

## Evaluation des caractéristiques biochimiques et de production pour quatre écotypes tunisien de Topinambour (*Helianthus tuberosus* L.)

W. SAIDI<sup>1\*</sup>, N. YAKOUBI<sup>2,3</sup>, M. MECHRI<sup>4</sup>, T. MEHOUACHI<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institut Supérieur Agronomique de Chott Mariem.BP47, 4042 Chott-Mariem, Sousse, Tunisie.

<sup>2</sup>INRA, UR1268 Biopolymers Interactions Assemblies, BP 71627, F-44316 Nantes, France

<sup>3</sup> Department of Pathology, Bacteriology and Avian Diseases, Faculty of Veterinary Medicine, Ghent University, Salisburyaan 133, B-9820

<sup>4</sup>Institut National Agronomique de Tunisie .43 avenue Charles Nicole 1082, Tunis Mahrajène, Tunisie.

\*Corresponding author: saidifoufa@gmail.com

**Abstract** - Since the beginning of this century a growing population and socio economic changing were observed in Tunisia, which are translated by the exploitation mode transformations in the natural resources, their intensive use can threaten their sustainability. *Helianthus tuberosus* (Jerusalem artichoke) is among the Tunisian spontaneous natural resources and which can be considered as a solution in the face of these problems. It may obey to the needs and food security without natural requirements or fertilization. The objective of this work was to follow the variability of a few parameters of productions for three agricultural cropping season using four local ecotypes of Tunisian North West. In addition, a few organoleptic qualities of tubers have been determined. The results have shown an improvement from one year to the other for all the parameters of production. In fact, the average yield plant<sup>-1</sup>, regarding the ecotype 1 we observed an evolution from 1235g the first year to 2257g the second year to achieve 3240g the third year. The average weight by tubers has also improved gradually. The analysis of the tubers of different ecotypes by gas chromatography Liquid (GLC) has shown that the composition in neutral oses is the same for all ecotypes. Indeed, all the ecotypes contain rhamnose, arabinose, xylose, fructose, galactose and glucose but in different concentration. The total sugars content for the different ecotypes is important and it varies from 17,7g/100g to 28, 1g/100g. In Tunisia, the species (*Helianthus tuberosus* L.) as biological resource naturally with its important productivity and its composition important and varied in sugar requires more knowledge in order to enhance other performance.

**Keywords:** *Helianthus tuberosus* L., production, sugar content, neutral oses, Tunisia

**Résumé** - La Tunisie connaît depuis le début de ce siècle une démographie croissante et des mutations socio économiques profondes qui sont traduites par des transformations dans le mode d'exploitation des ressources naturelles mettant parfois en péril leurs disponibilités et donc leurs utilisations durables. Ainsi *Helianthus tuberosus* (le topinambour) est parmi les ressources naturelles spontanées de la Tunisie et qui peut être considéré comme solution face à ces problèmes. En effet, elle peut obéir aux besoins et à la sécurité alimentaire sans exigences naturelles, ni fertilisation. L'objectif de notre travail était de suivre la variabilité de quelques paramètres de productions pour trois campagnes agricoles en utilisant quatre écotypes locaux du nord ouest de la Tunisie. En plus, quelques qualités organoleptiques des tubercules de topinambours ont été déterminés. Les résultats de nos essais ont montré une amélioration d'une année à l'autre pour tous les paramètres de production. En effet, le rendement moyen /plante pour l'écotype 1 a passé de 1235g la première année à 2257g la deuxième année pour atteindre 3240g la troisième année. Le poids moyen par tubercules a aussi évolué progressivement. L'analyse des tubercules des différents écotypes de topinambour par chromatographie en phase gazeuse liquide (GLC) a montré que la composition en oses neutre est la même pour tous les écotypes. En effet, tous les écotypes contiennent du Rhamnose, Arabinose, Xylose, Fructose, Galactose et Glucose mais en quantité différente. La teneur en sucres totaux pour les différents écotypes est important et elle varie de 17, 7g/100g à 28, 1g/100g. En Tunisie, l'espèce (*Helianthus tuberosus* L.) comme ressource biologique naturelle avec sa productivité importante et sa composition importante et variée en sucre, nécessite plus de connaissance afin de valoriser d'autres performances.

**Mots clés:** *Helianthus tuberosus* L., production, teneur en sucres, oses neutres, Tunisie



## 1. Introduction

L'érosion génétique végétale est accentuée à la suite de la pression anthropique multiforme : propagation de la monoculture à base génétique étroite, l'homogénéisation progressive et irréversible de matériel végétal, l'extension des terres cultivées, la destruction de la végétation naturelle et du surpâturage. Cette observation impose des programmes de sauvegarde des ressources génétiques végétales (Abdelkefi et al. 2000).

En Tunisie, la quasi-totalité du matériel végétal utilisé est représenté par des variétés locales. Toutes ces variétés sont des ressources génétiques et constituent un patrimoine qu'il est nécessaire de préserver et de le valoriser. Ainsi, la collecte, la caractérisation et la conservation de ces ressources sont les objectifs des éventuelles activités de recherche. *Helianthus tuberosus* L. (famille des astéracées), une plante vivace communément connu comme les topinambours, est une espèce de tournesol originaire de l'Ohio et du Mississippi River vallées dans les Etats-Unis qui a été présentée et naturalisé comme une culture économique mondiale dans les zones tempérées (Li et al. 2009). Ses tubercules ont été utilisés pour de nombreuses études : les caractéristiques morphologiques et physiologiques comme les concentrations des éléments essentiels et de nombreuses autres fonctions (Annalisa et al. 2010). Il est également utilisé pour la production de sucres et au-dessus du sol la biomasse est utilisée pour l'alimentation animale, en plus du rôle diététique d'inuline qui a été souligné (Screten et al. 2012). Le tubercule de topinambour est un légume avec une faible valeur calorique et une teneur élevée en inuline, de vitamines et de minéraux (Vibe et al. 2012).

En Tunisie cette espèce est faiblement exploitée, alors l'objectif de notre travail était de suivre la variabilité de quelques paramètres de productions pour trois campagnes agricoles en utilisant quatre écotypes locaux de topinambours du nord ouest de la Tunisie. En plus, quelques qualités organoleptiques des tubercules de topinambours ont été déterminés.

## 2. Matériel et méthodes

### 2.1. Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé est constitué de quatre écotypes collectés à partir de différents sites dans le Nord Ouest de la Tunisie allant du subhumide au semi aride inférieur et ont été évalués selon les conditions de la région du Kef (Boulifa) située au nord ouest de Tunisie (semi-aride).

### 2.2. Paramètres de production

La variabilité des paramètres de production de 4 écotypes de topinambours a été déterminée durant 3 campagnes agricoles. Ainsi, le nombre des tubercule/plante, poids moyen des tubercules et rendement/plante ont été déterminés.

### 2.3. Détermination de la composition en oses neutre des quatre écotypes par GLC

La composition en oses neutre des tubercules des différents écotypes est déterminée par (GLC) chromatographie en phase gazeuse liquide basé sur la méthode de (Englyst et Cummings 1988). En effet les différents échantillons vont subir une pré-hydrolyse en utilisant l'acide sulfurique 72% (25°C, 2h) par la suite une hydrolyse en utilisant l'acide sulfurique 2N à 100°C pendant 2h.

Les monosaccharides sont réduits en alditol en présence de brohydrure de sodium et puis acétylé par anhydride acétique et le N-Methylimidazole comme catalyseur.

L'extraction des acétates alditols est réalisée par dichlorométhane et analysée par la suite par GLC en suivant la méthode de (Saulnier et al. 1995).

### 2.4. Analyses statistiques

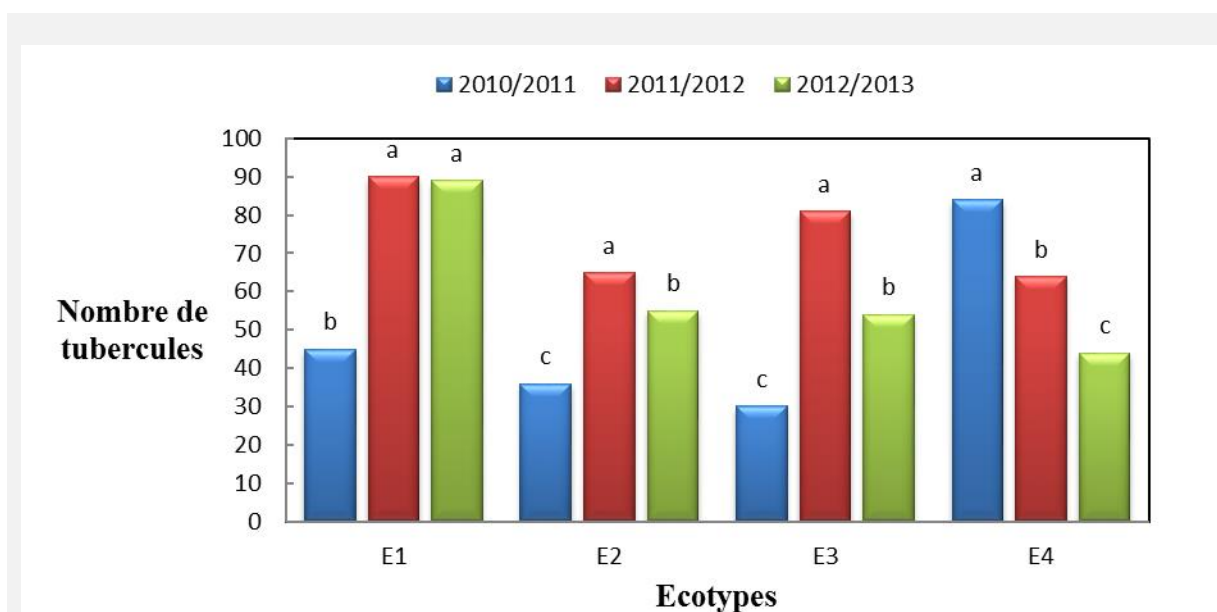
Pour pouvoir comparer les moyennes des résultats obtenus pour les différents écotypes nous avons procédé à des analyses de variance et de comparaisons des moyennes au seuil de probabilité de 5% en utilisant le logiciel SPSS.

## 3. Résultats

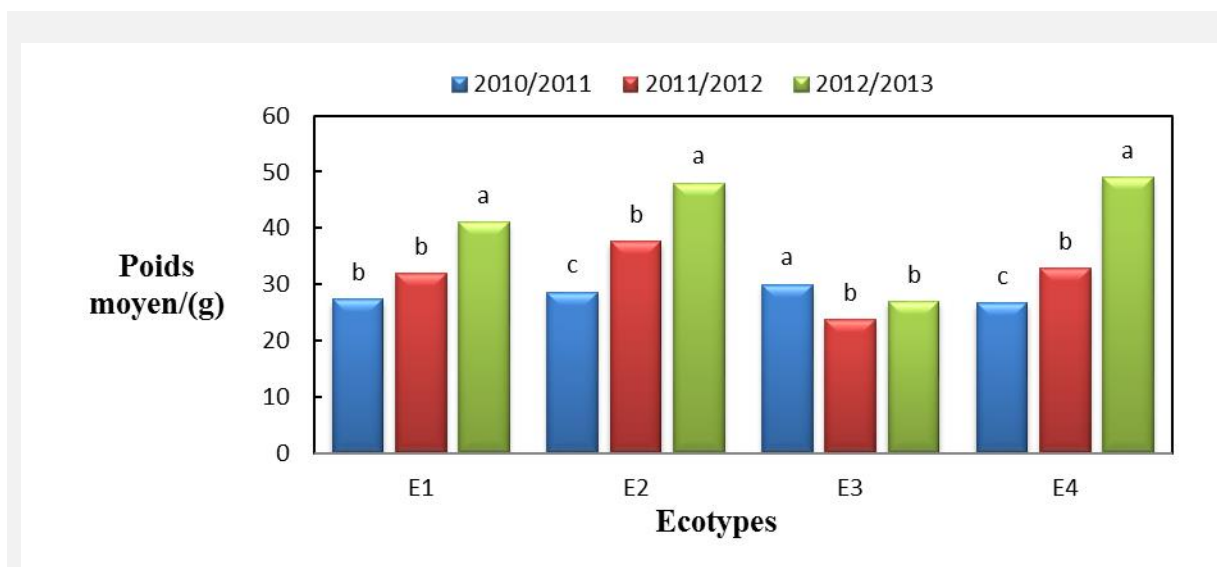
### 3.1. Evolution des paramètres de production

Les figures (1, 2, et 3) montrent l'évolution de la variation du nombre des tubercules /plante, le poids moyen des tubercules et le rendement moyen/plante des différents écotypes durant trois campagnes agricoles. (2010/2011), (2011 /2012) et (2012/2013).

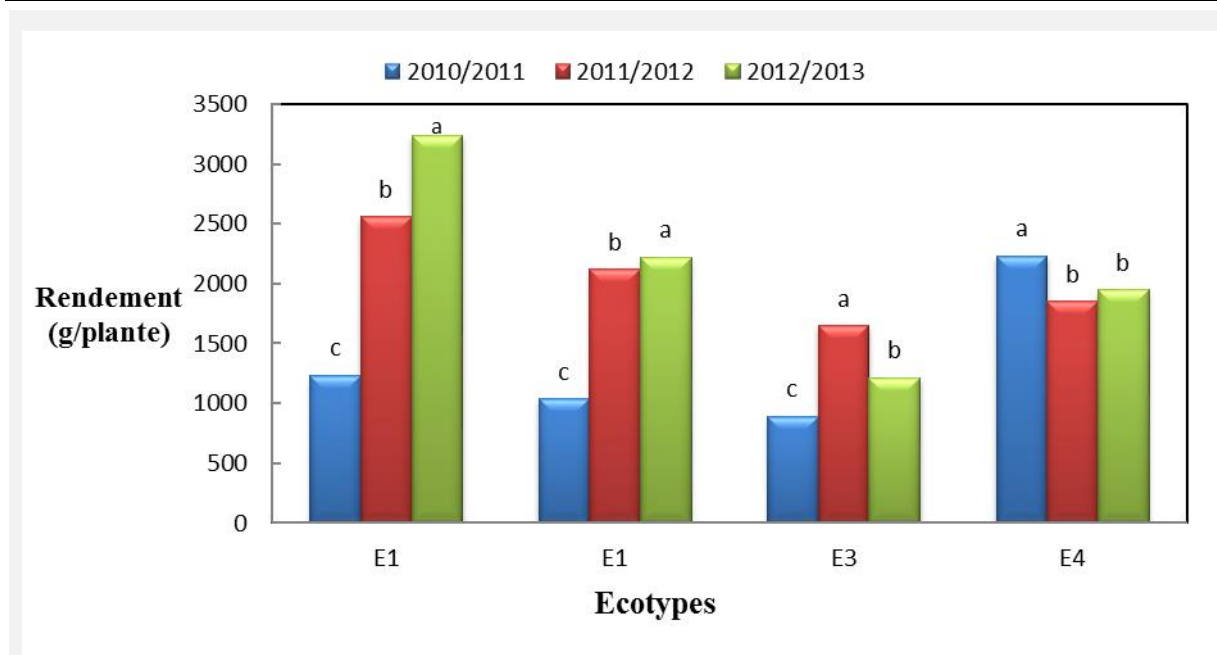
L'analyse statistique a montré une différence hautement significative entre les écotypes pour tous les paramètres étudiés ( $P < 0.001$ ). En effet, on a enregistré une amélioration d'une année à l'autre pour la majorité des paramètres. Une différence non significative entre les individus du même écotype a été enregistrée ce qui explique l'homogénéité entre ces individus. Pour les écotypes E1 et E2 les rendements/plante ont enregistré une augmentation progressive. En effet le rendement moyen /plante pour E1 a passé de 1235 g la première année à 2257 g la deuxième année pour atteindre 3240 g la troisième année. En ce qui concerne E3 il a enregistré le rendement le plus faible en comparaison avec les autres écotypes pour les trois années des essais expérimentaux : 892,67g ,1651g et 1213g respectivement. Pour E4 une faible variation a été enregistrée pour ce paramètre durant les trois années en effet, cet écotype a gardé un rendement /plante presque constant au cours du temps (2233,33 ,1852 et 1948g) respectivement. Le poids moyen des tubercules a enregistré une évolution progressive pour la majorité des écotypes d'une année à l'autre. En effet pour E1 le poids a passé de 27,33 g à 41 g. De même pour E4 il a passé de 26,66 g (2010/2011) à 49 g (2012/2013).



**Figure 1:** Evolution du nombre des tubercules des différents écotypes de topinambour durant trois campagnes agricoles.



**Figure 2:** Evolution du poids moyen des tubercules des différents écotypes de topinambour durant trois campagnes agricoles



**Figure 3 :** Evolution du rendement par plante en grammes pour les différents écotypes de topinambour durant trois campagnes agricoles.

### 3.2. Composition en oses neutre (en % de poids) des différents écotypes par GLC

Les résultats obtenus à partir de cette étude sont présentés dans le tableau 1. En effet, les tubercules de l'écotype 3 semblent avoir la teneur en sucre la plus importante 28% du poids de l'échantillon contre seulement 17,7% pour les tubercules de l'écotype 1 le reste des écotypes ont enregistré respectivement 19,5%, 19,2%.

L'analyse des tubercules des différents écotypes de topinambour par GLC a montré que la composition en oses neutre est la même pour tous les écotypes. En effet, tous les écotypes contiennent du Rhamnose, Arabinose, Xylose, Fructose, Galactose et Glucose mais en quantité différente.

En ce qui concerne le Rhamnose la même quantité a été enregistrée pour tous les écotypes 0,2 % du poids de l'échantillon qui est une quantité très faible par rapport aux autres oses.

De même pour le Xylose une quantité faible a été enregistrée pour tous les écotypes et qui varie entre 0,3 et 0,4% du poids de l'échantillon.

Pour l'Arabinose, on peut déduire une supériorité de l'écotype 3 pour cet élément 2%, la teneur des autres écotypes pour cet ose varie entre 1,4 et 2%.

Même chose pour le galactose pas de différences significatives entre les quantités des différents écotypes pour ce dernier. Ainsi cette quantité varie entre 0,9% pour E1, E2, E4 et 1,2 % pour E3.

Une différence significative a été enregistrée pour la composition en fructose des différents écotypes. En effet, la quantité la plus importante a été enregistrée pour l'écotype 3 5,8% contre seulement 3,6% pour l'écotype 1. Le reste des écotypes E2 et E4 ont enregistré respectivement 4%, 4,1%.

Les résultats obtenus pour la composition en glucoses ont montré que la quantité la plus importante a été enregistrée pour E3 18,5% contre seulement 10,7% pour E1.

**Tableau 1 :** Composition en oses neutres (en % de poids) des tubercules de quatre écotypes de topinambour par GLC

Rhamnose	0,2	0,2	0,2	0,2
Arabinose	1,7	1,4	2,0	1,4
Xylose	0,4	0,4	0,4	0,3
Fructose	3,8	4,0	5,8	4,1
Galactose	0,9	0,9	1,2	0,9
Glucose	10,7	12,5	18,5	12,2
Total (cor.)	17,7	19,5	28,1	19,2



#### 4. Discussion

Dans le cadre de la présente étude nous avons constaté que les écotypes 1 et 4 ont enregistré un rendement /plante très important d'une année à l'autre. En général tous les écotypes présentent un calibre important des tubercules, donc le poids moyen des tubercules ne varie pas significativement selon les écotypes. Tian et al (2009) ont rapporté une grande variabilité entre les clones de topinambours en ce qui concerne les caractéristiques agronomiques. Nous pouvons également constater à partir de nos résultats une variabilité similaire entre les 4 écotypes collectés à partir du nord ouest de la Tunisie.

En ce qui concerne les valeurs en sucre totaux on peut confirmer que les différents écotypes locaux du nord ouest de la Tunisie ont une composition en sucre inférieure à d'autres variétés.

En effet, (Long et al. 2010) ont signalé des valeurs supérieures à nos résultats avec un intervalle de 37,74g /100g à 54,59g/100g pour des cultivars chinois contre un intervalle de 17,7 g/100g 28,1g/100g pour les écotypes tunisiens. En revanche, pour les cultivars originaires de Columbia les teneurs en sucres totaux sont semblables à nos résultats .En effet Mazza (1985) a montré que les teneurs en sucres totaux varient entre 10 et 18,7g/100g.

Nos résultats concordent avec ceux de (Kayes et Nottingham, 2008) qui ont signalé que les tubercules de topinambours constituent l'élément majeur de la plante et qui contiennent approximativement 80% d'eau, 15% carbohydrates et de 1à 2% de protéines.

En effet, (Cabezas et al 2002 ; Clausen et al 2012) ont montré que l'inuline est détérioré durant l'entreposage en courte chaîne de fructose .C'est à dire dans notre étude la quantité de fructose peut nous renseigner sur celle de l'inuline.

Bien qu'à partir de nos résultats, la quantité de fructose enregistrée n'est pas la plus importante par rapport aux autres carbohydrates. Cette quantité varie de 3,8 à 5,8 par pourcentage de poids .Néanmoins, Mazza, (1985) a enregistré pour des variétés de Columbia des quantités plus importantes et qui varient de 60, 3% à 70%.

Ceci peut être expliqué par la dégradation de l'inuline dans la période d'hibernation ce qui peut influencer la qualité organoleptique des tubercules de topinambour comme elle peut expliquer la perte de masse de ces derniers (Vibe et al., 2013) .Ce qui est le cas pour les tubercules de nos écotypes récoltés au mois de décembre à cause des conditions climatiques.

#### 5. Conclusion

L'espèce *Helianthus tuberosus* L. comme ressource biologique naturelle avec sa productivité importante et sa composition importante et variée en sucre , peut suggérer la substitution d'utilisations des tubercules de pomme de terre par celles de topinambours dans certains plats habituellement consommés par les familles tunisiennes surtout que son coût de production est beaucoup moins élevé. En ce qui concerne la variabilité entre écotypes des futures sélections entre ces derniers sont suggérées en faveur des caractères les plus importants.

#### 6. Références

- Abdelkefi, A., Marrakchi, M. (2000).** Les ressources phylogénétiques fourragères et pastorales de l'érosion à la conservation. Cahier option Mediterranean .n 45 .p 15-27
- Annalisa,T.,Bagni,N.,Ferri .,M,Khomutouv.,Marques,M.,P,Fiuza.S,Simonian.A&Donatella,S.F.(2010).***Helianthus tuberosus* and polyamine research past and recent application for a classic growth model .Plant physiology and biochemistry.496-505.
- Cabezas, M. J., Rabert, C., Bravo, S., & Shene, C. (2002).** Inulin and sugar contents in *Helianthus tuberosus* and *Cichorium intybus* tubers: effect of postharvest storage temperature. *Journal of Food Science*, 67: 2860-2865.
- Clausen, M. R., Bach, V., Edelenbos, M., & Bertram, H. C. (2012).** Metabolomics reveals drastic compositional changes during overwintering of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus*) tubers. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60: 9495-9501.
- Englyst, H. N., & Cummings, J. H. (1988).** Improved method for measurement of dietary fiber as non-starch polysaccharides in plant foods. *Journal - Association of Official Analytical Chemists*, 71(4), 808-814. Retrieved from <http://europepmc.org/abstract/MED/2458334>
- Gravouelle.M&Sponthonne.S. (2012).**Doser les sucre de la pomme de terre pour garantir la qualité organoleptique .*Journal de la pomme de terre*.

- Kays, S.J., Nottingham, S.F.(2008).** Biology and Chemistry of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.). CRC Press, Boca Raton, FL.
- Kleessen B, Schwarz. S , Boehm. A, Fuhrmann.H, Richter.A& Henle. T. (2007).** Jerusalem artichoke and chicory inulin in bakery products affect faecal microbiota of healthy volunteers. *British Journal of Nutrition*, 98, 540–549
- Li,p,Michelle.R,Avaron.H,Heebung.C,Linda.F,Tenence.L& Donglos .K.(2009).** Bioactive constituents of *Helianthus Tuberosus* (Jerusalem artichoke). *Phytochemistry letters*. 15-18.
- LONG. X, CHLJ, LIU .L, LI.Q & LIU. Z. (2010).** Responses of Two Jerusalem artichoke (*Helianthus Tuberosus*) Cultivars Differing in Tolerance to Salt Treatment .*Soil Science Society of China*. **20**(4): 515–524
- Mazza,G.(1985).**Distribution of sugar ,dry matter and protein in Jerusalem artichoke tubers. *Food Sci* ,18,263-265
- Saulnier, L., Marot, C., Chanliaud, E., & Thibault, J.-F. (1995).** Cell wall polysaccharide interactions in maize bran. *Carbohydrate Polymers*, 26(4), 279–287. doi:10.1016/0144-8617(95)00020-8
- Sreten,T. , Jovanka ,A., Ivana,M. , Tijana,Z. , Miroslav ,Z., Vladimir.M & Igor,B .(2012).** Genetic variability for concentrations of essential elements in tubers and leaves of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.). *Scientia Horticulturae* 136:135-144.
- Tian, Y. S., Zhao, L. X.,Meng ,H .B .,Sun ,L. Y &Yan, J .Y .(2009).** Estimation of un-used land potential for biofuels development in (the) People’s Republic of China .*Applied Energy*, 86, 77-85.
- Vibe ,B., Ulta, K., Gitte ,K & Mrete,E.(2012).**Effect of harvest time and variety on sensory quality and chemical composition of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus*) tubers. *Food chemistry*.133: PP 82-89
- Vibe .B, Sidsel .J, Ulla .K, Jørn.N & Merete. E .(2013).** The effect of culinary preparation on carbohydrate composition, texture and sensory quality of Jerusalem artichoke tubers (*Helianthus tuberosus* L.). *Food Science and Technology* 54,165-70