

Effet De La Technologie, Du Cultivar Et De La Durée De Conservation Sur La Stabilité Et La Qualité Du Lait De Soja (*Glycine maxima*)

Dr. Ir. Paul A. F. Houssou,

Programme Technologies Agricole et Alimentaire (PTAA) du Centre de
Recherches Agricoles d'Agonkanmey (CRA-A) de l'Institut National des
Recherches Agricoles du Bénin (INRAB), Porto-Novo, Bénin

Dr. Ir. Pélagie B. Agbobatinkpo,

Faculté des Sciences Agronomiques,
Université d'Abomey-Calavi (UAC), Abomey-Calavi,

Dr. Ir. Nestor R. Adjovi Ahoyo,

Dr. Ir. Patrice Y. Adegbola,

Bsc. Abel B. Hotegni,

Bsc. Clovis M. Todohoue,

Ir. Valère Dansou,

Dr. Ir. Rachidatou Sikirou,

Programme Technologies Agricole et Alimentaire (PTAA) du Centre de
Recherches Agricoles d'Agonkanmey (CRA-A) de l'Institut National des
Recherches Agricoles du Bénin (INRAB), Porto-Novo, Bénin

Msc. Adonai Gad da Matha Sant'anna,

Université Catholique de l'Afrique de l'Ouest (UCAO), Cotonou, Bénin

Msc. Patrice L. Sewade,

Organisation Non Gouvernementale Sojagnon (ONG-Sojagnon),
Abomey-Calavi, Bénin

Doi: 10.19044/esj.2018.v14n12p407 [URL:http://dx.doi.org/10.19044/esj.2018.v14n12p407](http://dx.doi.org/10.19044/esj.2018.v14n12p407)

Abstract

Three technologies named D (wet dehulled soybeans seeds), B (boiled soybean seeds before dehulling) and T (roasted soybean seeds before dehulling) for stabilized soymilk production were tested with TGX (large grain size) and Jupiter (small grain size) cultivars. Production yields, sensory, physicochemical and microbiological characteristics of produced milks were determined over a period of 3 months. . The bottled milk was sterilized at a temperature of 115°C under a pressure of 0.7 bar for one hour. The milks were stored at temperature storage place 27°C (for 3 months). The milk yield for

technology D is 90.87 % for the jupiter and 92.01 % for the TGX. These yields are higher than the other technologies. Whatever the technology, the TGX cultivar gives a better yield 92.01 %. Sensory analysis revealed that the milk produced with technology D and jupiter cultivar is more appreciated by the 77 % panelist. This milk has a pH of 7.14 at the day of production and decreases to 6.83 after 3 months of storage. Protein, fat and Dry Soluble Matter (DSM) content decreased after storage by 4.30 to 4.13 %, 1.7 to 1.2 % and from 11.68 to 10.28 °Brix respectively. The viscosity was 1.24 cp at the beginning and 1.38 cp after storage. After 3 months of storage, the milk is stable and its microbiological quality complies with accepted standards in relation to spores, coliforms, yeasts and molds.

Keywords: Soymilk, technology, cultivar, stability, yield.

Résumé

Trois technologies dénommées D (graines de soja dépelliculées par voie humide), B (graines de soja blanchies avant dépelliculage) et T (graines de soja torréfiées avant dépelliculage) de production de lait stabilisé de soja ont été testées avec 2 cultivars: TGX (gros grain) et jupiter (petit grain). Les rendements, les caractéristiques sensorielles physico-chimiques et microbiologiques des laits ont été déterminés sur trois mois. Les laits embouteillés ont été stérilisés à 115°C sous une pression de 0,7 bar pendant une heure. Les laits ont été stockés à la température moyenne du lieu de stockage égale à 27°C pendant 3 mois. Le rendement en lait pour la technologie D est 90,87% pour le jupiter et 92,01% pour le TGX. Ces rendements sont supérieurs à ceux des autres technologies. Quelque soit la technologie, le cultivar TGX donne le meilleur rendement (92,01%). L'analyse sensorielle a révélé que le lait de la technologie D et du cultivar jupiter est plus apprécié par le panel des dégustateurs (77%). Ce lait a un pH=7,14 le jour de la production et décroît jusqu'à 6,83 après 3 mois de conservation. Les teneurs en protéines, en lipides et en matière sèche soluble ont diminué après la conservation respectivement de 4,30 à 4,13%, 1,7 à 1,2% et de 11,68 à 10,28°Brix. La viscosité était 1,24 cp au début et 1,38cp après la conservation. Après 3 mois de conservation, le lait est stable et sa qualité microbiologique est conforme aux normes admises par rapport aux spores, coliformes, levures et moisissures.

Mots clés : Lait de soja ; technologie ; cultivar ; stabilité ; rendement.

Introduction

Le soja, *Glycine maxima*, est originaire de la Chine septentrionale (Ramarson, 2002). C'est la légumineuse la plus riche en protéines avec une

teneur variant de 30 à 50 % suivant les variétés (Nyabyenda, 2005). Au Bénin, la culture du soja a été introduite vers les années 1945 et depuis, sa production n'a cessé de croître (Sèwadé, 2012). Plusieurs produits tels que la farine, le fromage, le lait, etc., sont issus de la transformation de soja, (Michaud et Vodouhè, 2012). En effet, le lait de soja est un extrait aqueux des substances protéinique, glucidique et lipidique présentes dans les graines de soja (Berk, 1993). Son aspect et sa composition sont presque similaires au lait de vache. Le lait de soja est souvent utilisé, dans les pays occidentaux comme substitut du lait de vache dans l'alimentation et constitue aussi une alternative au lait de vache pour ceux ne tolérant pas le lactose (Vololoniaina, 2005). La transformation du soja se fait de façon artisanale par les femmes qui en font une activité génératrice de revenu. Elles utilisent sans distinction deux types de cultivars de soja pour la production du lait de soja. Il s'agit des cultivars jupiter (petit grain) et TGX (gros grain). Mais la plus grande contrainte à laquelle est confrontée ces femmes est la difficulté de conserver ce lait de soja dans le temps (Odu *et al.*, 2012 ; Houssou *et al.*, 2015a). Le lait de soja a une durée de conservation généralement courte, c'est donc un produit très périssable (Khoke et Yenge, 2015). D'après les transformatrices de soja, le lait de soja ne se conserve que pendant 8 heures à température ambiante, ce qui laisse entrevoir une pasteurisation insuffisante ne permettant pas une conservation du lait de soja (Houssou *et al.*, 2015a). La conservation à long terme du lait de soja demeure alors une préoccupation principale surtout dans les milieux ruraux où les populations ne disposent pas des facilités de stockage. Le "Programme Technologies Agricole et Alimentaire (PTAA)" du Centre de Recherches Agricoles d'Agonkanmey (CRA-Agonkanmey) de l'Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB) a identifié et amélioré quelques technologies traditionnelles utilisées en milieu rural par les femmes transformatrices. La présente étude vise alors à stabiliser le lait de soja produit localement et à évaluer l'influence et l'effet de la technologie, du cultivar et de la durée de conservation sur la qualité des laits stabilisés.

Matériel et méthodes

Matériel végétal

Les échantillons de lait ont été produits en utilisant deux cultivars de soja jupiter (petit grain) et TGX (gros grain) en usage au Bénin (ProAgri, 2013) pour les tests comparatifs.

Equipements utilisés

Les principaux équipements utilisés sont un moulin à meules (Figure 1) pour la mouture des graines de soja trempées, une toile de mousseline pour la filtration du moût, un récipient en inox pour la cuisson du lait et une cocotte-minute pour stabiliser le lait embouteillé.



Figure 1 : Moulin à meules

Méthodes

Méthode de production de lait de soja

Trois variantes de la technologie de production de lait de soja dénommées B, D et T ont été utilisées dans le cas de la présente étude. Les diagrammes technologiques de chacune de ces trois variantes se présentent sur la figure 2. Il s’agit de la technologie avec décorticage par voie humide des graines de soja (D), la technologie avec blanchiment des graines de soja (B) et la technologie avec torréfaction des graines de soja (T). Pour chaque technologie, 12 litres d’eau ont été ajoutées lors de la production de lait, soit 4 litres à la pâte de soja et 8 litres au filtrage. Les échantillons de lait de soja obtenus ont été conditionnés dans des bouteilles en verre transparentes de 33 cl puis capsulées. Ensuite ces bouteilles conditionnées de lait ont été stabilisées à 115°C sous une pression de 0,7 bar pendant 1 heure ; puis conservées à température ambiante moyenne de 27°C sur une période de 3 mois.

Détermination des paramètres technologiques de production du lait stabilisé de soja

Le bilan de matière a été réalisé sur les échantillons de lait issus des trois technologies en fonction des deux cultivars. Il s’agit du poids du lait cru après dilution et pressage (kg), du poids du lait stabilisé de soja (kg), du rendement de production (%) et de la quantité de lait stabilisé (l). Par rapport au rendement du lait stabilisé, il a été évalué suivant la méthode décrite par Aworh *et al.*, (1987) selon la formule ci-après :

$$\text{Rendement (\%)} = \frac{\text{Poids de lait de soja stabilisé (kg)}}{\text{Poids du lait cru (kg)}} \times 100$$

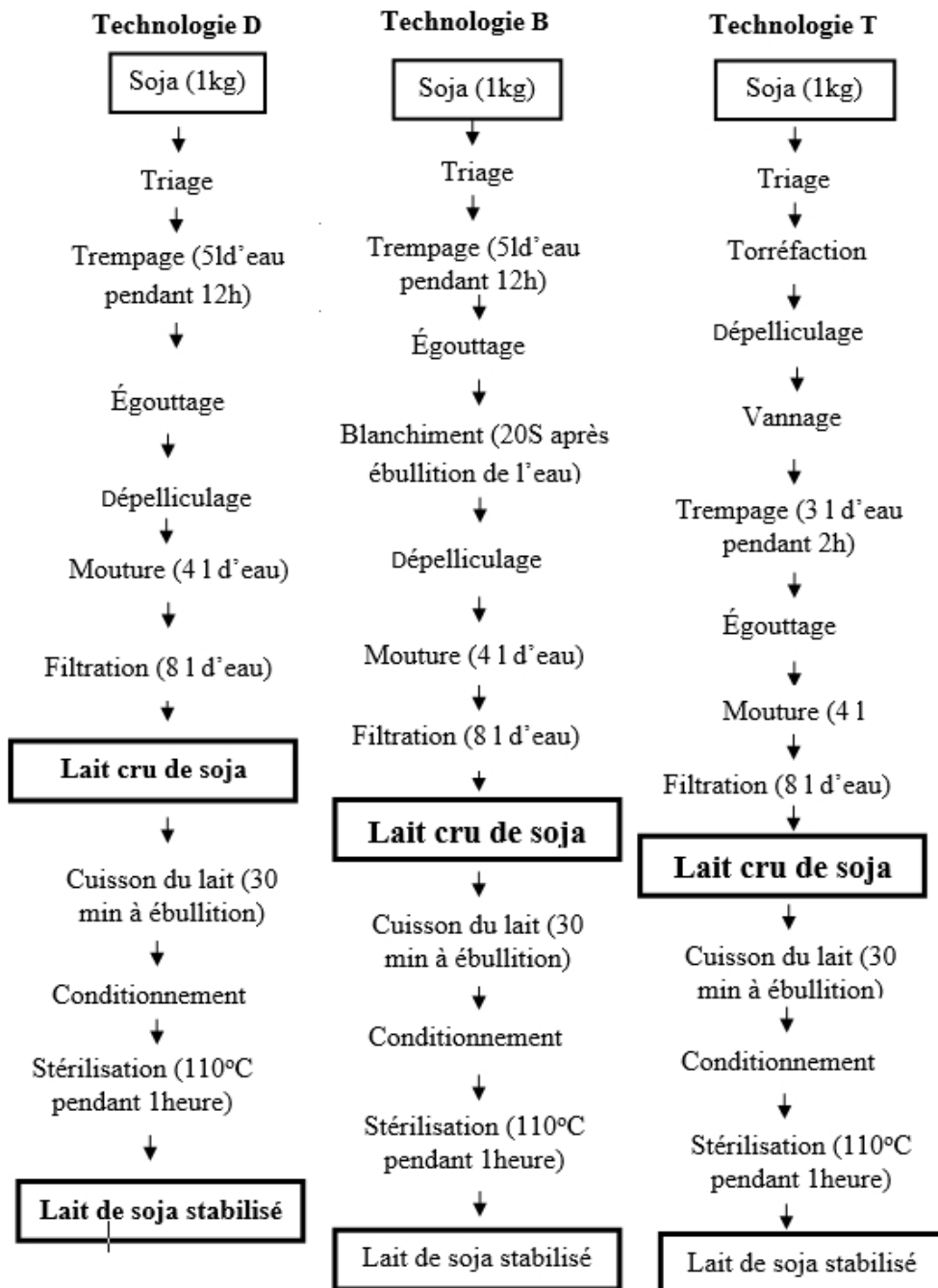


Figure 2 : Diagramme technologique de production du lait stabilisé de soja

Evaluation sensorielle de lait de soja

Un test de préférence a été réalisé afin de déterminer le cultivar et la technologie dont le lait est le plus apprécié. L'évaluation a consisté à comparer

d'une part, les échantillons de laits issus des trois technologies et d'autre part, à comparer les laits issus de deux cultivars de soja à différentes périodes : T0 (jour de production), T1 (1 mois), T2 (2 mois), T3 (3 mois). Les comparaisons ont été faites en considérant les critères suivants : la couleur (blanc), le goût (acide), la fluidité (liquide), l'homogénéité (absence de grumeaux) et l'arôme (odeur). La préférence des laits par rapport à ces critères a été faite par "oui" ou "non". Au cours des séances de dégustations, chaque dégustateur a reçu environ 10 ml de chaque échantillon de lait dans un verre jetable transparent préalablement codé. Les échantillons ont été présentés simultanément aux dégustateurs avec des fiches d'évaluation sensorielle conçues pour permettre à chaque dégustateur de donner une appréciation pour chaque paramètre évalué. Le panel était constitué de 15 dégustateurs entraînés à l'analyse sensorielle. Le même panel a été maintenu pour les séances de dégustations sur toute la période de trois mois.

Evaluation des paramètres physico-chimiques et microbiologiques

Les analyses physico-chimiques et microbiologiques ont été effectuées sur les échantillons de lait les plus appréciés des dégustateurs au cours des évaluations sensorielles.

Détermination des paramètres physico-chimiques

La teneur en matière sèche soluble a été déterminée suivant la méthode décrite par Houssou et al. (2015b). La mesure du pH a été faite à l'aide du pH-mètre (HM digital pH-200). La teneur en protéines totales a été déterminée par la méthode de Kjeldahl A. O. A. C : 991. 20 (A.O.A.C., 1995) et en utilisant le facteur de conversion 6,25. Enfin, la teneur en lipides a été déterminée par la méthode A. O. A. C. : 27.006 (A. O. A. C, 2000).

Détermination des paramètres microbiologiques

Les méthodes classiques de dilution et de dénombrement des germes décrites par Hounhouigan (1994) ont été utilisées pour la détermination de la flore totale, les levures et moisissures, les spores et les coliformes totaux de chacun des échantillons de lait stabilisé de soja.

Analyses statistiques

Les données collectées ont été analysées à l'aide d'un tableur Microsoft Excel 2010 pour le calcul des moyennes et des Ecart-types. Le test de Friedman a été réalisé en utilisant le logiciel SPSS version 16 pour juger du niveau de significativité à une probabilité de 5% des moyennes entre les différents paramètres de l'analyse sensorielle. Le test T de Student a été utilisé pour comparer les différentes moyennes obtenues au niveau des paramètres physico-chimiques et microbiologiques avec le logiciel SPSS 16.

Résultats

Effet de la méthode de production et le type de cultivar de soja utilisés sur les performances technologiques de production de lait de soja

Les rendements en lait obtenus (Tableau 1) pour les trois technologies testées ont varié de 88,21 % à 90,87 % pour le cultivar jupiter et de 89,97 % à 92,01 % pour le cultivar TGX. Quelle que soit la technologie testée, le cultivar TGX avait donné un rendement plus élevé que le cultivar jupiter mais cette différence n'est pas significative ($p > 0,05$). Ensuite, concernant la teneur en matière sèche soluble, les valeurs obtenues ont varié de 11,68 à 8,14 °Brix et de 13,88 à 9,71 °Brix, respectivement pour le cultivar jupiter et le cultivar TGX pour les trois technologies testées. L'analyse de la variance révèle une différence significative ($p < 0,05$) entre la technologie (T) et les technologies D et B au niveau de chaque cultivar. Les faibles valeurs de la teneur en matière sèche soluble ont été observées au niveau des échantillons de lait issus de la technologie (T).

Tableau 1 : Comparaison des trois technologies de production de lait stabilisé de soja en utilisant le cultivar jupiter et TGX

Paramètres	Cultivar jupiter			Cultivar TGX		
	D ¹	B ²	T ³	D ¹	B ²	T ³
Poids de soja au départ (kg)	1	1	1	1	1	1
Poids du lait cru après dilution et pressage (kg)	12,05	11,95	11,46	12,39	12,67	11,70
Poids du lait stabilisé de soja (kg)	10,95	10,60	10,11	11,40	11,40	10,75
Rendement (%)	90,87	88,70	88,21	92,01	89,97	90,63
Quantité de lait stabilisé (l)	9,8	9,6	10,02	10,10	9,25	10,5
Matière sèche soluble du lait stabilisé	11,68	11,55	8,14	13,88	13,43	9,71

¹D: Technologie avec décorticage par voie humide des graines de soja ;

²B: Technologie avec blanchiment des graines de soja;

³T: Technologie avec torréfaction des graines de soja.

Effet du cultivar sur les attributs de qualité

L'évaluation sensorielle a été conduite en utilisant la technologie (D) afin d'apprécier l'effet des deux cultivars sur la qualité organoleptique des laits. Les résultats obtenus ont montré qu'aucune différence significative n'a été observée entre les cultivars ($P > 0,05$) pour les attributs de qualité tels que la couleur, le goût, la fluidité et l'arôme. Par contre, après un mois, une différence a été observée au niveau de l'homogénéité. En effet, le lait du cultivar jupiter était plus homogène que le lait du cultivar TGX qui avait présenté un dépôt et une crème surnageant qui s'accroît avec la durée de conservation. Le lait du cultivar TGX a un goût plus acide que le lait du cultivar jupiter. Ces deux paramètres (homogénéité et goût) ont rendu le lait du cultivar jupiter plus apprécié des dégustateurs.

Qualité sensorielle du lait lors de la conservation

En utilisant le cultivar jupiter, les laits produits suivant les 3 technologies puis évalués par un test de préférence sur une période de 3 mois ont donné les résultats représentés sur la figure 3.

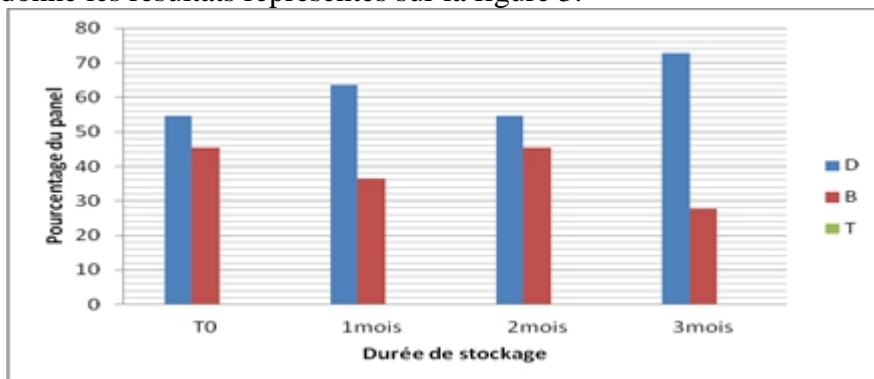


Figure 3: Acceptabilité globale des laits de soja issus des trois technologies.

Au temps T₀, T₁, T₂ et T₃, le lait issu de la technologie (D) est le plus apprécié avec respectivement les scores 54,54 %, 63,63 %, 54,54 % et 72,72 %. Il est suivi du lait B avec les scores 45,45 %, 36,36 %, 45,45 % et 27,72 % respectivement à T₀, T₁, T₂ et T₃. Quant au lait issu de la technologie (T), il a été rejeté à l'unanimité (100 % des dégustateurs) par les membres du panel déjà à T₀ (jour de la production). En effet, le lait issu de la technologie T est de couleur brune claire reconnu par 100 % des dégustateurs contrairement aux laits issus de la technologie D et B qui sont de couleur blanche. Par rapport à la fluidité, il n'y a pas de différence significative entre le lait de la technologie (D) et le lait de la technologie (B) au début du stockage, toutefois, 77,7 % des membres trouvent le lait de la technologie (B) moins fluide que le lait de la technologie (D) à la fin du stockage.

Qualités physico-chimiques et microbiologiques du lait de soja sur trois mois de conservation

Paramètres physico-chimiques du lait de soja

Le lait issu du cultivar jupiter produit avec la technologie D étant le plus apprécié, ses paramètres physico-chimiques ont été déterminés. Le tableau 2 indique sur une durée de 3 mois, l'évolution de la MSS, du pH, de la viscosité, de la teneur en protéines totales et de la teneur en lipides de ce lait. Les résultats obtenus ont montré que les valeurs des paramètres tels que le pH (6,83), la matière sèche soluble (MSS) (11,28 °Brix), la teneur en lipides (1,2 %) et en protéines totales (4,13 %) ont diminué progressivement au cours des 3 mois par rapport à leurs valeurs initiales qui étaient respectivement de 7,14, 11,68 °Brix, 1,7 % et 4,30 %. Quant à la viscosité, elle a augmenté de

1,24 cp à 1,38 cp au cours de la conservation (Tableau 2). La variation de ces différents paramètres au cours du stockage n'était pas significative ($p > 0,05$).

Tableau 2 : Paramètres physico-chimiques du lait de soja

Durée de stockage	MSS	pH	viscosité	Teneur en lipides	Teneur en protéines totales
T ₀	11,68±0,4	7,14±0,2	1,24±0,4	1,7±0,4	4,30±0,6
1mois	11,59±0,2	6,88±0,3	1,28±0,2	1,4±0,5	4,21±0,4
2mois	11,46±0,6	6,92±0,6	1,26±0,4	1,2±0,8	4,16±0,4
3mois	11,28±0,4	6,83±0,4	1,38±0,5	1,2±0,5	4,13±0,7

Qualité microbiologique du lait de soja stabilisé

Le tableau 3 présente les résultats des analyses microbiologiques de 0 jour à 92 jours de conservation. Il ressort de cette analyse qu'aucun germe n'a été dénombré dans le lait le jour de la production jusqu'au 21^{ème} jour. Au 28^{ème} jour, à part les levures et moisissures qui présentent une charge de $1,2.10^1$ UFC/ml, on note une absence des autres germes. Après 2 et 3 mois de conservation, le lait demeure consommable avec une absence de spores, coliformes, levures et moisissures. Cependant, on note une présence de $1,2.10^2$ UFC/ml et $1,5.10^2$ UFC/ml de flore totale dans le lait respectivement à 2 et 3 mois de conservation.

Tableau 3 : Paramètres microbiologiques du lait de soja en fonction de la durée de conservation

Durée de stockage (Jours)	Flore totale (UFC/ml)	Levures et moisissures(UFC/ml)	Spores (UFC/ml)	Coliformes totaux (UFC/ml)
0	-	-	-	-
7	-	-	-	-
14	-	-	-	-
21	-	-	-	-
28	-	$1,2.10^1$	-	-
56	$1,2.10^2$	-	-	-
92	$1,5.10^2$	-	-	-

Discussion

L'étude montre que quelque soit le cultivar utilisé, le lait de soja produit avec les trois technologies testées est consommable et conservable à la température ambiante pendant une période d'au moins 3 mois. Cependant, en considérant la perception des consommateurs ayant participé aux tests de dégustation, l'utilisation du cultivar jupiter combinée avec la technologie de dépelliculage (D) apparaît comme la meilleure formule de production du lait de soja stable et propre à la consommation. Bien que le cultivar TGX permette d'obtenir un bon rendement par rapport à l'utilisation du cultivar jupiter avec n'importe quelle technologie, le lait issu du cultivar TGX est légèrement acide et moins homogène (presence de quelques particules très fines). Ces résultats

sont conformes à ceux rapportés par Berk (1993) qui stipulent que les variétés de soja à graines de grandes tailles sont celles qui donnent un meilleur rendement en lait.

Considérant les 3 technologies testées dans cette étude, le lait issu de la technologie (T) présente quatre facteurs discriminants de sa qualité par rapport aux deux autres technologies (B et D) : (i) présence d'un petit dépôt et d'une fine couche de crème surnageant ; (ii) non homogénéité du lait après un mois de stockage; (iii) couleur brune claire du lait qui ressemble à une solution de café au lait ; (iv) arôme et arrière-goût désagréable après trois (3) mois de stockage et de conservation selon les panelistes. En effet d'après les panelistes qui ont rejeté le lait issu de la technologie T, l'arôme de citronnelle qui était perçue initialement dans le lait de soja a laissé place à une odeur de soja grillé ce qui rend moins apprécié ce lait de soja. Ces résultats rejoignent ceux de Poysa et Wodrow (2002) ; Min *et al.*, (2005) qui ont trouvé que les caractéristiques sensorielles du lait de soja varient en fonction du cultivar et de la méthode de production du lait utilisée. Les mêmes observations ont été faites par Tripathi *et al.*, (2015), dont les travaux ont montré que les caractéristiques sensorielles telles que le goût, la couleur, l'homogénéité, la fluidité et l'arôme du lait de soja peuvent varier en fonction de la technologie de production du lait. De plus, en comparant les technologies D et B, il apparaît que les paramètres tels que la couleur, l'homogénéité et l'arôme, ne montrent pas une différence significative ($P > 5 \%$) entre les laits issus de ces deux technologies au début et à la fin du stockage. L'opération de trempage des grains dans l'eau pendant 12h de temps commune à ces deux méthodes, a contribué au ramollissement des grains et par la suite à permis une mouture très fine, expliquerait la qualité de ces attributs de qualité obtenue. Toutefois tous les panelistes trouvent le lait de la technologie D moins acidulé que celui de la technologie B après 3 mois de conservation. Ce constat serait dû à l'opération de dépulliculage des graines de soja dans la méthode D qui entraîne l'enlèvement des enveloppes et germes des graines. Ces parties des graines enlevées étant plus riches en lipides pourraient contribuer à l'acidification de lait. Ainsi le lait issu des grains décortiqués sera moins acidulé que celui issu des graines non décortiquées. Ceci est confirmé plus tard par la faible variation du pH (7,14 à 6,83) pendant les 3 mois de stockage du lait de soja issu de la technologie de décorticage avec le cultivar jupiter (lait le plus apprécié par les panelistes). Cette valeur du pH est comprise dans l'intervalle rapportée par Iwuoha et Umunnakwe (1997) ; Cruz *et al.*, (2007); Guerrero-Beltran *et al.*, (2009) ; Sharma *et al.*, (2009) ; Smith *et al.*, (2009) et Tripathi *et al.*, (2015) qui stipulent que le pH du lait de soja fraîchement préparé est compris entre 6,5 et 7,71. Au cours du stockage, le pH diminue légèrement et atteint 6,83. Ces résultats rejoignent ceux de Khodke *et al.* (2015) qui ont rapporté que le pH du lait de soja stabilisé diminue lorsque la durée de stockage augmente. En

ce qui concerne la viscosité de ce lait issu de la technologie de décorticage avec le cultivar jupiter, cette étude montre qu'elle a augmenté de manière non significative pendant les 3 mois de stockage. Cette augmentation de la viscosité ou la diminution de la fluidité du lait de soja a été déjà révélée par les travaux antérieurs de Khodke et Yenge (2015) qui ont montré que la viscosité du lait de soja augmente avec le temps de conservation. Dans le cas de cette étude, la viscosité du lait de soja au début de la période de stockage (1,24 cp) est inférieure à celle (4,21 cp) rapportée par Jiang *et al.* (2013) et Khodke *et al.* (2014). Ces résultats sont en accord avec le barème de stabilisation du lait appliqué qui est de 0,7 bar à 115 °C dans cette étude qui est différent de 1 bar à 121 °C rapporté par Khodke *et al.*, (2015). Ce barème de pression et de température appliqué dans cette étude a certainement baissé la viscosité du lait. A la fin des 3 mois de stockage, cette valeur de viscosité (1,38 cp) n'a pas significativement augmenté alors que la viscosité du lait stabilisée dans le cas de l'étude conduite par Khodke *et al.*, (2014) a significativement varié pour atteindre 8,86 cp au bout de 20 jours de stockage. D'autres auteurs pensent que le pH, la MSS, la durée de stockage et la teneur en lipides sont autant de facteurs qui affectent la viscosité du lait de soja (Torrezan *et al.*, 2007 et Khodke *et al.*, 2015). Une variation significative de ces paramètres induit une variation de la viscosité. Par rapport à la MSS, la valeur initiale (11,68 °Brix) est supérieure aux valeurs observées (9,8 et 8 °Brix) par Deshpande *et al.* (2008) et Tripathi *et al.* (2015) respectivement. Mais après 3 mois de stockage, la valeur obtenue (11, 28°Brix) respecte la norme de l'Association des Produits du soja d'Amérique (SAA, 1996) qui stipule que la teneur en matière sèche soluble du lait de soja doit être supérieure à 7 %. Il y en ait de même pour la valeur de la teneur faible en lipides du lait due à l'effet de décorticage-dégermage des graines de soja; valeur qui est conforme à la norme pour la composition et l'étiquetage du lait de soja accepté par l'Association des Produits du soja d'Amérique (SAA). Cette norme indique que la teneur en lipides dans le lait de soja ne doit pas être moins de 1 %. Enfin, tout comme ces deux derniers paramètres, la valeur de protéines totales de lait est conforme à la norme SAA (1996) qui stipule que la teneur en protéines totales dans le lait de soja doit être supérieure ou égale à 3 %. Toutefois, cette teneur varie en fonction de la concentration (Ration eau/soja) du lait de soja (Jiang *et al.*, 2013). Aux regards des paramètres physico-chimiques mesurés, le lait de soja produit et stocké pendant 3 mois, est resté stable.. Cette stabilité est confirmé par les résultats des analyses microbiologiques. En effet, la quantité de levures et moisissures dénombrée dans le lait de soja au début du stockage est inférieure à celle retenue par Gandhi (2009) qui était de 10² UFC/ml. Ceci témoigne d'un bon niveau d'hygiène pour la production du lait de soja et de l'efficacité de la stérilisation lors de la production de lait de soja. En général, la stérilisation des

laits végétaux détruit au maximum les microorganismes responsables de leur altération (Onweluzo et Nwakalor, 2009 ; Stanley *et al.*, 2014). Ces valeurs observées sont conformes à la norme SAA qui exige moins de 2.10^4 UFC de flore totale par millilitre de lait de soja. En somme, les résultats des analyses microbiologiques montrent que le lait de soja stabilisé et stocké pendant 3 mois à température ambiante est de qualité satisfaisante par rapport aux germes étudiés.

Conclusion

L'évaluation de la qualité du lait de soja en utilisant trois technologies de production différentes combinées avec deux cultivars de soja, montre que la technologie de dépelliculage des graines est celle qui donne un meilleur rendement en lait par rapport aux autres technologies de blanchiment et de torréfaction des graines de soja. Le lait issu de latechnologie de dépelliculage des graines est encore mieux apprécié par les dégustateurs lorsque le cultivar jupiter est utilisé pour sa production. Enfin le lait produit en utilisant la technologie de dépelliculage des graines de soja avec cultivar jupiter est stable après 3 mois de conservation et présente des qualités microbiologiques acceptables par rapport aux germes étudiés (spores, coliformes, flore totale, levures et moisissures)

References:

1. A. O. A. C. (2000). Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, D.C., U.S.A.
2. A. O. A. C. (1995). Official Methods of Analysis. 16th Ed., AOAC INTERNATIONAL, Gaithersburg, MD, sec. 33.2.11, Method 991.20
3. Aworh, O. C., B.A. Adedeji, E.C. Nwanekezi. (1987). Effect of partial substitution of cow's milk with soymilk on yield and quality attributes of West African soft cheese. *International Journal of Food Science Technol*, 22, pp. 135-138.
4. Berk, Z. (1993). Technologie de production de farine alimentaire et de protéique issus du Soja. *Bulletin des services agricoles de la FAO*, Rome/Italie, 133p.
5. Cruz, N., Capellas, M., Hernandez, M., Trujillo, A.J., Guamis, B., Ferragut, V. (2007). Ultra high pressure homogenization of soymilk: microbiological, physicochemical & microstructural characteristics. *Food Research International*, 40(6), 725-732.
6. Deshpande, S., Bargale, P., Jha, K. (2008). Suitability of soymilk for development of shrikhand. *Journal of food science technologie*, 45, pp. 284-286.
7. Gandhi, A. (2009). Review article on quality of soybean and its food products. *International Food Research Journal*, 16, pp. 11- 19.

8. Guerrero-Beltran, J.A., Estrada-Giron, Y., Swanson B.G., Barbosa-Canovas, G.V. (2009). Inactivation kinetics of lipoxygenase in pressurized raw soymilk and soymilk from high-pressure treated soybeans. *Journal of Food Processing and Preservation*, 33(2), pp.143-158.
9. Houssou, P.A.F., Dansou, V., Ayi-Fanou, L., Abdelkerim, A.D., Mensah, G.A. (2015b). Technologie de production simultanée de purée et du jus de tomate. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*. 9(5): 2468-2476.
10. Houssou, P., Vodouhè, M., Dansou, V., Todohoue, C., Hotegni, A. (2015a). Diagnostic des technologies de transformation du soja en lait et produits dérivés au Bénin. 52p.
11. Hounhouigan, D.J. (1994). Fermentation of maize (*Zea mays* L.) meal for mawè production in Benin: physical, chemical and microbiological aspects. Ph.D thesis, Agricultural University, Wageningen, The Netherlands, 83p.
12. Iwuoha, C.I., Umunnakwe, K.E. (1997). Chemical, physical and sensory characteristics of soymilk as affected by processing method, temperature and duration of storage. *Food Chemistry*, 59(3), 373-379.
13. Jiang, L., Shen, Z., Zheng, H., He, W., Deng, G., Lu, H. (2013). Non invasive Evaluation of Fructose, Glucose and Sucrose Contents in Fig Fruits during Development Using Chlorophyll Fluorescence and Chemometrics. *Journal of Agriculture. Science Technologie*, 15, 333-342.
14. Khodke, S.U., Shinde, K.S., Yenge, G.B. (2014). Studies on shelf-life of fresh soymilk. *Internat. J. Proc. & Post Harvest Technol.*, 5 (2): 120-126.
15. Khodke, S.U., Shinde, K.S., Yenge, G.B. (2015). A study on the storage of sterilized soymilk. *International journal of farm sciences*, 4 (4), 166-179.
16. Liu, Z.S., Chang, K.C. (2007). Soymilk viscosity as influenced by heating methods and soybean varieties. *Journal of Food Processing and Preservation*, 10, 1745-4549.
17. Michaud, A., Vodouhè, G. (2012). L'émergence des innovations au Bénin : cas du soja et des produits dérivés de grande consommation. FSA, CIRAD, JOLISSA. Rapport d'étude. 47p.
18. Min, S., Yu, Y., Martin, S.S. (2005). Effect of soybean varieties and growing locations on the physical and chemical properties of soymilk and tofu. *Journal of Food Science*, 70,8-21.
19. Nyabyenda, P. (2005). Les plantes tropicales cultivées en région tropicale d'altitude d'Afrique. Les presses agronomiques de Gembloux, 253 pp.

20. Odu, N.N., Egbo, N.N., Okonko, I.O. (2012). Assessment of the effect of different preservatives on the Shelf-Life of Soymilk Stored at Different Temperatures. *Journal Researcher* 4(6), 62-69.
21. Onweluzo, J.C., Nwakalor, C. (2009). Development and evaluation of vegetable milk from *Treculia Africana* (decne) seeds. *Pakistan Journal of Nutrition*, 8 (3), 233-238.
22. Poysa, V., Woodrow, L. (2002). Stability of soybean seed composition and its effect on soymilk and tofu yield and quality. *Food Research International*, 35, 337-345.
23. ProAgri (2013). Production du soja. Support de vulgarisation et d'appui conseil. Fiche technique 24p. <http://www.compaci.org/fr/materiels-de-formation/bonnes-pratiques-agricoles>. Consulté le 03/04/2018 à 21h06min
24. Ramarson, H. (2002). Etude de faisabilité technico-économique du «soyourt» ou lait de soja fermenté, Mémoire de fin d'études, Département IAA, ESSA, Université d'Antananarivo, Madagascar, 82 p.
25. The Soyfoods Association of America (SAA) [1996]. Voluntary Standards for the Composition and Labeling of Soymilk in the United States. 16p
26. Sharma, V., Singh, R.K., Toledo, R.T. (2009). Microbial inactivation kinetics in soymilk during continuous flow high-pressure throttling. *Journal of Food Science*, 74 (6), M268-M275.
27. Sèwadé P. (2012). Note conceptuelle du consortium soja au Bénin. 2p.
28. Smith, K., Mendonca, A., Jung, S. (2009). Impact of high-pressure processing on microbial shelf-life and protein stability of refrigerated soymilk. *Food Microbiology*, 26(8), 794-800.
29. Stanley, M.C., Ifeanyi, O.E., Ifediora, A.C., Uzoma, U.G. (2014). Isolation and Identification of Microorganisms Involved In the Spoilage of soymilk. *Journal of Pharmacy and Biological Sciences*, 9 (5), 29-36.
30. Tripathi, M.K., Mangaraj, S., Kumar, M., Sinha, L.K., Giri, S.K., Ali, N. (2015). Effect of processing condition on the quality and beany flavour of soymilk. *Current Science*, 109 (6), 1164-1171. doi: 10.18520/v109/i6/1164-1171.
31. Torrezan, R., Tham, W.P., Bell, A.E., Frazier, R.A., Cristianini, M. (2007). Effects of high pressure on functional properties of soyprotein. *Food Chemistry*, 104(1), 140-147.
32. Vololoniaina, S. M. (2005). Valorisation du lait de soja en fromagerie : Cas de la fabrication de «soycheeses» dans la région de Vakinankaratra. Mémoire pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur Agronome, Université d'Antananarivo, 134 p.