

Evaluation qualitative et quantitative de la qualité des feuilles de Laurier noble Algérien séchées dans un séchoir solaire convectif

Nesrine Ouafi ^{1*}, Houria Moghrani ¹, Noureddine Benaouda ²,
Noureddine Yassaa ² et Rachida Maachi ¹

¹ Laboratoire de Génie de la Réaction,
Faculté de Génie des Procédés et Génie Mécanique, USTHB
B.P. 32 El Alia, Bab Ezzouar, Algiers, Algeria

² Centre de Développement des Energies Renouvelables, CDER
BP 62, Route de l'Observatoire, Bouzaréah, Algiers, Algeria

(reçu le 25 Mars 2017 - accepté le 30 Mars 2017)

Résumé - L'évaluation de la qualité de séchage solaire sur la préservation des feuilles de Laurier noble a été étudiée. Ces feuilles ont été séchées dans un séchoir solaire convectif à différentes températures et à différentes vitesses d'écoulement de l'air. Pour ce, une caractérisation du produit séché a été réalisée en le comparant avec le produit frais pour les différentes conditions de séchage. Cette caractérisation a été orientée vers l'évaluation du rendement et la composition en huile essentielle et sur la sauvegarde de la couleur de la plante après séchage. Les résultats obtenus ont révélé que ce mode de séchage solaire accroît le rendement en huile essentielle des feuilles de Laurier noble et préserve leur composition chimique. Une diminution de la couleur verte de la plante a été observée après séchage. Les conditions de séchage $T = 40, 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ et $V = 0.25\text{ m/s}$ ont monté une meilleure préservation de la couleur des feuilles de Laurier noble.

Abstract - The evaluation of the quality of solar drying on the leaves of the bay laurel was studied. The leaves were dried in a convective solar dryer at different temperatures and different air flow rates. For this, a characterisation of the dried product was carried out for the different drying conditions, and the results were compared to the ones obtained for fresh fruits. This characterization's aim was to evaluate the yield and composition in essential oils and the preservation of the plant's colour. The results obtained have shown that the yield in essential oils is improved and the chemical composition of the bay laurel leaves is preserved. However, a reduction in the green colour of the plant was observed after drying. Drying the plants at $T = 40, 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ and $V = 0.25\text{m/s}$ allowed a better preservation of the bay laurel leaves' colour.

Mots Clés: Séchage solaire - Laurier noble - Huile essentielle - Composition chimique - Couleur.

1. INTRODUCTION

Au cours des dernières décennies, les plantes aromatiques et médicinales (PAM) ont occupé une place importance dans le monde. Les PAM peuvent être commercialisées comme produits frais ou secs, selon leurs utilisations. La plante fraîche ne peut pas être fournie de façon rentable à tous les endroits dans le monde, en raison de sa forte teneur en eau, elle subit une détérioration provoquée par la croissance des microorganismes et les changements biochimiques (Ouafi *et al.*, 2015).

L'élimination de l'eau par déshydratation réduit cette croissance et garde les caractéristiques organoleptiques de la plante. Cependant, il a été rapporté que le séchage de la matière végétale avant distillation peut affecter considérablement le rendement et la composition en huile essentielle. Certains composants volatils de ces huiles seront éliminés totalement ou partiellement pendant le procédé de séchage. C'est pour cela, qu'il faut vérifier la qualité de tout produit après séchage.

* nes_ouafi@hotmail.fr

Plusieurs travaux de recherche, ont étudié l'influence de procédé de séchage sur le rendement, la composition chimique des huiles essentielles et la couleur des feuilles de Laurier noble; Sellami *et al.*, 2011, ont étudié l'effet de six différentes méthodes de séchage (séchage à l'air, étuve à 45 et 65 °C, Microonde 500 W, Infrarouge 45 et 65 °C) sur le rendement et la composition chimique de l'huile essentielle des feuilles de Laurier noble.

Ils ont montré que le séchage à l'air ambiant et séchage par infrarouge à 45 °C a augmenté significativement le rendement en huile essentielle. Dahak *et al.*, 2014, ont étudié l'effet des différentes méthodes de séchage (séchage à l'air ambiant et séchage par microondes) sur la qualité chimique de l'huile essentielle des feuilles de Laurier noble du Maroc.

Les résultats ont révélé que le rendement en huile essentielle augmente dans le cas du séchage à l'air et diminue dans le cas du séchage par microondes. L'analyse chromatographique a permis de trouver que le 1,8 Cinéole est le composant le plus dominant dans les huiles des feuilles séchées à l'air ambiant. Le séchage par microondes a engendré une évaporation du composé majoritaire.

Demir *et al.*, 2004 ont évalué les paramètres de la qualité des feuilles séchées de Laurier noble, dans le quel ils ont séché le produit dans une unité de séchage à 40, 50 et 60 °C, à une humidité relative de 5, 10, 15 % et une vitesse de l'air de 1.5 m/s. Ils ont révélé que le procédé de séchage n'a pas d'effet significatif sur le rendement en huile essentielle.

Les résultats de la Chromatographie en phase gazeuse ont indiqué que les feuilles fraîches et sèches ont une composition contenant principalement le α -Pinène, β -Pinène, 1,8-Cineole, Linalool, Borneol et Eugenol, du point de vue teneur du composant, il ya des différences significatives entre les feuilles fraîches et sèches. En outre, cette étude a montré que le procédé de séchage a un effet significatif sur la couleur des feuilles de Laurier noble.

L'objectif de ce travail est d'étudier l'effet de séchage solaire sous des conditions variables sur la qualité des caractéristiques des feuilles de Laurier noble en les comparant à celles du produit frais.

2. MATERIELS ET METHODES

2.1 Matière végétale

La matière végétale utilisée dans cette étude est représentée par des feuilles de Laurier noble récoltées dans les hauteurs d'Alger (Bouzareah), Algérie.

Les expériences de séchage sont réalisées dans un séchoir solaire convectif indirect conçu au niveau du Centre de Développement des Energies Renouvelables, CDER sous des conditions aérauliques bien contrôlées, températures (40, 50, et 60v°C) et vitesse d'écoulement de l'air asséchant (0.25, 0.5 et 0.8 m/s) (Ouafi *et al.*, 2016).

2.2 Extraction des huiles essentielles

Les huiles essentielles des feuilles fraîches et sèches de *Laurus nobilis* ont été extraites par hydrodistillation à l'aide d'un appareil de type Clevenger (figure 1). Le temps d'extraction était fixé à 2 h 30 après optimisation des paramètres d'extraction.

Les rendements en huile essentielle ont été estimés en utilisant l'équation (1) suivante:

$$R \% = \frac{M_h}{M_c(1 - X)} \times 100 \quad (1)$$

où

R(%), Rendement en l'huile essentielle en (%); M_h , Masse d'huile obtenue en gramme (g); M_c , Masse de la charge utilisée prise en gramme (g); X, Taux d'humidité de la matière végétale.

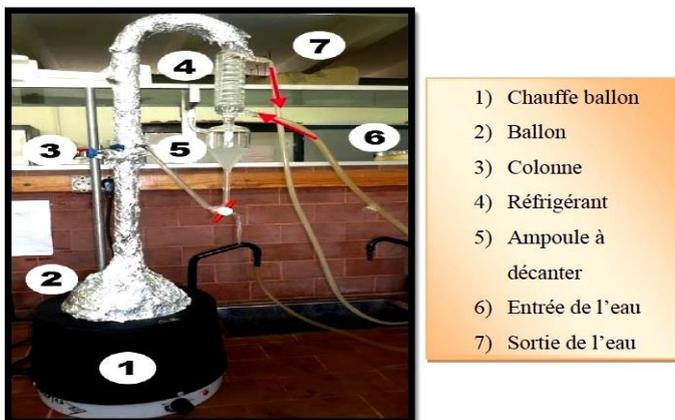


Fig. 1: Dispositif de l'extraction des huiles essentielles par hydro-distillation

2.3 Détermination de la composition chimique par chromatographie gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (GC/MS)

La composition chimique des huiles essentielles a été déterminée par chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (CG/SM). Les conditions opératoires de l'analyse par CG/SM sont détaillées dans le **Tableau 1**. L'identification des composés obtenus pour les deux produits a été faite par le logiciel MSD- Chemstation.

Les Indices de rétention de Kovats ont été déterminés à l'aide des temps de rétention d'une série d'alcane (C_8 - C_{28}) qui ont été injectés dans les mêmes conditions chromatographiques. Les composés ont été identifiés en comparant leurs indices de rétention de Kovats et leurs spectres de masse avec la bibliothèque Adams.

Tableau 1: Conditions opératoires de l'analyse par CG/SM

Injecteur	Colonne	Détecteur de masse
Température: 250 °C Mode d'injection: Split 20:1 Volume injecté: 0.2 µl	Type: HP-5MS Dimensions: Long 30 m×D _{int} 0.25 mm × épaisseur film 0.25 µm Phase stationnaire: 5% Phenyl 95% diméthylpolysiloxane. Température du four: 60 (8 min), 2°C/min 250 (15 min) isotherme Gaz vecteur: Hélium pureté- N6 Débit GV: 0.5ml/min	Mode d'analyse: Scan (de 34 à 500) Solvant utilisé: Heptane, Hexane Délai du solvant: 3min Température de l'interface: 280 °C Type d'ionisation: Impact électronique Intensité du filament: 70 eV Type de l'analyseur de masse: Quadripôle Température du Quadripôle: 150°C Température de la source: 230°C

2.4 Evaluation de la couleur des produits frais et séchés

L'évaluation des changements de couleur dans les feuilles de Laurier noble a été effectuée par un colorimètre Minolta (D-65).

Le colorimètre est éclairé par une source lumineuse. Le flux lumineux ainsi réfléchi est transformé en signaux électriques qui se convertissent en données numériques. La couleur des échantillons des feuilles de Laurier noble pour différentes conditions de séchage est examinée dans l'espace colorimétrique (L^* , a^* , b^*) (Commission Internationale de l'Eclairage CIE 1976). Elle permet une perception plus précise des couleurs et une interprétation de leurs différences.

L^* , représente la clarté qui va du noir au blanc (0 à 100). Noir (correspond au noir de fumée) pour $L^* = 0$; Gris pour $L^* = 50$; Blanc (correspond au blanc de l'oxyde de magnésium) pour $L^* = 100$.

a^* , représente la composante chromatique (rouge-vert). Une valeur positive de a^* indiquant une localisation vers le rouge. Une valeur négative de a^* indiquant localisation vers le vert.

b^* , représente la composante chromatique (jaune-bleu). Une valeur positive de b^* indiquant une localisation vers le jaune. Une valeur négative de b^* indiquant une localisation vers le bleu.

L'étalonnage du colorimètre a été effectué avant chaque série de mesures, en fixant les paramètres: $L^* = 73.89$; $a^* = 1.18$; $b^* = 21.01$. Les feuilles séchées et fraîches ont été déposées dans des boîtes de Pétri. Les mesures ont été prises et répétées trois fois pour chaque échantillon.

3. RESULTATS ET DISCUSSION

3.1 Rendement et composition chimique des huiles essentielles

Les valeurs des rendements en huile essentielle des feuilles de Laurier noble obtenues par séchage solaire sous différentes conditions, $T = 40, 50, 60^\circ\text{C}$ et $V = 0.25, 0.5, 0.8\text{m/s}$ et celle de la plante fraîche sont illustré dans le **Tableau 2**.

De l'examen du **Tableau 2**, il ressort que le séchage solaire a un effet significatif sur le rendement en huile essentielle de Laurier noble.

Le pourcentage maximal en huile essentielle est de l'ordre de 2.37 %, il a été obtenu pour les feuilles séchées à $T = 50^\circ\text{C}$ et $V = 0.25\text{m/s}$, tandis que le minimum a été observé pour le produit frais.

On remarque qu'à la même température, la diminution de la vitesse de séchage favorise l'augmentation du rendement en huile essentielle.

D'après le **Tableau 2**, on peut également constater que l'augmentation de la température de 50°C à 60°C provoque une réduction du rendement en l'huile essentielle pour les trois vitesses de l'air de séchage.

Cette diminution peut être due à l'évaporation des composants les plus volatils à température élevée. La réduction de la teneur en huile essentielle d'une plante par l'impact du processus de séchage à haute température a été rapportée par certains auteurs (Okoh et al., 2008; Blanco et al., 2002; Bagher et al., 2010).

Il ya des rapports similaires provenant d'autres chercheurs sur d'autres plantes médicinales (Khorshidi et al., 2009; Pirbalouti et al., 2013; Fathi et al., 2012).

Tableau 2: Rendement en huile essentielle des produits frais et séchés

	Pro. frais		Produits séchés							
			40		50		60			
T (°C)			40		50		60			
V (m/s)	0.25	0.5	0.8	0.25	0.5	0.8	0.25	0.5	0.8	
R (%)	0.78	1.69	0.79	1.38	2.37	1.67	1.97	1.80	1.60	1.43

L'analyse de l'huile essentielle de Laurier noble par CG/SM a permis d'identifier 119 et 114 composés pour le produit frais et séché respectivement. Même si, le produit sec fournit un plus grand rendement en huile essentielle, l'huile du produit frais est la plus riche en constituants chimiques. 25 constituants ont été identifiés pour les huiles essentielles des feuilles fraîches et sèches de Laurier noble, représentant 80.4 et 82.1 % de la composition chimique totale respectivement.

Ces résultats sont regroupés dans le **Tableau 3**.

L'huile essentielle des feuilles fraîches a été dominée par le Linalol (18.48 %), α -Terpinyl acetate (12.56%), 1,8-Cineole (9.02 %), Methyl eugenol (9.06 %), Linalool acetate (3.76 %), Eugenol (2.26 %), Elemicin (2.89 %), Spathulenol (2.34 %). Nos résultats sont compatibles avec ceux trouvés dans la littérature (Dadalioglu *et al.*, 2004; Ozcan *et al.*; 2005; Dahak *et al.*, 2014; Flamini *et al.*, 2007) avec quelques différences dans le composé majoritaire et dans les pourcentages des constituants.

Cette différence peut être due à des facteurs génétiques, et géographiques, bioclimatiques ainsi qu'aux conditions de récolte et de stockage de la plante (Hussain *et al.*, 2008; Anwar *et al.*, 2009).

On constate également, que le procédé de séchage avait un effet sur le pourcentage des composants des feuilles de Laurier noble. La concentration de Linalool, α -pinène, 1,8 Cineole, Sabinene, β -Pinène dans les feuilles séchées était supérieure à celle du produit frais.

Dahak *et al.*, 2014, ont confirmé que d'autres procédés de séchage (microondes) ont provoqué une perte importante des principaux composés de l'huile essentielle de Laurier noble par rapport à la matière végétale fraîche qui peut être causé par des transformations chimiques au cours du processus de séchage.

Les résultats obtenus dans cette étude, ont montré que le procédé de séchage solaire appliqué donne de meilleurs résultats, il a conservé les substances de l'huile essentielle du produit avec une certaine variation des proportions relatives des composants comparativement aux autres procédés de séchage comme le séchage par microondes.

Tableau 3: Composition chimique de l'huile essentielle des feuilles de Laurier noble Algérien.

KI _{calculé}	KI	Composé	% relatif	
Feuille			Fraîche	Sèche
955.09	939	< α > Pinene	1.58	2.37
980.37	975	Sabinene	2	2.84
982.05	979	< β > Pinene	1.42	1.51
1005.76	1002	< δ - 2 - > Carene	1.35	1.59
1030.77	1031	< 1.8 - > Cineole	9.02	10.44
1113.13	1096	Linalool	18.48	19.49
1174.56	1177	-4-olTerpinen	1.27	1.22
1188.68	1188	< α >Terpineol	0.79	0.96

1255.15	1257	Linaloolacetate	3.76	3.39
1280.84	1288	Bornylacetate	1.69	1.33
1311.49	1317	< δ -> Terpinylacetate	1.01	0.89
1353.07	1349	< α -> Terpinylacetate	12.56	11.37
1360.47	1359	Eugenol	2.26	2.53
1363.35	1361	Nerylacetate	0.8	0.76
1382.43	1381	Geranylacetate	0.94	0.88
1388.11	1390	< β -> Elemene	1.95	2.05
1412.49	1403	Methyleugenol	9.06	8.42
1414.07	1419	<E> caryophylle	0.6	0.9
1473.60	1477	<Y> Gurjunene	0.53	0.76
1488.38	1490	< β -> Selinene	0.94	1.1
1558.19	1557	Elemicin	2.89	3.08
1571.39	1578	Spathulenol	2.34	1.57
1573.65	1583	Caryophylleneoxide	0.89	0.78
1641.44	1650	< β -> Eudesmol	1.02	0.8
1647.37	1653	Pogostol	1.25	1.02

3.2 Effet du séchage sur la couleur des feuilles de Laurier noble

Les figures 2 et 3) montrent l'effet des paramètres de l'air de séchage (température, vitesse de l'air) sur la couleur de l'échantillon séché.

On observe que l'augmentation de la température de séchage engendre une augmentation de la luminosité (L^*) et du paramètre b^* et une légère diminution de paramètre a^* (couleur verte). De même, on constate que la l'augmentation de la vitesse de l'air engendre une diminution des paramètres L^* , a^* , b^* .

D'une manière générale, les températures $T = 40$ et 50 °C, vitesse de l'air égale à 0.25 m/s sont les plus favorables pour une meilleure préservation de la couleur verte des feuilles de Laurier noble.

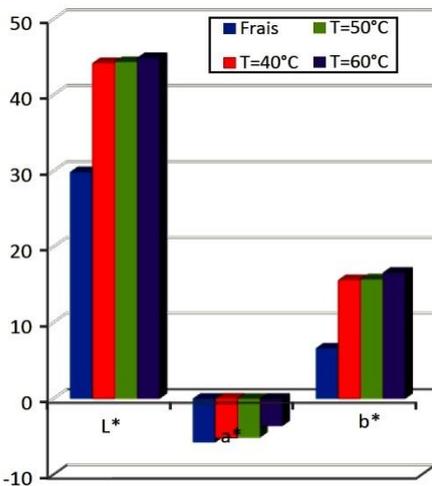


Fig. 2: Effet de la température de l'air sur la couleur des feuilles du Laurier noble ($V=0.25$ m/s)

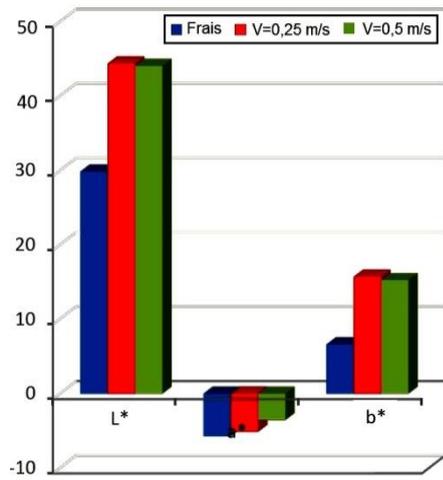


Fig. 3: Effet de la vitesse de l'air sur la couleur des feuilles du Laurier noble ($T=50$ °C)

4. CONCLUSION

Ce travail avait pour but d'évaluer l'influence du procédé de séchage solaire sur le rendement, la composition chimique des huiles essentielles ainsi que sur la préservation de la couleur des feuilles de la matière végétale. Les résultats obtenus, ont révélé que :

- le séchage solaire accroît le rendement en huile essentielle des feuilles de Laurier noble.
- le séchage solaire a pratiquement préservé la composition chimique des huiles essentielles issues de ce produit.
- la couleur de la plante a été mieux protégée pour les conditions de séchage $T = 40$, 50°C et $V = 0.25$ m/s .

REFERENCES

- F. Anwar, M. Ali, A.I. Hussain and M. Shahid, 'Antioxidant and Antimicrobial Activities of Essential Oil and Extracts of Fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) Seeds from Pakistan', *Flavour and Fragrance Journal*, Vol. 24, N°4, pp. 170 - 176, 2009.
- M.H. Bagher, A. Hassani, L. Vojodi and N. Farsad-Akhtar, 'Drying Method Affects Essential Oil Content and Composition of Basil (*Ocimum basilicum* L.)', *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, Vol. 13, N°6, pp. 759 – 766, 2010.
- M.C.S.G. Blanco, L.C. Ming, M.O.M. Marques and O.A. Bovi, 'Drying Temperature Effects in Rosmary Essential Oil Content and Composition', *Acta Horticulturae*, Vol. 569, pp. 95 - 98, 2002
- I. Dadalioglu and G.A. Evrendilek, 'Chemical Composition and Antibacterial Effect of Essential Oils of Turkish Oregano (*Origanum minutifolium*), Bay Laurel (*Laurus nobilis*), Spanish Lavender (*Lavandula stoechas* L.) and Fennel (*Foeniculum vulgare*), on Common Food borne pathogen', *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Vol. 52, pp. 8255 - 8260, 2004.
- K. Dahak, H. Bouamama, F. Benkhalti and M. Taourirte, 'Drying Methods and their Implication on Quality, Quantity and Antimicrobial Activity of the Essential Oil of *Laurus nobilis* L. from Morocco', *Journal of Biological Sciences*, Vol. 14, N°2, pp. 94 - 101, 2014.
- V. Demir, T. Gunhan, A.K. Yagcioglu and A. Degirmencioglu, 'Mathematical Modelling and the Determination of Some Quality Parameters of Air-Dried Bay Leaves', *Biosystems Engineering*, Vol. 88, N°3, pp. 325 - 335., 2004.
- E. Fathi and F. Sefidkon, 'Influence of Drying and Extraction Methods on Yield and Chemical Composition of the Essential Oil of *Eucalyptus sargentii*', *Journal of Agricultural Science and Technology*, Vol. 14, N°5, pp. 1035 - 1042, 2012.
- G. Flamini, M. Tebano, P. Cioni, L. Ceccarini and S. Simone, 'Comparison Between the Conventional Method of Extraction of Essential Oil of *Laurus nobilis* L. and a Novel Method which Uses Microwaves Applied in Situ, without Resorting to an Oven', *Journal of Chromatography A*, Vol. 1143, N°1-2, pp. 36 - 40, 2007.
- A.I. Hussain, F. Anwar, S.T.H. Sherazi and R. Przybylski, 'Chemical Composition, Antioxidant and Antimicrobial Activities of Basil (*Ocimum basilicum*) Essential Oils Depends on Seasonal Variations', *Food Chemistry*, Vol. 108, pp. 986 - 995, 2008.

- J. Khorshidi, R. Mohammadi, T.M. Fakhr and H. Nourbakhsh, '*Influence of Drying Methods, Extraction Time, and Organ Type on Essential Oil Content of Rosemary (Rosmarinus officinalis L.)*', Nature and Science, Vol. 7, N°11, pp. 42 - 44, 2009.
- O.O. Okoh, A.P. Sadimenko, O.T. Asekun and A.J. Afolayan, '*The Effects of Drying on the Chemical Components of Essential Oils of Calendula officinalis L.*', African Journal of Biotechnology, Vol. 7, N°10, pp. 1500 - 1502, 2008.
- N. Ouafi, H. Moghrani, N. Benaouda, N. Yassaa, R. Maachi and R. Younsi, '*Moisture Sorption Isotherms and Heat of Sorption of Algerian Bay Leaves (Laurus nobilis L.)*', Maderas. Ciencia y Tecnologia, Vol. 17, N°4, pp. 759 - 772, 2015.
- N. Ouafi, N. Benaouda, H. Moghrani, N. Yassaa and R. Maachi, '*Experimental Analysis of Solar Drying Kinetic of Algerian Bay Leaves (Laurus nobilis L.)*', Revue des Energies Renouvelables, Vol. 19, N°2, pp. 251 - 264, 2016.
- M. Ozcan and J. Chalchat, '*Effect of Different Locations on the Chemical Composition of Essential Oils of Bay (Laurus nobilis L.) Leaves Growing Wild in Turkey*', Journal of Medicinal Food, Vol. 8, N°3, pp. 408 - 411, 2005.
- A.G. Pirbalouti, M. Oraie, M. Pouriamehr and E.S. Babadi, '*Effects of Drying Methods on Qualitative and Quantitative of the Essential Oil of Bakhtiari savory (Satureja bachtiarica Bunge.)*', Industrial Crops and Products, Vol. 46, pp. 324 - 327, 2013.
- I.H. Sellami, W.A. Wannes, I. Bettaieb, S. Berrima, T. Chahed, B. Marzouk and F. Limam, '*Qualitative and Quantitative Changes in the Essential Oil of Laurus nobilis L. Leaves as Affected by Different Drying Methods*', Food Chemistry, Vol. 126, pp. 691 - 697, 2011.