

## **PRESERVING QUALITY OF FROZEN GREEN PEAS DURING LONG TIME STORAGE**

## **PRÉSERVER LA QUALITÉ DES PETITS POIS VERTS SURGELÉS PENDANT L'ENTREPOSAGE**

**Felicia Dima\*, Camelia Vizireanu, Daniela Istrati**

*“Dunărea de Jos” University of Galați, Food Science and  
Engineering Faculty, 47 Domnească st., 800008 Galați, Romania*

\*Corresponding author: [f\\_dima@yahoo.com](mailto:f_dima@yahoo.com)

Received: June, 16, 2011

Accepted: February, 16, 2012

**Abstract:** The purpose of this study was to analyze the degree which fresh green peas maintain their technological properties and nutritional components during long-term storage, for a period of 24 months, in a defined condition of the air, at maximum -18°C. Peas were blanched, at four different durations of this operation and the same temperature of the blanching water, 95°C. The peas were frozen after end stored.

In conditions of long-term storage of frozen peas, it has been found a considerable loss of the initial content of vitamin C and damage of chlorophyll (*total*, *a* and *b*), under the action of chlorophyllase, causing some gray compounds.

The conditions of the storage in frozen stage produced a distortion of color and sensorial qualities, higher as the storage temperature was higher than prescribed. It was found that the best results in preserving quality of peas during long-term storage (24 months) were obtained for the blanched samples at 4 minutes at 95°C. The reducing of the content of vitamin C, chlorophyll *a* and *b*, and sensorial qualities was the lowest, overall.

**Keywords:** *blanching, chlorophyll, color, peas, sensory evaluation, storage, temperature monitoring, vitamin C*

## INTRODUCTION

Les recherches ont visé l'analyse de l'activité de préparation et conservation de produit petits pois frais pendant tout le processus technologique, en vue de stockage dans un entrepôt frigorifique pour une période de maximum 24 mois.

L'équipe a eu comme but de trouver les plus convenables conditions de blanchiment, afin de diminuer les pertes de vitamine C et de chlorophylle pendant le stockage et de conserver les qualités sensorielles du produit fini.

Le contenu en vitamine C et la teneur en chlorophylle *totale*, *a* et *b* et les propriétés sensorielles des échantillons de contrôle, blanchis et conservés ont été analysés mensuellement.

Le blanchiment a été effectué en parallèle pour 2, 3, 4 et 5 minutes (régimes P1, P2, P3, P4), à une température de l'eau de 95°C. Ensuite, les petits pois ont été refroidis et congelés en lit fluidisé, emballés dans des sacs en plastique et dans des sacs en papier, stockés séparément dans l'entrepôt et périodiquement analysés.

La température de l'air de l'entrepôt et du produit stockés a été automatiquement contrôlée tout au long des expériences

## MATÉRIELS ET MÉTHODES

Chaque mois l'équipe a effectuées les suivants types d'analyses:

- **contrôle de l'inactivation de la peroxydase**, après le blanchiment par une réaction colorimétrique avec une solution alcoolique de gaïacol (1%) en présence de peroxyde d'hydrogène (0,5 M) ;
- **surveillance de la température de l'entrepôt** à l'aide d'un appareil d'enregistrement automatique Soft Scanlink 2.0 ;
- **surveillance de la température du produit congelé** avec un thermomètre-sonde électronique ;
- **surveillance de la température** de l'air et du produit congelé, stocké en vrac dans l'entrepôt ;
- **dosage de la vitamine C par iodométrie** : un échantillon de 5 g, finement broyé en acide chlorhydrique 2% (pour éviter l'oxydation), a été dilué avec de l'eau distillée jusqu'à un volume de 100 mL dans une éprouvette graduée pendant 10 minutes dans le but d'extraire la vitamine C ; la solution obtenue a été filtrée et un aliquote a été titré avec une solution d'iodate de potassium 0,004 N, en présence d'empois d'amidon et de la iodure de potassium 1%, jusqu'à une faible coloration bleue qui persiste au moins 30 secondes ; chaque essai a été réalisé en quadruplate et puis la moyenne a été calculée;
- **détermination de la chlorophylle a, b et totale** : un échantillon de 5 g, finement broyé, a été mis en présence de l'acétone et broyé jusqu'à ce que le tissu cellulaire soit complètement détruit, le mélange obtenu a été filtré sous vide et l'opération d'extraction a été répétée jusqu'à l'épuisement du matériel végétal ; 25 mL du filtrat transféré dans une ampoule à décanter ont été soumis à l'extraction avec 50 mL d'éther lavés à l'eau ; la solution étherée contenant le pigment a été récupérée, séchée à l'aide de Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> et décantée ; l'absorbance de l'extrait a été lue au spectrophotomètre (T 80+UV/VIS SPERCTROMETER PG

- Instruments LTD) à deux longueurs d'ondes différentes (660 et 642,5 nm), puis on a appliqué les formules pour déterminer la chlorophylle *totale*, *a* et *b* ;
- **analyse sensorielle** : la couleur, la texture, l'aspect, le goût et l'odeur ont été notés de 1 à 10 par un panel de 16 spécialistes.

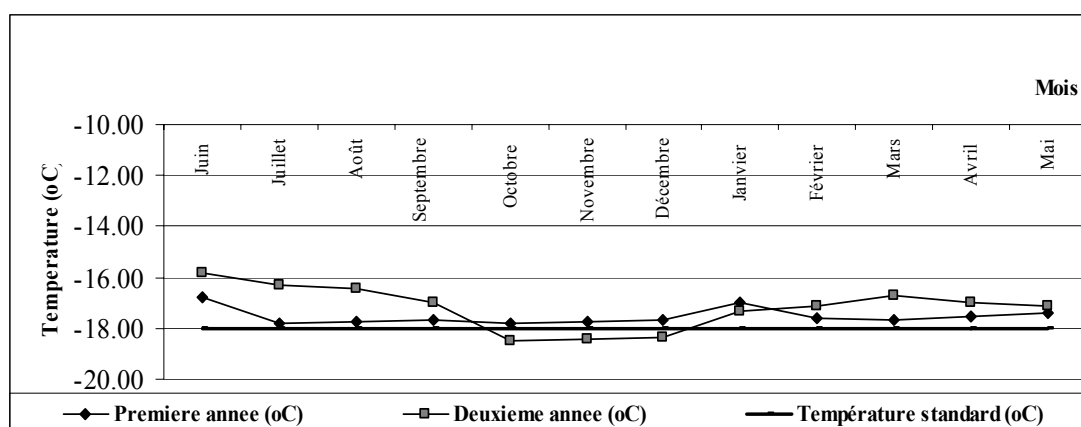
## RESULTATS ET DISCUSSIONS

L'équipe a fait des déterminations sur des échantillons de petits pois vert, variété Green Arrow. Les enzymes ont été inactivées par un traitement de blanchiment ce qui nous a permis un meilleur entretien de la couleur et une réduction de la charge microbienne à la surface des légumes. On est parti de cinq lots de petits pois frais : un contrôle et quatre échantillons obtenus par différents régimes de blanchiment ; le blanchiment a été réalisé en régime continu, à l'eau chaude (95°C). L'opération a été suivie d'un refroidissement immédiat par pulvérisation d'eau froide.

Le degré d'inactivation de la peroxydase [2, 4, 6] pour les quatre lots de petits pois blanchis a été vérifié par une réaction colorimétrique. Suite au résultat négatif obtenu nous avons pu procéder à la congélation de tous les échantillons par lit fluidisé à l'air à -32°C pour environ 3 – 5 minutes. La température du produit après congélation a été d'environ -18 °C.

### Surveillance des températures du stockage

La température de l'air de l'entrepôt a été surveillée et enregistrée à des intervalles de 4 heures chaque jour, pendant les deux années, en utilisant un équipement automatique. Nous avons constaté qu'il y a des périodes avec des variations importantes de température, (max. 2,8°C) par rapport à celle de l'entrepôt (-18°C) (Figure 1).



**Figure 1.** Variation des températures moyennes de l'air de l'entrepôt face au standard

Au cours de la première année il y a eu trois périodes avec des variations importantes de la température de l'entrepôt, avec des écarts de 1,5 à 2,3°C, donc une variation de 8,3 à 12,8%, mais la moyenne a été de max. 1,24°C, donc 6,8%.

Pour la deuxième année nous avons trouvé cinq périodes avec des différences significatives de température, supérieures à 10%, max. 2,8°C, mais le coefficient de variation a été de max. 7,63%.

Le Tableau 1 présente une analyse statistique des températures, conformément à laquelle le coefficient de variation pour les températures moyennes, en excluant le première et le dernier mois, est d'environ 1,55% pour la première année et autour de 2,00% pour la deuxième année.

**Tableau 1.** Analyse statistique des températures de l'air de l'entrepôt pendant les 24 mois

Mois	Températures - Première année				Températures - Deuxième année			
	Moyenne	L'écart type	Coeff. de variation	Température	Moyenne	L'écart type	Coeff. de variation	Température
	(°C)	(°C)	(%)	(°C)	(°C)	(°C)	(%)	(°C)
Juin	-16,76	2,00	11,93	-16,76±2.00	-15,85	1,21	7,63	-15,85±1.21
Juillet	-17,83	0,29	1,63	-17,83±0.29	-16,30	0,34	2,09	-16,30±0.34
Août	-17,76	0,26	1,46	-17,76±0.26	-16,44	0,37	2,25	-16,44±0.37
Septembre	-17,70	0,22	1,24	-17,7±0.22	-17,00	0,21	1,24	-17,00±0.21
Octobre	-17,78	0,27	1,52	-17,78±0.27	-18,49	0,25	1,35	-18,49±0.25
Novembre	-17,73	0,23	1,30	-17,73±0.23	-18,42	0,31	1,68	-18,42±0.31
Décembre	-17,66	0,24	1,36	-17,66±0.24	-18,36	0,16	0,87	-18,36±0.16
Janvier	-16,98	0,41	2,41	-16,98±0.41	-17,33	0,61	3,52	-17,33±0.61
Février	-17,60	0,27	1,53	-17,60±0.27	-17,12	0,42	2,45	-17,12±0.42
Mars	-17,67	0,20	1,13	-17,67±0.20	-16,71	0,33	1,97	-16,71±0.33
Avril	-17,56	0,34	1,94	-17,56±0.34	-17,00	0,45	2,65	-17,00±0.45
Mai	-17,43	1,45	8,32	-17,42±1.45	-17,12	1,62	9,46	-17,12±1.62

Les échantillons de petits pois ont été stockés séparément dans le dépôt et leur température a été contrôlée périodiquement. A cause des variations de la température de l'air dans l'entrepôt frigorifique nous avons détecté des changements non significatifs de température dans les sacs au cours du stockage.

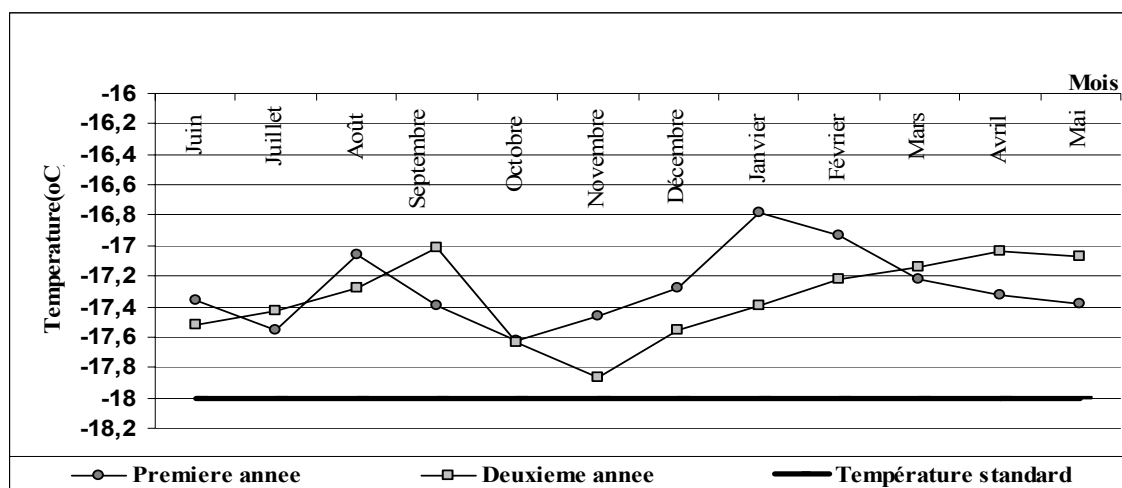
Les déterminations de la température du produit ont été effectuées chaque semaine, à l'intérieur du dépôt, pour des lots de cinq sacs, trois mesures étant réalisées chaque fois. Les moyennes des résultats sont présentées dans le Tableau 2.

**Tableau 2.** Analyse statistique des températures de produit pendant les 24 mois

Mois	Première année			Deuxième année		
	Moyenne	L'écart-type	Amplitude relative	Moyenne	L'écart-type	Amplitude relative
	(°C)	(°C)	(%)	(°C)	(°C)	(%)
Juin	-17,36	0,43	10,44	-17,52	0,37	8,13
Juillet	-17,56	0,17	1,92	-17,43	0,28	3,23
Août	-17,06	0,34	2,73	-17,28	0,32	3,12
Septembre	-17,39	0,18	1,73	-17,01	0,19	2,89
Octobre	-17,62	0,13	1,62	-17,64	0,14	1,91
Novembre	-17,46	0,26	1,38	-17,87	0,19	1,89
Décembre	-17,28	0,21	1,42	-17,55	0,11	1,62
Janvier	-16,78	0,41	2,53	-17,39	0,23	1,49
Février	-16,93	0,37	1,80	-17,22	0,25	1,55
Mars	-17,22	0,29	1,51	-16,95	0,33	2,13
Avril	-17,33	0,36	2,39	-16,82	0,38	2,86
Mai	-17,38	0,23	2,62	-16,53	0,40	3,15

L'analyse des résultats a montré des variations de la température du produit, avec un maximum en août de  $-16,52^{\circ}\text{C}$  et un minimum en juin, de  $-18,23^{\circ}\text{C}$ , pour la première année.

En ce qui concerne les variations détectées pour la deuxième année un maximum de  $-16,29^{\circ}\text{C}$  et un minimum de  $-18,85^{\circ}\text{C}$  ont été enregistrés.



**Figure 2.** Variation des températures moyennes du produit face au standard

Le maximum de l'amplitude relative a été enregistré en début de campagne et s'élève à 10,44% et 8,13%, pour les deux années. Des valeurs plus grandes ont été détectées pour les mois d'août et de juillet, due à des variations relativement importantes de la température dans l'entrepôt pendant les opérations de manipulations. L'écart-type n'a pas dépassé  $0,43^{\circ}\text{C}$  respectivement  $0,37^{\circ}\text{C}$ , donc un niveau acceptable.

On peut conclure que la température moyenne du produit n'avait pas atteint la valeur prescrite de  $-18^{\circ}\text{C}$  pendant le stockage et on estime que cela a conduit à des modifications de qualité pour le produit déposé [10, 11] pendant 24 mois.

### Détermination de la vitamine C

Pendant le processus technologique il y a des pertes importantes de la vitamine C [1, 2]. Chaque mois le contenu de la vitamine C a été analysé pour les quatre lots blanchis (P1, P2, P3, P4) et pour le contrôle.

La plupart des pertes a été enregistrée pendant l'étape de blanchiment, quand les pectines se sont solubilisées, en attirant des changements irréversibles de la structure cellulaire et des propriétés mécaniques, ce qui a augmenté la perméabilité membranaire. Des dénaturations des protéines, des pertes de substances solubles dans l'eau de blanchiment, des changements de couleur et la gélification de l'amidon ont été également constatés [3, 5].

Les déterminations ont montré que les produits frais possédaient une teneur moyenne en vitamine C de  $27,3 \text{ mg}/100 \text{ g}$ . Des différences entre les variations de la teneur en vitamine C des échantillons en fonction du temps de blanchiment ont été enregistrées. Des pertes importantes de vitamine C n'ont pas été détectées pendant la congélation (Tableau 3).

**Tableau 3.** Influence de l'étape de congélation sur le contenu en vitamine C des petits pois

Etat des petits pois	Contenu de vitamine C (mg/100 g)				
	Contrôle	P1	P2	P3	P4
Petits pois frais	27,30±0,02	27,30±0,10	27,30±0,08	27,30±0,02	27,30±0,06
Petits pois blanchis	27,30±0,02	19,69±0,06	19,06±0,01	18,31±0,06	17,84±0,05
Petits pois surgelés	26,82±0,01	19,66±0,03	18,57±0,05	17,82±0,11	17,36±0,01

On a constaté une diminution prononcée de la quantité de vitamine C après l'opération de blanchiment, le contenu enregistré étant entre 74,40% et 65,33% pour les échantillons P1 à P4 par rapport au contenu initial.

On peut noter qu'après la congélation, le contenu en vitamine C est significativement plus élevé dans les échantillons de contrôle (98,23%), par rapport aux échantillons blanchis (72,01% (P1) et 63,59% (P4)).

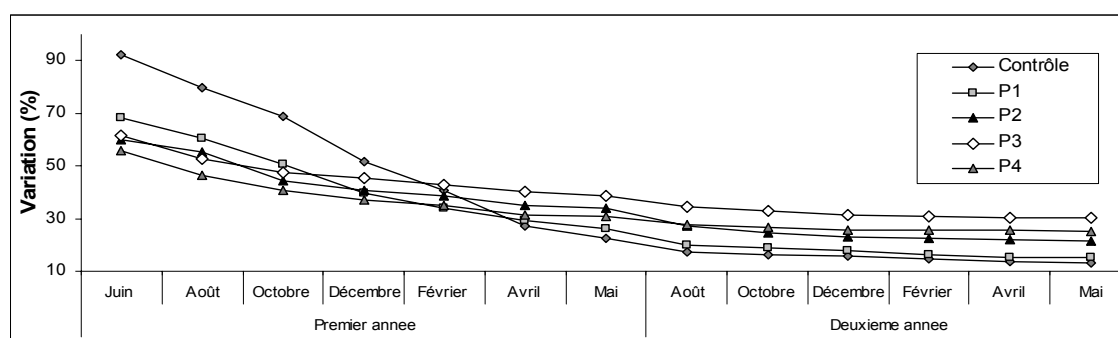
Le régime de blanchiment a influencé les pertes de vitamine C pendant les premiers 12 mois de stockage [8, 10]. Pour les petits pois non blanchi la variation du contenu en vitamine C a été plus prononcée (Tableau 4). L'échantillon P3 a présenté la plus haute quantité de vitamine C, suivie par P2.

**Tableau 4.** Variation du contenu en vitamine C pendant le stockage de petits pois surgelés – premiers 12 mois

Mois	Contenu de vitamine C (mg/100 g)				
	Contrôle	P1	P2	P3	P4
–Juin	25,13±0,12	18,61±0,14	16,38±0,09	16,81±0,05	15,29±0,00
–Juillet	23,72±0,08	17,56±0,08	15,89±0,00	15,12±0,07	13,81±0,13
–Août	21,79±0,42	16,50±0,25	15,12±0,34	14,36±0,51	12,72±0,29
–Septembre	20,61±0,01	14,93±0,02	13,60±0,04	13,10±0,02	11,68±0,04
–Octobre	18,76±0,05	13,81±0,04	12,09±0,06	12,91±0,16	11,14±0,08
–Novembre	17,36±0,00	12,09±0,03	11,47±0,09	12,61±0,04	10,37±0,13
–Décembre	14,11±0,05	10,84±0,05	11,14±0,14	12,39±0,06	10,16±0,01
–Janvier	12,66±0,31	9,96±0,28	11,06±0,29	11,74±0,25	9,61±0,41
–Février	11,14±0,06	9,20±0,02	10,51±0,07	11,63±0,00	9,61±0,06
–Mars	9,45±0,09	8,74±0,15	9,96±0,03	11,19±0,17	9,12±0,04
–Avril	7,43±0,23	7,92±0,41	9,56±0,26	11,00±0,32	8,57±0,29
–Mai	4,73±0,13	7,11±0,06	9,20±0,12	10,50±0,04	8,38±0,09

Au cours de la deuxième année, la teneur en vitamine C a continué de baisser mais les pertes ont été moins importantes. Après les 24 mois de stockage, par rapport au contenu initial en vitamine C, une concentration de 13,2% (échantillon contrôle) et de 30,5% (P3) ont été enregistrées, la moyenne étant de 23,2% (Figure 3).

Ces résultats démontrent que l'opération de blanchiment a été efficace et a permis la préservation du contenu en vitamine C [10].



**Figure 3.** Variation relative du contenu en vitamine C pendant le stockage de 24 mois

### Détermination de la chlorophylle

Pendant les procédures technologiques, la stabilité de la chlorophylle est négativement influencée par la durée du blanchiment. Après 4 minutes du traitement la destruction de la chlorophylle augmente, probablement à cause de l'oxydation. La température et la durée du blanchiment affectent aussi la dégradation pendant le stockage en état congelé [11, 12]. Les conditions de stockage à long terme de petits pois surgelés peuvent provoquer une perte considérable de la chlorophylle *a* et *b* sous l'action de la *chlorophyllase*, qui produit des composés gris (chlorophyllides) [7, 10].

Le contenu de chlorophylle a connue une diminution importante après le blanchiment : 10,15-11,99% pour la chlorophylle *a* et 10,90-12,08% pour la chlorophylle *b*. Lors de la congélation, les pertes de chlorophylle ont été plus réduites, en atteignant une valeur maximale de 6,20% pour chlorophylle *a* (P3) et de 4,61% pour chlorophylle *b* (P2). La détermination de la chlorophylle *totale* a indiqué une variation similaire (Tableau 5).

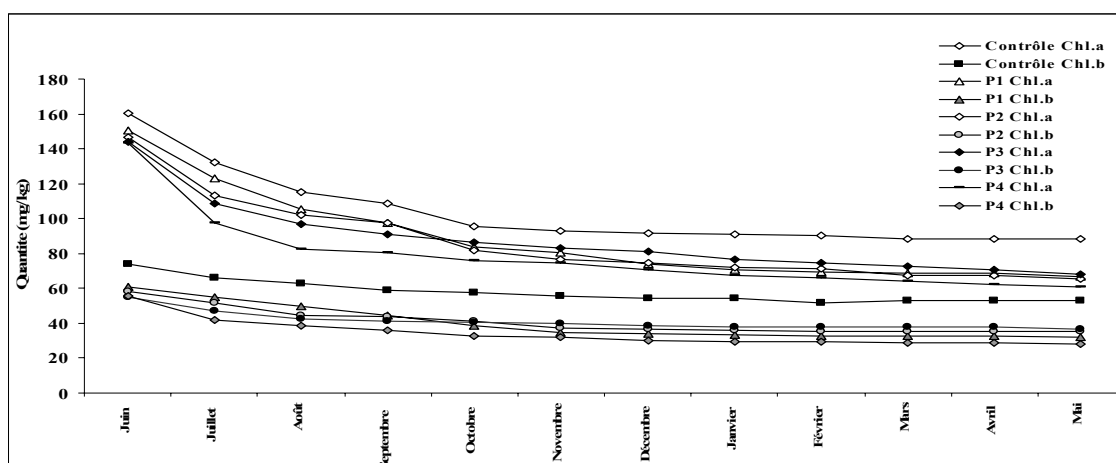
**Tableau 5.** Variation de la quantité de chlorophylle totale, *a* et *b* pendant le blanchiment et la congélation

Etat des petits pois	Contenu de chlorophylle a et b (mg/kg)									
	Contrôle		P1		P2		P3		P4	
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
Frais	167,21	74,12	166,54	73,86	167,08	74,23	166,73	73,9	166,82	74,33
Blanchis	-	-	149,63	65,81	148,52	66,15	146,84	65,75	146,82	65,35
Surgelés	160,07	69,94	142,22	62,95	140,35	63,1	138,12	62,82	137,72	62,43

Etat des petits pois	Contenu de chlorophylle totale (mg/kg)				
	Contrôle	P1	P2	P3	P4
Frais	240,70	239,81	240,74	240,03	240,60
Blanchis	-	214,93	214,12	212,07	211,66
Surgelés	229,48	204,72	202,89	200,45	199,70

Pendant les premiers cinq mois de stockage en état congelé, la quantité de chlorophylle *a* diminue, de 160,07 mg/kg à 95,60 mg/kg pour le contrôle et de 137,72 mg/kg à 76,00 mg/kg pour P4. Les valeurs de la chlorophylle *b* ont connues des variations similaires : de 69,94 mg/kg jusqu'à 57,60 mg/kg pour le contrôle et de 62,43 mg/kg jusqu'à 33,06 mg/kg pour P4 (Figure 4).

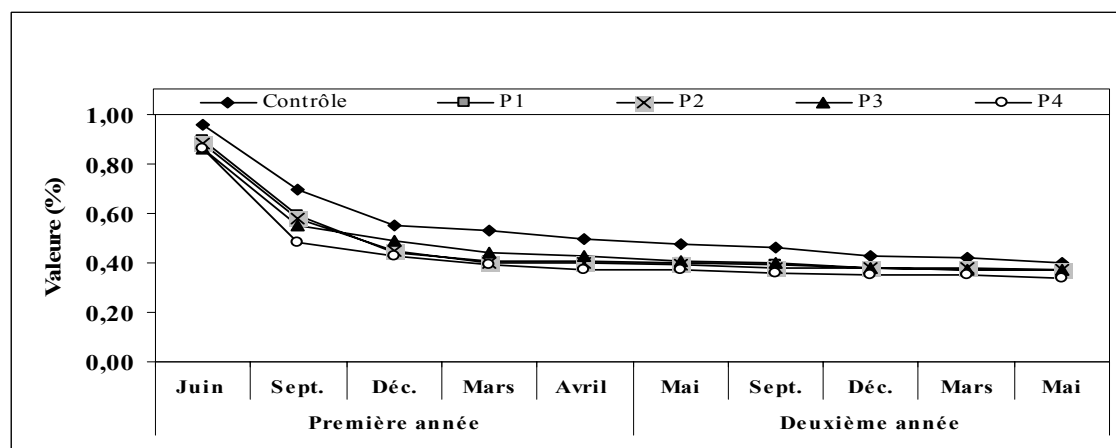


**Figure 4.** Variation de la quantité de chlorophylle a et b pendant le stockage (12 mois)

La dégradation de la chlorophylle diminue jusqu'à la fin de la première année de stockage, les concentrations résiduelles étant pour l'échantillon contrôle de 55,23% pour la chlorophylle *a* et de 57,62% pour la chlorophylle *b* et respectivement de 44,03 % (chlorophylle *a*) et de 45,64 % (chlorophylle *b*) pour P4.

Pendant les 12 mois suivants, les conditions de stockage (la température et la fluctuation de la température du dépôt) ont déterminé la dégradation continue de la chlorophylle.

À la fin de 24 mois de stockage à  $-18^{\circ}\text{C}$ , le contenu de chlorophylle *a* représentait 39,77% pour le contrôle et 37,01% pour P3 rapporté au contenu initial (Figure 5).

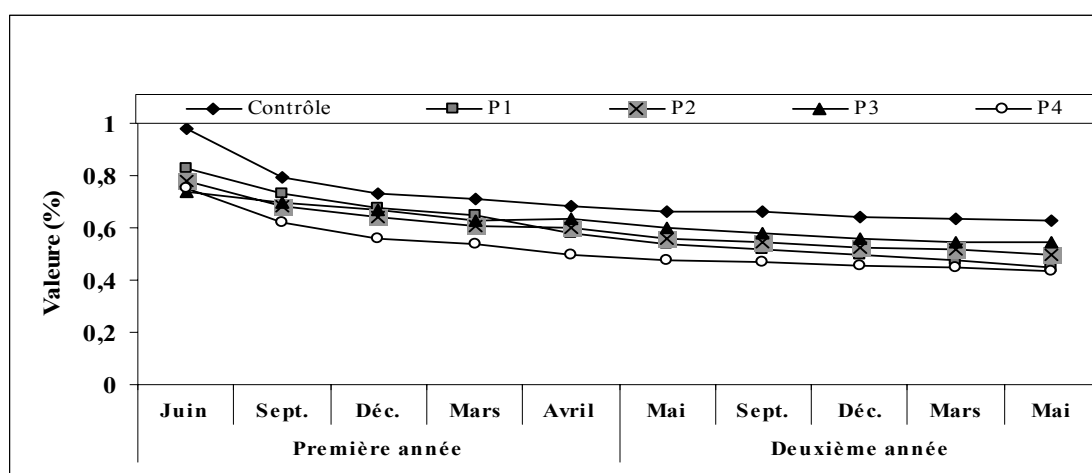


**Figure 5.** Variation relative de la quantité de chlorophylle *a* pendant le stockage de 24 mois

Le contenu de chlorophylle *b* a diminué au long des 24 mois, mais les quantités résiduelles à la fin de cette période représentait 62,81% pour le contrôle et 54,53% pour P3 rapporté au contenu initial (Figure 6).

En analysant les Figures 5 et 6, nous pouvons apprécier que la diminution de chlorophylle *b* ait été moins prononcée, le pourcentage résiduel étant approximativement double. Nous pouvons conclure que la chlorophylle *b* est plus résistante aux conditions de stockage en état congelé.





**Figure 6.** Variation relative de la quantité de chlorophylle *b* pendant le stockage 24 mois

### Analyse sensorielle

La couleur et l'intensité de la couleur influent l'acceptabilité du produit congelé. L'appréciation sensorielle des principaux caractéristiques (aspect, couleur, odorat, consistance et goût) [9-11] a été réalisée par une équipe formée de seize personnes, spécialistes dans les industries alimentaires chaque mois, tout au long des 24 mois de stockage.

Dans ce but, des échantillons d'un kg ont été prélevés, rapidement décongelés par exposition à température ambiante et divisés dans des fractions de 50 g. De plus, un test d'ébullition a été effectué après l'évaluation sensorielle.

L'évaluation de la qualité par l'analyse sensorielle a été réalisée en utilisant une échelle de 1 à 10 (10 = très bonne, 1 = impropre). Puis nous avons calculé un score moyen pour chaque évaluation, sur la base des scores donnés par les spécialistes.

Au cours des premiers six mois de stockage les petits pois congelés n'ont pas connu un changement notable des caractéristiques sensorielles, alors que pour la deuxième partie de l'année les appréciations ont indiqué que ces caractéristiques ont été influencées par les conditions de stockage.

Les petits pois blanchis présentent une surface lisse, de 7,5 à 9,3 mm en diamètre, une couleur vert d'intensité variable et se caractérisent par un goût et une odeur agréables après décongélation et par une consistance molle après cuisson.

Au début, l'aspect et la couleur de l'échantillon contrôle ont été mieux appréciés, mais après la deuxième partie de la première année les échantillons blanchis ont reçu des meilleures notes.

A la fin de la première année, l'aspect, la couleur, le goût, l'odeur et la consistance de l'échantillon P3 ont été cotées avec un maximum des points (Tableau 6).

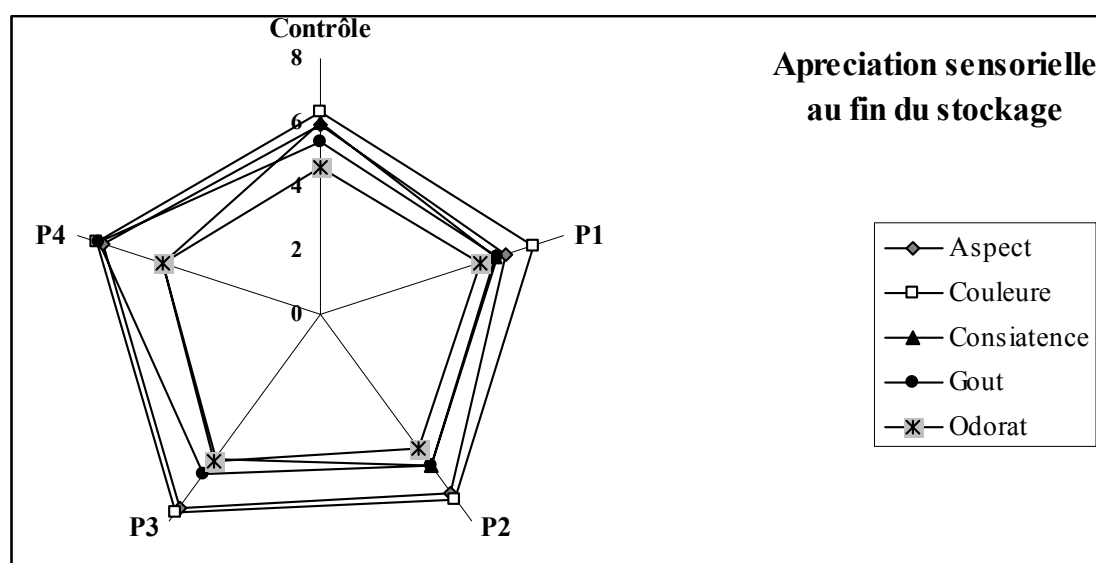
A la fin de la deuxième année une dépréciation considérable a été enregistrée pour tous les échantillons, les notes étant plus petites avec 15-25% par rapport aux celles de la première année. L'aspect, la couleur et l'odeur ont été appréciés avec un maximum de points pour l'échantillon P3. En échange, le contrôle a présenté une meilleure consistance, le goût pour P4 étant le mieux noté.

**Tableau 6.** *Appréciation sensorielle des échantillons de petits pois congelés (valeurs moyennes)*

Indicateur	Période	Contrôle	P1	P2	P3	P4
Aspect	Fin première année	7,40	7,32	7,60	8,84	7,80
	Fin deuxième année	5,07	6,16	6,92	7,47	7,12
Couleur	Fin première année	8,10	8,17	8,21	8,27	8,24
	Fin deuxième année	5,33	7,02	7,23	7,93	7,31
Consistance	Fin première année	7,20	6,54	6,40	6,42	6,26
	Fin deuxième année	6,00	5,74	5,86	5,58	5,17
Goût	Fin première année	8,21	7,85	7,96	8,01	8,05
	Fin deuxième année	5,20	5,80	6,35	6,90	7,24
Odeur	Fin première année	7,00	7,20	6,77	7,23	7,23
	Fin deuxième année	4,60	5,27	5,23	5,64	5,23

On a constaté que les échantillons blanchis ont reçu des notes supérieures aux celles de l'échantillon contrôle avec 16 à 23%.

L'analyse sensorielle a indiqué qu'après une période de 24 mois de stockage en état congelée, l'échantillon blanchi P3 a obtenu un indice global de 6,71 points et le qualificatif *satisfaisant* (Figure 7). Il a été suivi par l'échantillon P4 qui a obtenu un indice global de 6,41.



**Figure 7.** *Analyse sensorielle à la fin du stockage pendant 24 mois*

Les échantillons non blanchis, n'ont pas été bien appréciés après la deuxième année de stockage (des notes autour de 5, un indice global 5,24) et ont été considérées insatisfaisantes par les exigences de l'activité de stockage.

## CONCLUSIONS

Toutes les déterminations effectuées sur *petit pois* pendant 24 mois ont établi quelles sont les pertes de qualité enregistrée pendant le stockage en état congelée, à partir de produit frais.

Ainsi nous avons constaté que :

- des variations de la température dans le dépôt de max. 2,8°C par rapport à la température standard de -18°C ont déterminées des fluctuations de température dans le produit stocké en sacs de max. 1,8°C ;
- l'étape de blanchiment a induit des pertes de vitamine C de maximum 34,67% (P4) par rapport au contenu initial du produit frais ;
- après la congélation le niveau de vitamine C a été plus bas dans les échantillons blanchis par rapport au contrôle ;
- après 12 mois de stockage en état congelée, le niveau de la vitamine C a été de maximum 38,46% (P3) alors que la teneur en vitamine C du contrôle était de 22,6% ;
- après la période de 24 mois de stockage, la vitamine C dans les petits pois a été de 13,2% pour le contrôle, par rapport aux échantillons blanchis, qui ont révélé une teneur entre 15,3% (P1) et 30,5% (P3) ;
- l'analyse sensorielle a révélé, après les premières 12 mois de stockage, des pertes de goût de max. 21,5%(P1) et d'odeur de max. 32,8% (P2), des pertes de couleur de max. 19,0% (contrôle), des pertes d'aspect de max. 26% (contrôle) et de consistance de max. 37,4% (P4) ;
- après 24 mois de stockage, les pertes enregistrées pour le contrôle ont été les plus importantes (max. 49,3% pour aspect, max. 46,7% pour couleur, max. 48,0% pour goût et max. 54,0% pour odeur), donc le produit non blanchi n'était pas satisfaisant ; la consistance a enregistré un max. de 48,3% pour P4.

L'analyse des résultats nous a permis de conclure que les conditions de blanchiment et de stockage en état congelé présentent une influence importante sur le contenu de vitamine C et de chlorophylle, en affectant également les caractéristiques sensorielles des petits pois. De plus, il faut prendre en considération le fait que la température du produit n'a pas atteint la valeur standard de -18°C, ce qui pourrait justifier partiellement la dépréciation qualitative du produit.

Finalement, nous pouvons apprécier qu'après 12 mois de stockage en état congelé l'échantillon de petit pois blanchi pour une période de 4 minutes à une température de 95°C (P3), a présenté les meilleures caractéristiques, étant considéré comme satisfaisant. Par contre, après une prolongation de la période de stockage jusqu'à 24 mois, nous sommes arrivés à la conclusion que le produit ne peut plus être considéré comme acceptable

## REFERENCES

1. Ismail, A., Fun, C.S.: Determination of Vitamin C,  $\beta$ -carotene and Riboflavin Contents in Five Green Vegetables Organically and Conventionally Grown, *Malaysian Journal of Nutrition*, **2003**, 9 (1), 31-39;
2. Munyaka, A.W., Oey, I., Van Loey, A., Hendrickx, M.: Application of thermal inactivation of enzymes during vitamin C analysis to study the influence of acidification, crushing and blanching on vitamin C stability in Broccoli (*Brassica oleracea* L var. *italica*), *Food Chemistry*, **2010**, 120 (2), 591-598;
3. Favell, D.J.: A comparison of the vitamin C content of fresh and frozen vegetables, *Food Chemistry*, **1998**, 62 (1), 59-64;
4. Oboh, G.: Effect of blanching on the antioxidant properties of some tropical green leafy vegetables, *LWT - Food Science and Technology*, **2005**, 38 (5), 513-517;

5. Serpen, A., Gökmen, V., Bahçeci, K.S., Acar, J.: Reversible degradation kinetics of vitamin C in peas during frozen storage, *European Food Research and Technology*, **2007**, 224 (6), 749–753;
6. Viña, S.Z., Olivera, D.F., Marani, C.M., Ferreyra, R.M., Mugridge, A., Chaves, A.R., Mascheroni, R.H.: Quality of Brussels sprouts (*Brassica oleracea* L. *gemmifera* DC) as affected by blanching method, *Journal of Food Engineering*, **2007**, 80 (1), 218-225;
7. Zhang, D., Hamauzu, Y.: Phenolics, ascorbic acid, carotenoids and antioxidant activity of broccoli and their changes during conventional and microwave cooking, *Food Chemistry*, **2004**, 88 (4), 503-509;
8. Garrote, R.L., Silva, E.R., Bertone, R.A., Roa, R.D.: Changes of ascorbic acid and surface color of green peas sterilized in cans subjected to end-over-end agitation, *Journal of Food Engineering*, **2006**, 73 (1), 29–37;
9. Lin, S., Brewer, M.S.: Effects of blanching method on the quality characteristics of frozen peas, *Journal of Food Quality*, **2005**, 28 (4), 350–36 ;
10. Nursal Tosun, B., Yücecan, S.: Influence of Home Freezing and Storage on Vitamin C Contents of Some Vegetables, *Pakistan Journal of Nutrition*, **2007**, 6 (5), 472-477;
11. Gonçalves, E.M., Cruz, R.M.S., Abreu, M., Brandão, T.R.S., Silva, C.L.M.: Biochemical and colour changes of watercress (*Nasturtium officinale* R. Br.) during freezing and frozen storage, *Journal of Food Engineering*, **2009**, 93 (1), 32–39;
12. Gökmen, V., Bahçeci, K.S., Serpen, A., Acar, J.: Study of lipoxygenase and peroxidase as blanching indicator enzymes in peas: change of enzyme activity, ascorbic acid and chlorophylls during frozen storage, *LWT - Food Science and Technology*, **2005**, 38 (8), 903-908.