. L'isolat protéique apparaît comme un supplément intéressant à condition de ne pas dépasser 10 % ; le coût serait alors le seul obstacle à son addition. L'addition du concentrat protéique est à écarter entraînant trop de pertes à la cuisson, un aspect collant et délitescent important.

L'incorporation du pois-chiche (sous forme de farine et d'isolat) apparaît comme une possibilité très intéressante de valoriser la qualité des pâtes aussi bien sur le plan nutritionnel qu'organoleptique.

**Mots clés :** blé dur, pois-chiche, supplémentation, pâtes alimentaires, qualité

## ABSTRACT

Pasta have been manufactured with durum wheat semolina to which have been added cheakpea flour (15 and 30%), isolate (5,10 and 20%) and protein concentrate (5 and 10%). The effect of cheakpea adding on the global composition, gluten content and properties, the colour and culinary quality have been studied :

The addition of cheakpea increases protein content, that of essential amino-acids especialys lysin and decreases gluten content.

The manufacture of supplemented pasta entails only a slight variation in the manufacture process : malaxing time and hydration rate decrease according to the rate of cheakpea blending.

The quality of finished products depends on :

- blending rate : a minimum point of proteins is necessary to improve pasta quality (15% of cheakpea flour and 10% of cheakpea isolate ). Beyond these percentages, pasta would be harder, more difficult to be cooked and amino-acids equilibrium would decrease.
- Supplement nature : the flour seems to be interesting on the nutritional level, well accepted by the consumer, wi thant requiring important modifications. 638x1945YProtein

isolate seems to be an interesting supplement providing that 10% would not be exceeded ; the cost would then be the only hindrance to its adding . Protein concentrate is to be dismissed because it implies too many losses during the cooking time and, an important sticky and efflorescent aspect.

The addition of cheakpea (as flour and isolate) seems to be a very interesting possibility in valorizing pasta quality on the nutritional level as well as on the organoleptic one.

**Key words :** Durum Wheat, cheakpea, supplementation, pasta, quality.

## INTRODUCTION

Les céréales ont toujours occupé une place prépondérante dans l'alimentation humaine notamment des algériens. Longtemps considérées comme des aliments énergétiques de par leur richesse en glucides, elles constituent néanmoins une source importante de protéines : 70 % des calories et 80 % des protéines d'une ration alimentaire moyenne proviennent des céréales. Par conséquent, l'alimentation actuelle des algériens est non pas insuffisante, mais déséquilibrée par le trop grand apport des céréales pauvres en lysine. Améliorer la valeur biologique des céréales en augmentant le contenu protéique et en changeant la composition en acides aminés est l'objectif que nous nous sommes fixés en mettant au point un aliment riche en protéines à base de céréales par supplémentation d'un produit riche en lysine tel que les légumineuses.

La supplémentation des céréales par des aliments riches en lysine est donc une solution intéressante, mais le choix du supplément protéique doit être adapté aux besoins et aux habitudes alimentaires de la population.

A cet effet le blé dur s'est imposé par sa consommation élevée notamment en milieu rural; et le pois-chiche par sa grande utilisation dans notre alimentation.

C'est dans ce sens, que nous avons retenu les pâtes alimentaires comme support d'une alimentation enrichie en protéine. Ainsi, des pâtes alimentaires supplémentées jusqu'aux taux de :

- 30 % de farine de pois-chiche ;
- 20 % d'isolat protéique de pois-chiche ;
- 10 % de concentrat protéique de pois-chiche.

ont été fabriquées et testées du point de vue des aptitudes technologiques et de la valeur nutritive par rapport aux pâtes issues de la semoule de blé dur.

## MATÉRIEL et MÉTHODES

### 1. MATERIEL VEGETAL

Les matières premières utilisées sont une semoule de blé dur (*Triticum durum*), variété Bidi 17, et une farine de pois-chiche (*Cicer arietinum*), variété ILC 482. Ces deux espèces végétales ont été certifiées et mises à notre disposition par l'I.T.G.C. (Institut Technologique des Grandes Cultures) de Constantine.

Les principales caractéristiques physico-chimiques de ces deux matières premières sont données dans le Tableau 1.

**Tableau 1 :** Caractéristiques physico-chimiques de la variété de blé dur et de la variété de pois-chiche

Caractéristiques	Unités	Blé dur Var. Bidi 17	Pois-chiche Var. ILC 482
Poids de 1000 grains	g	51.79	320
Taux de mitadinage	%	21	-
Taux de moucheture	%	6.02	-
Cendres	% MS	2.25	3.35
Protéines	% MS	14.13	23.19
Lipides	% MS	1.90	5.65
Pigments caroténoïdes	ppm	9.11	70.22

## **2.- OBTENTION DE SEMOULE DE BLE DUR, DE FARINE, D'ISOLAT ET DE CONCENTRAT PROTEIQUE DE POIS-CHICHE**

- La mouture est réalisée au moyen d'un moulin de laboratoire (type SOCAM). Les taux d'extraction sont de 68 % pour la semoule de blé dur et de 70 % pour la farine de pois-chiche.
- L'isolat protéique de pois-chiche se présente sous forme de poudre lyophilisée. Il est issu de la précipitation à pH 4 par l'acide chlorhydrique d'un extrait alcalin (Megherbi, 1978).
- Le concentrat protéique de pois-chiche se présente sous la forme de poudre lyophilisée. Il est obtenu par extraction alcaline à pH 8,6 par NaOH 2N (Belarbi, 1991).

## **3.- FABRICATION DES PATES ALIMENTAIRES**

Les pâtes alimentaires sont fabriquées avec une mini-presse de type (MINILOB 30S) et séchées dans une étuve de type (FLAM HO) munie d'un système programmable à 45°C pendant 16h.

## **4.- APPRECIATION DES CARACTERISTIQUES TECHNOLOGIQUES**

### **4.1.- Coloration**

La coloration a été déterminée sur des disques de pâtes dans les conditions décrites par Alause et Feillet (1970).

Les paramètres, L et b ont été mesurés avec un appareil Tristimulus de NEOTEC, pour en déduire l'indice de jaune (b) et l'indice de brun (100L).

#### **4.2.- Quantité et propriétés viscoélastiques du gluten**

Le gluten est extrait par lixiviation manuelle sous un mince filet d'eau distillée (Mauze *et al.*, 1972).

Les propriétés viscoélastiques (fermeté et recouvrance absolue) du gluten ont été déterminées au viscoélastographe sur des pastilles de gluten thermoformé suivant la méthode de Damidaux et Feillet (1978). L'échelle de classement selon la recouvrance absolue :

- Recouvrance absolue élevée > 1,5 mm ;
- Recouvrance absolue moyenne 1,0 - 1,5 mm ;
- Recouvrance absolue faible < 1,0 mm.

#### **4.3.- Qualité culinaire**

Le gonflement, l'état de surface et les pertes à la cuisson ont été déterminés dans les conditions décrites par Abecassis *et al.* (1984).

### **5.- ANALYSES CHIMIQUES**

#### **5.1.- Teneur en eau**

Elle est réalisée à partir de 5 g de produit, après séchage dans une étuve (CHOPIN) à 130°C pendant 2h (Norme A.F.N.O.R NF VO3 707).

#### **5.2.- Teneur en protéines.**

La teneur en protéines a été déterminée selon la méthode de Kjeldahl (A.F.N.O.R. NFV050). Le coefficient de conversion utilisé est de 6,25.

### 5.3.- Teneur en acides aminés

La détermination de la composition en acides aminés a été effectuée à l'auto-analyseur " BECKMAN " après 24 heures d'hydrolyse acide (HCl 6N à 110 ° C) selon la technique automatisée par Spackmann *et al.* (1958)

**Les différentes analyses ont porté sur :**

- Les matières premières (semoule blé dur, farine de pois-chiche, isolat et concentrat protéique de pois-chiche.
  
- Les différents mélanges effectués :

Blé dur % (semoule)	Farine de Pois-chiche %	Isolat protéique de pois-chiche %	Concentrat protéique de pois-chiche %
100	0	0	0
90	10	10	10
80	20	20	20
70	30	30	30
60	40	-	-
50	50	-	-

- Les pâtes alimentaires :

Blé dur % (semoule)	100	95	90	85	80	70
Farine de pois-chiche %	0			15		30
Isolat protéique De pois-chiche %	0	5	10		20	
Concentrat protéique de pois-chiche %	0	5	10			

## RÉSULTATS ET DISCUSSION

### I.- ÉTUDE DE LA MATIÈRE PREMIÈRE ET DES DIFFÉRENTS MÉLANGES

Le tableau 2 regroupe l'ensemble des résultats de la semoule de blé dur, de la farine, de l'isolat et du concentrat protéique de pois-chiche et des différents mélanges obtenus.

Par rapport à la semoule de blé dur, le pois-chiche constitue une source importante de protéine et de lysine notamment dans le cas de l'isolat protéique du pois-chiche.

L'incorporation du pois-chiche à la semoule de blé dur améliore quantitativement la teneur en protéine, en lysine et en acides aminés soufrés des différents mélanges étudiés. Ainsi l'incorporation du pois-chiche sous forme de farine, d'isolat, ou de concentrat protéique à la semoule de blé dur a permis de corriger les défauts des protéines céréalières en donnant un meilleur équilibre en acides aminés. Les mêmes observations ont été faites par Figuerola *et al.* (1987) et Eztevez *et al.* (1987) qui ont montré que l'addition de pois-chiche à la farine de blé entraîne une augmentation importante de la teneur en lysine et en protéines



**Tableau 2** : Composition chimique des différents mélanges

	Protéines % MS	Lysine g/16g N <sub>2</sub>	Méthionine Cystéine g /16g N <sub>2</sub>	IC*	AA** Limitants
Semoule blé dur	13.40	3.16	04.41	57	Lysine
Farine de PC	23.34	6.67	1.86	53	AAS
Isolat protéique PC	78.80	5.16	1.52	28	AAS
Concentrat protéique PC	56.40	4.75	1.00	28	AAS
Mélanges en % de farine de PC					
10	13.92	3.60	3.73	65	Lysine
20	15.89	4.10	3.42	74	Lysine
30	17.71	4.61	2.94	84	Lysine
40	18.90	4.96	2.90	83	AAS
50	19.59	5.43	2.77	79	AAS
Mélange % d'isolats protéiques PC					
5	17.30	4.21	707Y3.06	76	Lysine
10	19.70	4.06	3.09	74	Lysine
20	24.40	5.00	2.82	91	Lysine
30	35.10	4.67	2.19	62	AAS
Mélange% Concentrat- Protéiques PC					
5	15.80	3.67	3.16	67	Lysine
10	17.68	3.78	3.18	69	Lysine
20	21.59	4.03	2.50	71	AAS
30	26.55	4.22	2.07	59	AAS
FAO Standard 1973		5.5	3.5	100	

\* Indice chimique =(teneur en AA le plus limitant / teneur en AA de la protéine de référence) x 100

\*\* AA = acide aminé

## **1. - CARACTERISTIQUES TECHNOLOGIQUES**

L'évolution de la coloration, de la teneur et des propriétés viscoélastiques du gluten a été déterminée sur les différents mélanges et est consignée dans le tableau 3.

### **1.1.- Coloration**

L'incorporation du pois-chiche à la semoule de blé dur a entraîné une augmentation de l'indice de jaune. Cette amélioration est due à un apport du pois-chiche en pigment caroténoïdes (70 ppm). En revanche une diminution de l'indice de brun en fonction du taux d'incorporation est observée dans le cas de la farine de pois-chiche et une augmentation modérée dans le cas des isolats et concentrats protéiques. La comparaison entre les différents mélanges fait apparaître que les produits les plus bruns sont obtenus avec le concentrat protéique de pois-chiche. Il semble que l'incorporation du pois-chiche sous forme de farine ou de d'isolats jusqu'à un taux de 30 % améliore l'indice de brun d'un blé dur qui présente initialement un indice de brun relativement élevé.

### **1.2.- Teneur en gluten et propriétés viscoélastiques**

Les données regroupées dans le tableau 3 mettent en évidence à la fois l'influence du taux d'incorporation et de la nature du supplément sur les variations observées.

D'après le tableau 3 nous constatons que la variété de blé dur étudiée présente une teneur satisfaisante en gluten. Cette quantité peut assurer une valeur d'utilisation satisfaisante et une bonne rigidité et peut jouer un rôle déterminant dans la qualité des pâtes alimentaires fabriquées (D'Egidio, 2000).

L'influence sur l'extractibilité est différente selon la nature du supplément utilisé. Ainsi, l'incorporation du pois-chiche sous forme d'isolat ou de concentrat protéique entraîne une inextractibilité du gluten même après un faible apport (10 %). Sous forme de farine, l'addition de pois-chiche se traduit par une diminution de la teneur en gluten aussi bien humide que sec.

**Tableau 3 :** Caractéristiques technologiques des différents mélanges

Mélanges en %	Coloration		Teneur en gluten % MS	Propriétés viscoélastiques du gluten	
	Indice de jaune (b)	Indice de brun (100-L)		Fermeté e <sub>1</sub> (mm)	Recouvrance absolue e <sub>2</sub> -e <sub>1</sub> (mm)
<b>Farine de PC</b>					
0	18.11	22.30	11.88	2.45	1.68
10	18.53	21.13	10.35	2.40	1.60
20	19.14	20.25	9.68	3.50	1.28
30	19.73	20.04	9.36	3.80	1.09
40	23.25	20.05	4.39	-	-
50	24.78	22.86	NE	-	-
<b>Isolat de PC</b>					
5	18.69	21.19	NE	-	-
10	19.61	20.50	NE	-	-
20	21.03	22.00	NE	-	-
30	22.00	23.00	NE	-	-
<b>Concentrat PC</b>					
5	18.25	21.65	NE	-	-
10	19.50	19.50	NE	-	-
20	20.00	23.50	NE	-	-
30	21.00	24.00	NE	-	-

NE = non extractible

En ce qui concerne les propriétés viscoélastiques (tableau 3) du gluten extrait des mélanges (semoule de blé dur - farine de pois-chiche), la fermeté du gluten ( $e_1$ ) augmente avec le pourcentage d'incorporation du pois-chiche tandis que la recouvrance absolue ou élasticité diminue. La baisse de l'extractibilité du gluten par l'apport du pois-chiche semble indiquer la non participation de ce dernier à la formation du réseau glutineux. La modification des propriétés viscoélastiques du gluten observée, semble être due à la présence de constituants spécifiques du pois-chiche et peut être de la fraction lipidique, dont le rôle important notamment en panification a été confirmé par plusieurs auteurs dont Frazier *et al.* (1981)

Il est important de souligner que lors de la lixiviation des pâtons, le gluten extrait de la semoule et des mélanges semoules-isolats et semoules-concentrats protéiques de pois-chiche, présente une structure particulière, il est hétérogène et cassant. L'augmentation du taux d'incorporation rend le rassemblement des particules de gluten de plus en plus difficile. Des remarques similaires ont été faites par Dodok *et al.* (1993).

Dans le cas de l'incorporation de la farine de pois-chiche, la perte d'extractibilité et les variations de la fermeté et de l'élasticité au cours de la supplémentation pourraient être due à une dépolymérisation des agrégats initialement présents dans la semoule avec apparition de molécules de taille inférieure d'où une perte progressive de l'aptitude à rassembler le matériel protéique sous forme de gluten et une perte d'élasticité de ce dernier (Tanaka et Bushuk, 1973a, 1973b) comme elle pourrait résulter dans le cas de l'incorporation des extraits protéiques de la désagrégation de la structure protéique empêchant ainsi la formation du réseau glutineux (Feillet *et al.*, 1977).

## 2.- CHOIX DU POURCENTAGE OPTIMUM D'INCORPORATION

Le pourcentage d'incorporation du pois-chiche a été effectué sur la base des indices chimiques (IC) des acides aminés limitants du pois-chiche et de la semoule de blé dur. Les indices chimiques calculés par rapport à la référence indiquée par la FAO (1973) sont de :

- 57 pour la lysine de la semoule de blé dur
- 53 et 28 pour les acides aminés soufrés des trois suppléments de pois-chiche respectivement farine, isolat et concentrat protéique de pois-chiche.

Les résultats indiqués (tableau 2) montrent que le pourcentage optimum d'incorporation du pois-chiche varie selon le supplément, il est proche de :

- 30 % pour la semoule additionnée de farine de pois-chiche
- 20 % " " d'isolat protéique de pois-chiche
- 10 % " " de concentrat protéique de pois-chiche

Les différents taux semblent correspondre à l'optimum organoleptique et technologiques des mélanges.

## **II.- ÉTUDE DES PÂTES ALIMENTAIRES**

### **1.- DÉTERMINATION DU TAUX OPTIMUM D'HYDRATATION**

La détermination de la quantité d'eau optimale à ajouter à la semoule de blé a pour but de rechercher les meilleures propriétés plastiques aussi bien pour les pâtes pures blé dur que pour les pâtes supplémentées par le pois-chiche.

D'après nos constatations la quantité d'eau à ajouter aux différents mélanges (blé dur, pois-chiche) diminue en fonction du taux d'incorporation, elle passe de 34 % pour les pâtes pures blé dur à 30 % pour les pâtes à 30 % de farine de pois-chiche, à 29 % pour les pâtes à 20 % d'isolats protéiques de pois-chiche et à 28 % pour les pâtes à 10 % de concentrat protéiques de pois-chiche.

A 20 % d'incorporation du concentrat protéique du pois-chiche, la pâte devient très collante et le travail à la presse apparaît difficilement réalisable. En outre, à 10 % d'incorporation du concentrat protéique, il s'est avéré nécessaire d'hydrater séparément la semoule de blé dur avant d'ajouter le concentrat protéique.

La diminution du taux d'hydratation en fonction de l'incorporation du pois-chiche s'explique par la diminution de la qualité des protéines extensibles, comme les protéines du gluten qui exige plus d'eau que les globulines et les albumines. En effet l'absorption d'eau pourrait être reliée aussi bien au type de protéines (Fernandez et Berry, 1989) qu'à la teneur en protéines (Hegazy et Foheid, 1990).

Ainsi, comparativement aux pâtes additionnées de farine (15 et 30 %) et d'isolat protéique (5, 10 et 20 %) de pois-chiche, nous remarquons que la technologie de fabrication des pâtes additionnées de concentrat protéiques de pois-chiche est plus délicate. Elle exige :

- un mélange préalable aussi homogène que possible
- un temps de malaxage un peu plus long (25 mn au lieu de 20 mn)

Le travail de la presse apparaît difficilement réalisable au delà de 10 % d'incorporation du concentrat.

L'hydratation nécessaire devient de plus en plus faible avec l'augmentation du taux d'incorporation.

Toutes ces constatations ne se retrouvent pas lorsqu'il s'agit des pâtes incorporant 30 % de farine et 20 % d'isolat protéique de pois-chiche, leur fabrication ne nécessite que très peu de variations, le temps de malaxage diminue de 25 mn à 20 mn.

## **2.- APPRECIATION VISUELLE DES PATES CRUES**

Les pâtes obtenues additionnées de pois-chiche ou non, présentaient des caractéristiques acceptables, un bel aspect, sans piqûres et non collantes.

Après séchage, les pâtes étaient lisses et assez résistantes. Quant à la coloration, elle est d'autant plus foncée que le taux d'incorporation est élevé, notamment dans le cas des pâtes à 10 % de concentrat protéique de pois-chiche. L'évolution de la couleur est tout à fait en accord avec les observations de Carnoval e et Lombardi (1979) sur les pâtes additionnées de concentrats protéiques de fèves et de concentrats protéiques de lupins (Sievert et al., 1997).

### **3. TENEURS EN PROTEINES, EN LYSINE ET EN ACIDES AMINES SOUFRES**

Le tableau 4 regroupe tous les résultats obtenus sur les pâtes alimentaires. Quelque soit le supplément considéré les teneurs en protéine, en lysine et en acides aminés soufrés semblent évoluer de manière identique en fonction du taux d'incorporation. En effet l'incorporation de (30 %, 20 % et 10 %) de farine, isolat et concentrat protéique de pois-chiche à la semoule de blé dur entraîne une amélioration de 25 %, 41 % et 6 % respectivement pour la lysine. Des résultats analogues ont été obtenus par Singh *et al.* (1991) sur du pain fabriqué à partir du blé incorporé de farine de pois-chiche et par Barron et Espinozza, (1993) sur une farine de maïs supplémentée par différents taux d'hydrolysate de pois-chiche.

### **4. QUALITE ORGANOLEPTIQUE DES PATES ALIMENTAIRES**

La qualité organoleptique des pâtes fabriquées est appréciée par l'aspect (couleur) et la qualité culinaire.

D'une manière générale, les pâtes supplémentées sont moins jaunes et nettement plus brunes que celles issues des semoules de blé dur.

L'appréciation de la tenue à la surcuisson est évaluée par le gonflement ou capacité de fixation d'eau et les pertes à la cuisson (tableau 4).

#### **- Gonflement des pâtes**

Le gonflement des différentes pâtes supplémentées est influencé par la nature du supplément utilisé. La rétention d'eau est particulièrement faible avec l'addition d'isolat protéique, contrairement aux mélanges avec le concentrat et la farine de pois-chiche. L'isolat, obtenu par précipitation acide de l'extrait alcalin, possède un réseau protéique beaucoup plus resserré que le concentrat, entraînant une moindre capacité de fixation d'eau. On note également une baisse du gonflement en fonction du taux d'incorporation. Cette diminution peut s'expliquer par le renforcement de la trame protéique (évoluant avec l'augmentation du taux d'incorporation) qui contrôle la vitesse de gélatinisation et le degré de gonflement des granules d'amidon (Adams, 1987).

**Tableau 4** : Composition des pâtes alimentaires fabriquées (en % de MS)

<b>Pâtes Alimentaires</b>	<b>Protéines</b>	<b>Lysine</b>	<b>AAS</b>	<b>Pertes en matière sèche</b>	<b>% protéines solubilisées</b>	<b>Gonflement</b>
100 % blé	12.90	0.39	0.52	28.1	20.6	364
<b>Farine de PC</b>						
15 %	15.01	0.53	0.50	25.9	16.9	458
30 %	18.1	0.73	0.48	25.0	13.2	414
<b>Isolat de PC</b>						
5 %	16.90	0.80	0.53	26.0	24.6	272
10 %	19.00	0.94	0.61	24.9	12.6	269
20 %	24.10	1.23	0.90	23.6	12.9	233
<b>Concentrat PC</b>						
5 %	15.3	0.41	0.50	31.4	25.1	414
10 %	18.40	0.59	0.53	29.3	29.3	390

PC = pois-chiche  
AAS = acides aminés soufrés



**- Pertes à la cuisson et pourcentage des protéines solubilisés dans l'eau minérale salée à 7 %**

D'après les résultats du Tableau 4, il ressort que l'ajout de farine et d'isolat protéique de pois-chiche à la semoule diminue fortement la solubilité des protéines dans l'eau de cuisson. En revanche, l'ajout de concentrat protéique de pois-chiche entraîne une solubilité accrue en protéines. Cette solubilisation est d'autant plus marquée que le taux d'incorporation est élevé (10 %). Ces pertes en protéines, nous amènent à supposer que le concentrat, produit obtenu par extraction alcaline de la farine de pois-chiche, possède un réseau plus lâche, entraînant une capacité d'hydratation élevée et des pertes plus importantes.

**- Etat de surface (délitescence et collant)**

L'état de surface apprécié par analyse sensorielle est le paramètre qui bénéficie le plus de l'effet de la supplémentation. Alors que les pâtes pures blé dur se délitent progressivement au cours de la cuisson prolongée, celles issues des mélanges (semoule blé dur- farine de pois-chiche) conservent même après cuisson prolongée un état de surface remarquable pour les pâtes à 15 % de pois-chiche et presque acceptable pour les pâtes à 30 % de pois-chiche. L'incorporation d'isolat protéique de pois-chiche se traduit aussi par une amélioration de l'état de surface. Cette amélioration est d'autant plus élevée que le taux d'incorporation est faible. Par contre, l'ajout de concentrat protéique exerce un effet limité (5 %) ou nul (10 %) sur l'aspect des pâtes alimentaires.

## CONCLUSION

L'incorporation du pois-chiche (sous forme de farine et d'isolat protéique) à des pâtes alimentaires apparaît comme une possibilité très intéressante de valoriser la qualité des pâtes aussi bien nutritionnelle qu'organoleptique.

Par contre, l'ajout de concentrat protéique provoque une détérioration de la qualité des pâtes quelque soit le taux d'incorporation.

La technologie de fabrication des pâtes supplémentées ne nécessite que très peu de variation : la quantité d'eau à ajouter et la durée de malaxage diminuent en fonction du pourcentage d'incorporation.

La qualité des produits finis dépend :

- du taux d'incorporation: un seuil minimum de protéines est nécessaire pour améliorer la qualité des pâtes (15 % de farine et 10 % d'isolat protéique de pois-chiche). Au delà, les pâtes seraient beaucoup trop fermes, difficiles à cuire et l'équilibre des acides aminés décroît après 30 % d'incorporation de farine et 10 % d'isolat protéique de pois-chiche.
- de la nature du supplément :
  - . la farine (forme peu coûteuse) apparaît intéressante sur le plan nutritionnel, bien acceptée par le consommateur, sans demander d'importantes modifications;
  - . l'isolat protéique apparaît comme un supplément intéressant à condition de ne pas dépasser 10 %. Le coût serait alors le seul obstacle à son addition;
  - . l'addition du concentrat protéique est à rejeter, entraînant trop de pertes à la cuisson, un aspect collant et délitescent trop important..

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ABECASSIS J., ALARY R. et FEILLET P., 1984.-** Influence de la température de séchage sur l'aspect et la qualité culinaire des pâtes alimentaires. *Ind. Céréales*, 31, 13-18.
- ADAMS K., 1987.-** Factors affecting the quality of cooked and canned spaghetti and the interaction of glutenins and gliadins with 7S and 11S soy proteins. *Dissertation Abstracts International B*, 47 (12) 180.
- ALAUSE J. et FEILLET P., 1970.-** Metodo semplice e obiettivo per la previsione del colore delle paste alimentari. *Tecnica Molitoria*, 21, 511-517.
- ANONYME., 1982.-** Association Française de Normalisation : Recueil de Normes Françaises des Céréales et Produits Céréaliers. 1° Ed. A.F.N.O.R., Paris, France.
- BARRON J.M. et ESPINOZZA A., 1973.-** Fortification of maize tortilla with alkali-treated chickpea flour. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 28 (5), 505-511.
- BELARBI K., 1991.-** Influence de la supplémentation par le pois chiche sur la qualité des pâtes. *Mémoire d'Ingénieur, INA, ALGER.*
- CARNOVALE et LOMBARDI M., 1979.-** Emploi d'un concentrat protéique de féverole dans la formulation de pâtes alimentaires. *Matières premières et pâtes alimentaires. An. Magna, Inst. Nat. Nutr., ROME*, 6, 127-141.
- DAMIDAUX R. et FEILLET P 537Y., .1978**Relation entre les propriétés viscoélastiques du gluten cuit, la teneur en protéines et la qualité culinaire des blés dur. *Ann. Tech. agric.*, 27 (4), 799-809.
- D'EGIDIO D., 2000.-** Composition and quality of durum wheat and pasta products . *Semolina and pasta quality : Recent achievements and new trends*, 60-70.
- DODOK L., ALI M. A., HOZAVA B., HALASOVA G. et POLACEKI J., 1993.-** Importance and utilization of chickpea in cereale technology. *Acta Alim.*, 22 (2), 119-129.

- ESTEVEZ A. M.A., FIGUEROLA F.R., VASQUEZ M.D., CASTILLO E.N. et YANES E., 1987.-** Suplemento de harina de trigo con harina de garbanzo (*Cicer arietinum*). II Composicion quimica y calidad biologica de panes elaborados con mezclas de las mismas. Archivos Latinoamer. Nutr., 37 (3) 516-527.
- FEILLET P. FEVRE E. et KOBREHEL K., 1977.-** Modification in durum wheat protein properties during pasta dough sheeting. Cereal Chem. 54 : 580-584
- FERNANDEZ M.L. et BERRY J.W. 1989.-** Phenological properties of flour an d sensory characteristics of bread made from germinated chickpea. Int. J. Food Sci. Technol., 24, 103-110.
- FIGUEROLA F.R., ESTEVEZ A.M.A. et CASTILLO E. V., 1987.-** Suplemento de harina de trigo con harina de garbanzo (*Cicer arietinum*). I. Elaboracion de las harinas y sus propiedades para panificacion. Archivos Latinoamer. Nutr., 36 (2), 379-387.
- FRAZIER P.J., BRIMBLECOMBE F.A., DANIELS N.W.R., RUSSEL-EGITT P.W., 1978.-** The effect of lipoxygenases action on the mechanical development of dough from fat extrated and reconstituted flours. J. Sci. Food. Agric., 28, 247-254.
- HEGAZY N.A. et FAHEID S.M.N. 1990.-** Rheological and sensory characteristics of dough and cookies based +41% wheat, soybean, chickpea and lupin flour. Die Nahrung, 34 (9), 835-841.
- MAGHERBI S. 1988.-** Influence de la température de séchage sur les caractéristiques des pâtes alimentaires enrichies avec les isolats protéiques de pois chiche. Mémoire Ing. Agr., INA, Alger.
- MAUZÉ C., RICHARD M., SCOTTI G., 1972.-** Guide pratique de contrôle de la qualité des blé, Ed. I.T.C.F., Paris.
- SIEVERT D., LÜDERS M. et KIRCHOFF R. 1997.-** Influence des additions des protéines sur la qualité des pâtes alimentaires à base de blé dur et de blé tendre. Getreide Mehl und Brot., 51 (4), 239-244.
- SINGH N., HARINDER K., SEKHON K. S., KAUR B. 1991.-** Studies on the improvement of functional and baking properties of wheat chickpea flour blends. J. Food Proc. Preserv., 15, 391-402.

**SPACKMAN D. H., STEIN W. H., MOORE S., 1958.**- Automatic recording apparatus for use in the chromatography of amino-acides. *Ann. Chem.*, 30, 1190 - 1206.

**TANAKA K. and BUSHUK W. 1973.**- Changes in flour proteins during dough mixing. I. Solubility results. *Cereal Chem.*, 50 (5), 590-596.

**TANAKA K. and BUSHUK W. 1973.**- Changes in flour proteins during dough mixing. II. Gel filtration and electrophoresis results. *Cereal Chem.*, 50 (5), 597-604.