

Actividad antioxidante y polifenoles totales en dos cultivares de batata (*Ipomoea batata L.*), fresca y procesada como dulce.

Gabilondo J¹, Corbino G¹, Marti H¹, Malec L²

1: Estación Experimental Agropecuaria INTA San Pedro- Buenos Aires.

jgabilondo@correo.inta.gov.ar

2: Dpto. Química Orgánica. Fac. de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires.

Resumen: El objetivo de este trabajo fue estudiar y comparar el contenido de polifenoles totales (PF) y la actividad antioxidante (AA) en piel y pulpa de dos cultivares de batata (*Beauregard* y *Colorado INTA*) y evaluar el porcentaje retenido luego de la elaboración de dulce con y sin piel. El contenido de PF se determinó con el reactivo de Folin-Ciocalteu y la AA mediante la reducción del radical del hidrato de 2,2-difenil-1-picril-hidracilo (DPPH). El contenido de PF y la AA tanto en la pulpa como en el dulce, resultaron considerablemente mayores en el cultivar *Colorado INTA*. Los valores de PF y AA obtenidos en la piel, fueron superiores a los de la pulpa para ambos cultivares. *Colorado INTA* retuvo más AA y PF en el dulce con y sin piel que *Beauregard*. Porcentualmente, la disminución en la AA fue similar a la de PF en ambas variedades.

Palabras claves: capacidad antioxidante, polifenoles totales, *Ipomoea batata L.*

Abstract: The aim of this work was to study and to compare the content of total polyphenols (PP) and antioxidant activity (AA) in skin and pulp of two potato cultivars (*Beauregard* and *Colorado INTA*) and assess the percentage retained in a sweetpotato creamed product with and without skin. The PP content was determined by the Folin-Ciocalteu method and AA by the 2,2-diphenyl-1-picryl-hydrazyl (DPPH) radical-scavenging activity assay. The content of PP and AA in pulp and in creamed sweetpotato were significantly higher in the cultivar *Colorado INTA*. The PP and AA values obtained from skin were superior to those of pulp for both cultivars. *Colorado INTA* retained more AA and PF in the creamed sweetpotato with and without skin than *Beauregard*. In percentages, the decrease in AA was similar to PF in both varieties.

Keywords: antioxidant activity, total polyphenols, sweet potato *Ipomoea L.*

INTRODUCCION

La batata (*Ipomoea batata L.*; *Lam*) es una planta dicotiledónea, perteneciente a la familia *Convolvulaceae*, cultivada en más de 100 países. Sus principales productores son China, Uganda, Nigeria, Indonesia y en menor importancia, India, Japón, USA y Brasil. La producción mundial se importa principalmente a Reino Unido, Canadá, Países Bajos, Japón y en menor importancia USA, Francia, México, España y Uruguay. En la Argentina se produce en la región pampeana (Buenos Aires, Córdoba y Santa Fe) y el Noreste argentino (NEA).

Existe una amplia variedad de cultivares de esta especie con distintas características agronómicas, organolépticas y nutricionales. Morada INTA, Arapey, Okinawa 100, Blanca santafesina y Famaillá 6 son algunos de los cultivares de mayor producción. En la zona de San Pedro, es uno de los cultivos tradicionales. Se plantan unas 3000 a 4000 ha anuales de batata, destinadas a abastecer principalmente a la ciudad de Buenos Aires y el conurbano bonaerense. Su importancia económica se incrementa debido a la gran cantidad de galpones de empaques de la zona de San Pedro que procesan este alimento durante gran parte del año y a la presencia de algunas industrias que producen dulce de batata. La Estación Experimental (EEA) INTA San Pedro ha seleccionado dos nuevos cultivares para caracterizar su calidad. *Colorado INTA*, recientemente inscripto por el INTA y *Beauregard*, por ser un cultivar de amplia aceptación en Europa y EE.UU, lo cual permitiría contar, en nuestra zona de producción con un producto para exportar en contra-estación.

La principal parte comestible de la batata es la raíz, rica en almidón, fibra dietaria, minerales, vitaminas y compuestos con actividad antioxidante, como ácidos fenólicos, antocianinas y β -caroteno. Los antioxidantes presentan potenciales efectos preventivos en ciertas enfermedades crónicas relacionadas con el estrés oxidativo como algunos tipos de cáncer, artritis, enfermedades cardiovasculares y neurodegenerativas.

Debido a que se ha reportado que los antioxidantes sintéticos utilizados para la prevención de la oxidación lipídica presentarían efectos carcinogénicos (Hocman, 1988), en los últimos años se ha incrementado el interés por la búsqueda de antioxidantes naturales presentes en alimentos. En frutas y vegetales, estos efectos han sido mayormente atribuidos a la presencia de antocianinas y compuestos polifenólicos (Scalbert *et al.*, 2005). La composición y contenido de nutrientes, especialmente de compuestos antioxidantes, varía ampliamente, entre los distintos cultivares de batata, dependiendo de factores genéticos y ambientales, como edad de la raíz, clima, prácticas del cultivo y almacenamiento luego de la cosecha (Kidmose *et al.*, 2007; Bovell-Benjamin, 2007). Oki *et al.* (2002) y Teow *et al.* (2007) observaron que aquellos cultivares con pulpa de color púrpura presentan mayor AA que los de pulpa blanca y naranja. Actualmente, se busca desarrollar cultivares de pulpa naranja con mayores niveles de AA; debido a que la mayoría de los consumidores, tanto de la Unión europea como de EE.UU, prefieren estos colores de pulpa (Padda y Picha, 2008c). La obtención de distintos cultivares de batata con elevada capacidad antioxidante puede constituir una herramienta que le permita al productor diferenciar el producto, captar el creciente segmento de consumidores interesados en alimentos saludables, y así aumentar el consumo.

La batata puede consumirse utilizando diferentes sistemas de cocción: hervida, horneada, frita o en productos procesados tales como *noodles*, tortas, dulces o jugos. La dulzura natural de muchas variedades de batata posibilita la preservación de las raíces por la adición de azúcar para obtener una variedad de productos confitados, como caramelos, mermeladas y dulces, que son especialmente populares en América Latina y particularmente en Argentina.

Algunas investigaciones revelan una marcada variación tanto del contenido en polifenoles como de la actividad antioxidante en frutos y vegetales debido al tratamiento térmico y almacenamiento (Nicoli *et al.*, 1999; Turkmen *et al.*, 2005). En particular, Philpott *et al.*, (2003) encontraron que estos compuestos se descomponen parcialmente durante los distintos métodos de cocción hogareña de batata.

El conocimiento de la composición funcional de los cultivares *Colorado INTA* y *Beauregard*, ambos de pulpa naranja, nuevos en la región, aportará información para caracterizar su calidad y la del dulce elaborado con ellas.

El objetivo del presente trabajo fue estudiar el contenido de polifenoles totales y AA en dos cultivares de batata (*Beauregard* y *Colorado INTA*), de importancia comercial para el norte de la provincia de Buenos Aires, en el producto fresco (pulpa y piel) y el porcentaje retenido luego de procesado como dulce de batata elaborado con y sin piel.

MATERIALES Y MÉTODOS

Preparación de muestras vegetales

Se utilizaron muestras de los cultivares *Beauregard* y *Colorado INTA* cultivados en idénticas condiciones. Se tomaron, al azar, 10 batatas por cultivar. Cada muestra se formó utilizando un cuarto de cada una de ellas y se congeló la piel y la pulpa por separado en N₂ líquido. Las muestras congeladas fueron liofilizadas, trituradas y almacenadas a -20°C hasta su uso.

Preparación del dulce

Las batatas, con y sin piel, se vaporizaron 28 minutos a 94,5°C en cacerola doméstica con soporte vaporizador. Al finalizar la cocción se las trituró hasta obtener un puré cremoso. Para elaborar el dulce se procedió a pesar 100g de puré con 70g azúcar blanca, se mezcló hasta homogenizar y se calentó 2 minutos en microondas. Luego se adicionaron 2g de agar-agar disueltos en 50 ml de agua, se homogenizó y calentó nuevamente 1 minuto en microondas. Se refrigeró hasta gelificación y se almacenó a -20°C hasta su uso.

Preparación de los extractos

Cada muestra liofilizada (aprox. 1g) se mezcló con metanol 80% (v/v) durante 15 minutos a 80°C y el sobrenadante se separó por centrifugación, 15 minutos a 3500 rpm. Los extractos se realizaron por triplicado.

Métodos analíticos

La humedad se determinó según el método AOAC: 920.151 (1990) por secado de la muestra en estufa de vacío (100 mmHg) a 70° C hasta obtener peso constante.

Determinación de polifenoles totales: Se realizó por triplicado con el reactivo de Folin-Ciocalteu de acuerdo al método de Singleton y Rossi (1965) con algunas modificaciones, utilizando ácido clorogénico como

estándar. A 250 µL de extracto se le agregaron 4 ml de agua destilada y 250 µL del reactivo de Folin-Ciocalteu. Luego de 3 minutos, se incorporaron 500 µL de Na₂CO₃ 1N, se mantuvo 120 minutos a temperatura ambiente y se leyó la absorbancia a 750 nm en espectrofotómetro UV/Vis Hewlett Packard HP 8453. La curva estándar se realizó utilizando concentraciones de ácido clorogénico desde 75 hasta 400 mg/L. El contenido total de polifenoles se informó como mg de ácido clorogénico por g bs.

Determinación de la actividad antioxidante: Se analizó por triplicado mediante la reducción del radical DPPH· de acuerdo al método de Brand-Williams *et al.*, (1995). A 400µl extracto se le agregaron 3,6 ml de DPPH· 0,1 mM, se mantuvo en oscuridad durante 30 minutos a temperatura ambiente y se leyó la absorbancia a 517 nm en espectrofotómetro UV/Vis Hewlett Packard HP 8453. La AA se calculó usando una curva estándar con concentraciones de TROLOX desde 20µM hasta 450 µM. Los resultados se expresaron como mg equivalentes TROLOX por g bs.

Análisis estadísticos

Los datos experimentales se analizaron mediante análisis de varianza (ANOVA) utilizando el programa Statgraphics Plus (5.1).

RESULTADOS Y DISCUSION

En la **Tabla 1** figuran los contenidos de polifenoles totales/g bs para la piel, pulpa y dulces elaborados con y sin piel de los cultivares (*cv*) *Beauregard* y *Colorado INTA* y en la **Tabla 2** se muestra la AA/g bs para las mismas muestras.

El contenido de PF y la AA en la pulpa del *cv Colorado INTA* resultaron significativamente mayores ($p < 0,05$) que en la del *cv Beauregard*. Padda y Picha (2008c) reportaron una amplia variabilidad en el contenido de PF y AA para distintos genotipos de batatas con pulpa color naranja. A su vez, estudios previos encontraron que las de pulpa color púrpura presentan mayores concentraciones de PF y AA que las de pulpa color naranja y blanca (Furuta *et al.*, 1998; Teow *et al.*, 2007). Este incremento estaría asociado a la presencia de compuestos fenólicos, principalmente antocianinas (Oki *et al.*, 2002). Por lo tanto, los mayores valores de PF y AA en el *cv Colorado INTA* podrían atribuirse a la presencia de vetas color púrpura relacionadas con elevados contenidos de PF, y no observados en el *cv Beauregard*. Los valores en piel en cambio, no evidenciaron diferencias entre ambos *cv* ($p > 0,05$), aunque fueron muy superiores a los obtenidos en pulpa. Estos resultados coinciden con Padda y Picha (2008a y b) quienes reportaron que el contenido de PF y AA fue bastante mayor en el tejido de la piel que en la pulpa del *cv Beauregard* al momento de la cosecha. Jung *et al.* (2011) también encontraron diferencias en la AA y el contenido de fenoles incluso, dentro de la pulpa de una misma raíz, pudiendo variar de médula a corteza. Walter y Schadel, (1981) y Harrison *et al* (2003) han atribuido los mayores valores de PF registrados en los tejidos de la piel de la batata a un mecanismo de defensa química natural de la misma contra enfermedades e insectos. El alto contenido de compuestos fenólicos en la piel podría despertar el interés de las industrias en utilizarla para su incorporación en diversos alimentos con el fin de aprovechar su potencial antioxidante natural y a su vez, minimizar los residuos industriales.

Tabla 1: Contenido de polifenoles totales expresados en mg equivalentes de ácido clorogénico /g bs para los cultivares *Beauregard* y *Colorado INTA*.

	<i>Beauregard</i>	<i>Colorado INTA</i>
Pulpa	1,85 ± 0,09	3,52 ± 0,26
Piel	20,22 ± 1,45	20,82 ± 2,27
Dulce sin piel	0,187 ± 0,016	0,648 ± 0,088
Dulce con piel	0,272 ± 0,041	0,851 ± 0,045

Cada valor es el promedio ± la Desviación Estándar de los resultados obtenidos.

Tabla 2: Actividad antioxidante expresada en mg equiv. TROLOX /g bs para los cultivares *Beauregard* y *Colorado INTA*.

	Beauregard	Colorado
Pulpa	2,24 ± 0,14	4,64 ± 0,33
Piel	23,8 ± 0,60	22,2 ± 2,7
Dulce sin piel	0,256 ± 0,048	0,88 ± 0,12
Dulce con piel	0,362 ± 0,044	1,19 ± 0,05

Cada valor es el promedio ± la Desviación Estándar de los resultados obtenidos.

En las **Tablas 1** y **2** también puede observarse que los dulces elaborados con el cultivar *Colorado INTA*, con y sin piel, contenían valores de AA y PF significativamente mayores ($p < 0,05$) que los del cultivar *Beauregard*. A su vez, en ambos cultivares estos parámetros resultaron más elevados en ($p < 0,05$) los dulces elaborados con piel. Para analizar la variación del contenido de PF y AA durante la elaboración del dulce, se calculó su contenido en la batata sin procesar / g dulce bs y se lo comparó con el valor obtenido en el dulce elaborado (Fig 1 y 2).

Las pérdidas del contenido de PF en los dulces elaborados sin piel con respecto a la pulpa cruda utilizada para su elaboración fue de 58% para el cv *Beauregard* y 51% para el cv *Colorado INTA* y en los elaborados con piel fue de 54% y 41% respectivamente.

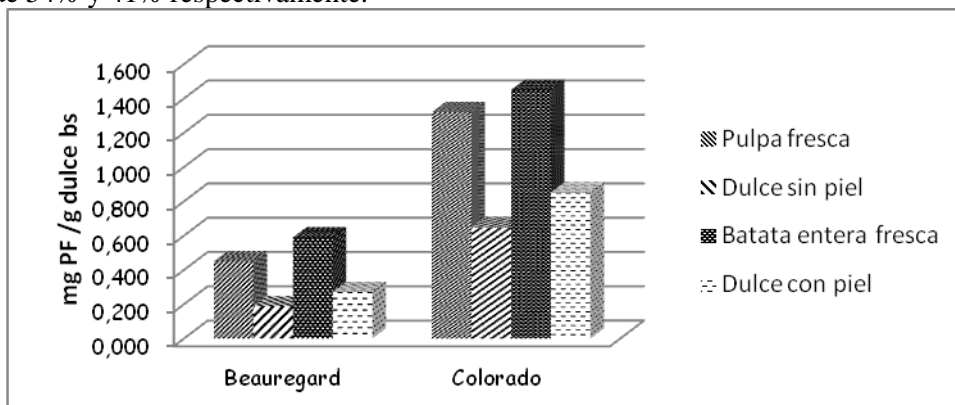


Figura 1: Contenido de polifenoles totales expresados en mg de equivalente de ácido clorogénico /g dulce bs para pulpa y batata entera y dulces elaborados, con y sin piel, de los cultivares *Beauregard* y *Colorado INTA*.

La disminución del contenido de AA en los dulces elaborados sin piel con respecto a la pulpa cruda utilizada para su elaboración fue de 54% para cv *Beauregard* y 47% para cv *Colorado INTA* y en los elaborados con piel fue de 50% y 34% respectivamente.

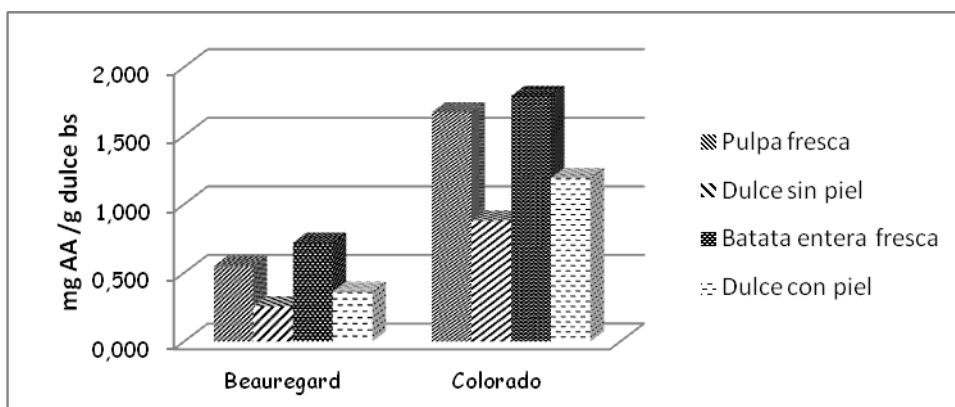


Figura 2: Actividad antioxidante expresada en mg de equivalente de TROLOX /g dulce bs para dulces elaborados, con y sin piel, de los cultivares *Beauregard* y *Colorado INTA*.

Puede observarse que las pérdidas tanto del contenido de PF como de AA en los dulces elaborados, con y sin piel, del cv *Colorado INTA* fueron menores que en el cv *Beauregard*, aunque la disminución de ambos parámetros fue similar para cada uno de ellos. Padda y Picha (2008b), manifiestan que el procesamiento con calor resultó en una significativa pérdida del contenido de PF y AA en la piel, reduciéndose un 37% después de la cocción de la batata entera por hervido, un 42% en microondas y 55% después del horneado convencional. Sin embargo, a diferencia de lo observado en el presente trabajo, estos autores no registraron pérdidas significativas en el contenido de PF ni AA en la pulpa luego de distintos procesos de calentamiento. En ambos cultivares los PF y AA presentaron mayores porcentajes de retención en los dulces elaborados con piel que en los sin piel.

En el **Gráfico 3**, puede observarse que los valores de AA mostraron una alta correlación ($r^2 = 0,99$) con los de PF. Otros autores, también encontraron una alta correlación entre PF y AA en distintos cultivares de batata (Padda y Picha, 2008b; Wang *et al*, 2006). Esto sugiere que la AA de las batatas podría ser causada principalmente por la presencia de PF.

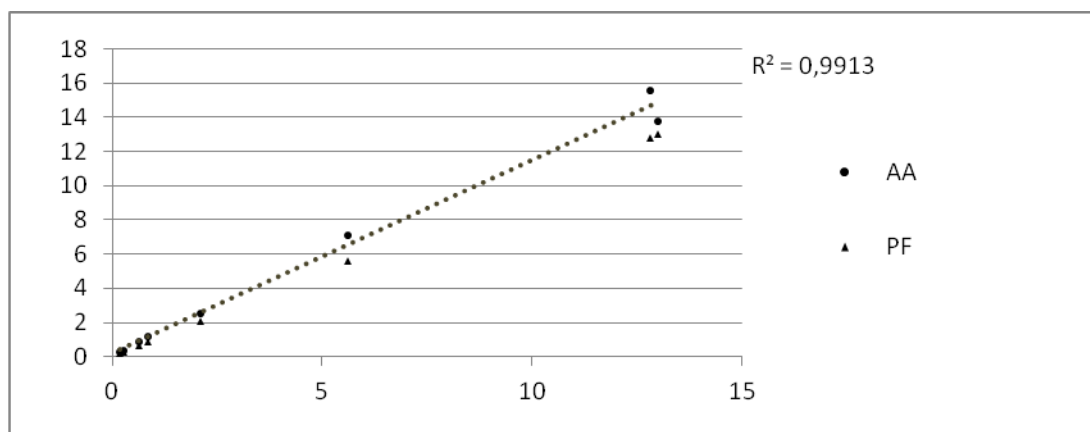


Gráfico 3: Correlación entre PF y AA para ambos cultivares, en tejido fresco, piel y pulpa, y en los dulces elaborados con y sin piel.

CONCLUSIONES

El cv *Colorado*, con vetas color púrpura, resultó más rico en PF que el cv *Beauregard*. La AA, tanto en la pulpa como en la piel de ambos cv puede atribuirse a la presencia de PF.

La disminución del contenido de PF y de la AA durante la elaboración del dulce resultó considerable. A pesar que la piel de ambos cultivares es muy rica en PF y AA y presenta valores muy superiores a los de la pulpa, debido a su escaso porcentaje en la batata entera (aprox. 6%), no se observó un incremento importante en estos parámetros en el dulce elaborado con piel.

De acuerdo a lo analizado en estos cultivares, la piel de batata en la industria alimentaria aportaría mayores beneficios a través de la extracción de sus compuestos antioxidantes que por su inclusión en productos elaborados por cocción.

BIBLIOGRAFÍA

- A.O.A.C., Association of the Official Analytical Chemists, 1990. 920.151. Official Methods of the Association of the Official Analytical Chemists, Ed. Horwitz, W., 14th ed., Washington, DC.
- Bovell-Benjamin, A. C. 2007. Sweet potato: A review of its past, present, and future role in human nutrition. *Advances in Food and Nutrition Research*, 52, 1–59.
- Brand-Williams, W.; Cuvelier, M.E. and Berset, C. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Food Science Technology*, 28, 25-30.
- Furuta, S., Suda, I., Nishiba, Y., & Yamakawa, O. 1998. High tertbutylperoxyl radical scavenging activities of sweetpotato cultivars with purple flesh. *Food Science and Technology International of Tokyo*, 4, 33–35.

- Harrison, H.F., Peterson, J.K., Snook, M.E., Bohac, J.R. & Jackson, D.M. 2003. Quantity and potential biological activity of caffeic acid in sweet potato [*Ipomoea batatas* (L.) Lam.] storage root periderm. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51, 2843–2848.
- Hocman, G., 1988. Chemoprevention of cancer–phenolic antioxidants (BHT, BHA). *International Journal of Biochemistry*, 20, 639–651.
- Jung, j.K., Lee, S.U., Kozukue, N., Levin, C.E., Friedman, M..2011. Distribution of phenolic compounds and antioxidative activities in parts of sweet potato (*Ipomoea batata* L.) plants and in home processed roots. *Journal of Food Composition and Analysis* 24 (2011) 29–37.
- Kidmose, U., Christensen, L. P., Agili, S.M., Thilsted, S.H.. 2007. Effect of home preparation practices on the content of provitamin A carotenoids in coloured sweet potato varieties (*Ipomoea batatas* Lam.) from Kenya. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 8 (2007) 399–406.
- Nicoli, M.C, Anese, M. and Parpinel, M. 1999. Influence of processing on the antioxidant properties of fruits and vegetables. *Trends in Food Science & Tecnology*, 10, 94-100.
- Oki, T., Masuda, M., Furuta, S., Nishiba, Y., Terahara, N., Suda, I., 2002. Involvement of anthocyanins and other phenolic compounds in radical-scavenging activity of purple-fleshed sweet potato cultivars. *J. Food Sci.* 67, 1752–1756.
- Padda, M.S., Picha, D.H.. 2008a. Effect of low temperature storage on phenolic composition and antioxidant activity of sweetpotatoes. *Postharvest Biology and Technology* 47 (2008) 176–180.
- Padda, M.S., Picha, D.H.. 2008b. Phenolic composition and antioxidant capacity of different heat-processed forms of sweetpotato cv. Beauregard. *International Journal of Food Science and Technology* 2008, 43, 1404–1409.
- Padda, M.S., Picha, D.H.. 2008c. Quantification of phenolic acids and antioxidant activity in sweetpotato genotypes. *Scientia Horticulturae* 119 (2008) 17–20.
- Philpott, M., Gould, K.S., Markham, K.R., Lewthwaite, S.L. & Ferguson, L.R. 2003. Enhanced coloration reveals high antioxidant potential in new sweetpotato cultivars. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 83, 1076–1082.
- Scalbert, A., Manach, C., Morand, C., Remesy, C., Jimenez, L., 2005. Dietary polyphenols and the prevention of diseases. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 45, 287–306.
- Singleton V.L. and Rossi, J. A. Jr. 1965. “Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagents”. *Am. J. Enol. Vitic.* 1965 16:144-158.
- Teow, C.C., Truong, V.D., McFeeters, R.F., Thompson, R.L., Pecota, K.V., Yencho, G.C.. 2007. Antioxidant activities, phenolic and b-carotene contents of sweet potato genotypes with varying flesh colours. *Food Chemistry* 103 (2007) 829–838.
- Turkmen, N., Sari, F. and Velioglu, S. 2005. The effect of cooking methods on total phenolics and antioxidant activity of selected green vegetables. *Food Chemistry*. 93, 713-718.
- Walter, W.M. & Schadel, W.E. 1981. Distribution of phenols in ‘Jewel’ sweet potato [*Ipomoea batatas* (L.) Lam.] roots. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 29, 904–906.
- Wang P, Zhu Z. 2006. Effects of pickling on the contents of antioxidant compounds and antioxidant activities in different cultivars of leaf mustard. *Journal of Nuclear Agricultural Sciences*, 20, 516-520. (in Chinese).