

## EFEITO DO ARMAZENAMENTO EM ATMOSFERA CONTROLADA NA QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE MIRTILOS 'BLUEGEM' PRODUZIDOS NO BRASIL

Simone Padilha Galarça<sup>(1)</sup>, Rufino Fernando Flores Cantillano<sup>(2)</sup>, Ana Paula Pereira Schunemann<sup>(1)</sup> e Cláudia Simone Madruga Lima<sup>(1)</sup>.

<sup>(1)</sup>Universidade Federal de Pelotas, Departamento de Fitotecnia Caixa Postal 354, CEP 96010-900 Pelotas, RS, Brasil. Bolsista CNPq. Endereço residencial: Avenida Ferreira Viana 2962 casa 22, Cep 96085000, Pelotas, RS, Brasil. ([sgalarca@superig.com.br](mailto:sgalarca@superig.com.br)). E-mail: [claudialim@pop.com.br](mailto:claudialim@pop.com.br), [anaschunemann@gmail.com](mailto:anaschunemann@gmail.com); <sup>(2)</sup>Embrapa Clima Temperado, BR 392 – Km 78. Caixa Postal 403 CEP 96001-970, Pelotas, RS. Brasil. E-mail: [fcantill@cpact.embrapa.br](mailto:fcantill@cpact.embrapa.br)

*Palavra-chave: Vaccinium ashei, características físico-químicas, refrigeração.*

### RESUMO

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a influência da atmosfera controlada na qualidade físico-química de mirtilo 'Bluegem' em armazenamento refrigerado. Os frutos foram colhidos no estágio de maturação comercial, selecionados e armazenados em refrigeração. Foram realizados os seguintes tratamentos: controle -21KPa O<sub>2</sub> e 0,03% CO<sub>2</sub> (T1- atmosfera normal), 4 KPa O<sub>2</sub> + 5 KPa CO<sub>2</sub> (T2), 4 KPa O<sub>2</sub> + 10 KPa CO<sub>2</sub> (T3). As frutas ficaram armazenadas por um período de 14 (P1), 28 (P2) e 42 dias (P3) a temperatura de 1,5 °C e umidade relativa (UR) de 90-95% mais um dia de simulação de comercialização em temperatura de 20 °C. Os mirtilos 'Bluegem' podem permanecer até 42 dias de armazenamento a 1,5°C mais 1 dia de simulação de comercialização a 20°C com qualidade, desde que tratadas com CO<sub>2</sub>. Se for utilizado o armazenamento refrigerado comum, as frutas podem ficar até 14 dias de armazenamento a 1,5°C mais 1 dia de simulação de comercialização a 20°C sem comprometer a qualidade da fruta.

### EFFECT OF STORAGE AT CONTROLLED ATMOSPHERE ON POSTHARVEST QUALITY OF BLUEBERRY 'BLUEGEM' PRODUCED IN BRAZIL.

*Key words: Vaccinium ashei, physic-chemical characteristics, refrigeration.*

### ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the influence of controlled-atmosphere storage on physico-chemical quality of blueberry fruits of 'Bluegem' in refrigerated storage. The fruits were picked at the commercial maturity stage. The storage conditions were: temperature of 1.5 °C and relative humidity of 90-95% (RH). The following treatments were evaluated: control- 21KPa O<sub>2</sub> e 0,03KPa CO<sub>2</sub> - (T1 – air storage), 4KPa O<sub>2</sub> + 5KPa CO<sub>2</sub> (T2), 4KPa O<sub>2</sub> + 10KPa CO<sub>2</sub> (T3). Fruit samples were stored for 14 (P1), 28 (P2) and 42 (P3) days at 1.5 °C and 90-95% relative humidity (RH) plus 1 day at 20 °C for evaluating shelf life condition. The 'Bluegem' blueberries may remain up to 42 days storage at 1.5 °C plus 1 day at 20 °C, with quality, when treated with CO<sub>2</sub>. In common refrigerate storage, 'Bluegem' blueberries may be stored up to 14 days at 1.5 °C plus 1 day at 20 °C, with quality.

### INTRODUÇÃO

Segundo Antunes et al., (2008), a cultivar Bluegem é recomendada para cultivo em Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil, juntamente com Bluebelle e Briteblue, tendo alta produtividade. Ela tem sabor doce-ácido e

apresenta toda superfície coberta por pruína. Pruína é uma cera natural que está presente na superfície das frutas como o mirtilo e evita a perda de massa. O teor de sólidos solúveis tem sido observado entre 10,5 e 12,8°Brix. O

diâmetro das frutas se situa entre 1,0cm e 1,6cm e o peso médio em torno de 1,3g.

O tempo de armazenamento e o tempo necessário para transportar o mirtilo são limitados principalmente pela fácil capacidade que o mirtilo tem de desidratar. Os fatores mais importantes na manutenção e conservação do mirtilo são: a espécie e a cultivar, a data da colheita, as condições de armazenamento e embalagens (Silva et al., 2005). O CO<sub>2</sub> também é utilizado na conservação pela sua capacidade de diminuir o metabolismo das frutas, retardando sua senescência.

A atmosfera controlada consiste em expor as frutas a uma concentração conhecida de gases. Essa técnica tem por objetivo a redução, a um valor mínimo, das trocas gasosas relacionadas à respiração do produto. A ação do CO<sub>2</sub> ocorre no ciclo dos ácidos tricarbóxicos, inibindo diversas enzimas reduzindo a atividade deste ciclo e, conseqüentemente, do metabolismo da fruta (Chitarra e Chitarra, 2005).

Diminuir a temperatura entre aproximadamente 0-1,5°C é uma técnica eficaz de armazenamento. Segundo Harb e Streif (2004), mirtilos do grupo highbush permaneceram por três semanas sob essa temperatura. Este mesmo autor constatou que para o grupo highbush a utilização de atmosfera controlada (1-5%O<sub>2</sub> + 15% CO<sub>2</sub>) prolongou o tempo de armazenamento.

Segundo Schotsmans et al. (2007), o armazenamento sob atmosfera controlada (2,5kPa O<sub>2</sub> e 15kPa CO<sub>2</sub>) apresenta um claro benefício para a conservação do mirtilo a longo prazo (até 42 dias), sendo as características físico-químicas preservadas. Os benefícios são mais claros durante o decurso da vida de prateleira (20°C).

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a influência da atmosfera controlada na qualidade físico-química de mirtilo 'Bluegem' em armazenamento refrigerado.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido nos Laboratórios de Pós-colheita e Tecnologia de Alimentos, da Embrapa Clima Temperado, localizada na BR 392, Km 78, a 31°37'15,57"S, 52°31'30,77"W e 164 m de altitude em Pelotas, RS, Brasil.

Neste experimento foram utilizados mirtilos 'Bluegem' provenientes de um produtor localizado na região de Morro Redondo, RS. Os mirtilos foram colhidos manualmente e aleatoriamente em diversas posições e orientações da planta, sendo colocados em caixas plásticas de colheita previamente lavadas e desinfetadas. A colheita foi realizada quando as frutas estavam no estágio de maturação comercial, com coloração azul escuro e presença de pruína.

Após realizou-se o processo de seleção, sendo descartadas as frutas com injúrias mecânicas, ataques fúngicos e/ou de insetos, ou outros defeitos, deixando-se as frutas em lotes uniformes. Posteriormente, os mirtilos foram colocados em bandejas de isopor e armazenados a temperatura de 1,5°C, sendo realizados os seguintes tratamentos: controle - 21KPa O<sub>2</sub> e 0,03KPa CO<sub>2</sub> - (T1-atmosfera normal), 4KPa O<sub>2</sub> + 5KPa CO<sub>2</sub> (T2), 4KPa O<sub>2</sub> + 10KPa CO<sub>2</sub> (T3). Foram utilizadas microcâmaras especialmente acondicionados para estanquidade dos gases. As frutas ficaram armazenadas por um período de 14 (P1), 28 (P2) e 42 (P3) dias a 1,5°C, 90-95% UR, mais 1 dia de simulação de comercialização em temperatura de 20°C. UR. Foram realizadas determinações físico-químicas na colheita e após cada período de armazenamento e simulação de comercialização. As determinações realizadas foram: Perda de massa (PM); Cor de superfície (C); Firmeza de polpa (FP); Sólidos solúveis (SS); Acidez titulável (AT); Antocianinas Totais (AT).

O delineamento experimental utilizado para as análises físico-químicas foi inteiramente casualizado com esquema fatorial 3x3 (3 tratamentos e 3 períodos de

armazenamento). A unidade experimental foi composta de 100 frutas por repetição com três repetições. Os dados em porcentagem foram transformados para arco seno raiz quadrada de  $X/100$  e reconvertidos por 100 ( $\text{seno}(x))^2$ . Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e, para a comparação das médias, foi aplicado o teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ) utilizando o programa Statistica (versão 6.0).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, podemos observar os valores dos parâmetros físico-químicos do mirtilo 'Bluegem' na colheita.

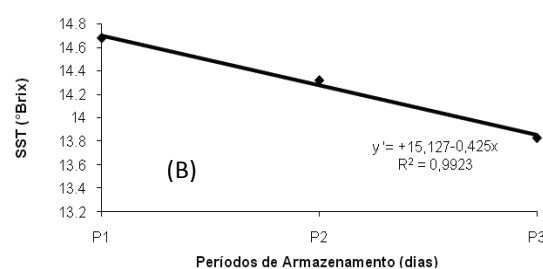
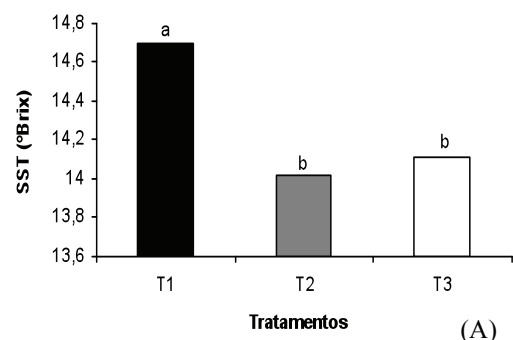
**Tabela 1: Avaliação das variáveis físico-químicas na colheita de mirtilo 'Bluegem'. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2012.**

SS (°Brix)	AT (% AC. cítrico)	SS/AT	C (°Hue)	AT (mg $100\text{g}^{-1}$ )	FP (N)
15,5	0,63	24,47	276,8	48,05	16,5

SS=Sólidos solúveis; AT=acidez titulável (AT); C=coloração da epiderme; AT= antocianinas totais; FP= firmeza de polpa.

Durante o armazenamento, os dados para a variável sólidos solúveis (SS), tratamentos e períodos de armazenamento não apresentaram interação. Ao se estudar o efeito de cada variável, pode-se observar que o controle (Tratamento 1- 21KPa  $O_2$  + 0,03KPa  $CO_2$ ) apresentou maior teor de SS que os demais tratamentos (Figura 1A), isso poderia ser explicado pela maior perda de massa observada no tratamento 1, conforme Cunha Júnior et al. (2010) a tendência de aumento no teor de sólidos solúveis é provavelmente devido ao acúmulo em resposta às perdas de massa fresca pela transpiração, o que leva à concentração dos açúcares. Já durante o período de armazenamento houve uma pequena queda linear até os 42 + 1 dias (P3) no teor de SS (Figura 1B). Estes resultados concordam com o reportado por Schotsmans et al., (2007), que observaram uma pequena diminuição no teor de SST durante o período de armazenamento para o mirtilo 'Centurion',

indicando que as frutas estavam em condições adequadas de conservação.



**Figura 1. Teor de sólidos solúveis (SS) entre os tratamentos (A) e entre os dias de armazenamento (B) de mirtilo 'Bluegem'. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2012.**

Para as variáveis acidez titulável (AT), firmeza (N), perda de massa (%), e coloração (Hue), houve interação entre os fatores tratamentos e período de armazenamento (Tabela 2).

Aos 42 + 1 dias (P3) a acidez titulável (AT) foi menor no T1 (controle), maior no T2 (4KPa  $O_2$  e 5KPa  $CO_2$ ) e intermediária no T3 (4KPa  $O_2$  e 10KPa  $CO_2$ ). O T3 no P2 (28+1 dias) apresentou um menor nível de acidez e no P3 (42+1 dias) um nível intermediário (Tabela 2). Estes resultados demonstram que tanto o controle (T1) quanto o T2 (4KPa  $O_2$  e 5KPa  $CO_2$ ) não apresentaram variação na AT durante o período de armazenamento, porém, quando a concentração de  $CO_2$  é maior (T3) a AT diminuiu no P2 (28+1 dias) e aumenta no P3 (42+1 dias) (valor intermediário). Schotsmans et al., (2007), relatam que a acidez total titulável não

teve variação em refrigeração, porém aumentou significativamente durante a exposição de mirtilos 'Centurion' em atmosfera controlada. Já Brackmann et al. (2010), trabalhando com mirtilos 'Bluegem', relatam um maior teor de acidez nas frutas sob armazenamento refrigerado.

A firmeza da polpa (N) se manteve constante até o P2 (28 + 1 dias); após este período, no P3 (42+1 dias), houve diminuição (Tabela 2). Segundo Seibert et al., (2000), a redução da firmeza da polpa, é devido, basicamente, à dissociação das paredes celulares, com a diminuição no grau de polimerização de ácidos urônicos que geralmente é acompanhado de aumento nos teores de pectinas solúveis. Os tratamentos com CO<sub>2</sub> apresentaram frutas mais firmes que o controle (21KPa O<sub>2</sub> + 0,03KPa CO<sub>2</sub>) somente ao final do período de armazenamento; nos períodos anteriores não houve diferença estatística significativa (Tabela 2). Segundo os resultados encontrados por Harker et al., (2000) para morango, o tratamento com CO<sub>2</sub> mantém a resistência da célula, indicando uma grande influência do CO<sub>2</sub> sobre a química das pectinas da lamela média. Segundo este mesmo autor a análise da parede celular indica que o tratamento com CO<sub>2</sub> diminui a proporção de pectina solúvel em água e aumenta a parte que é ionizável dentro da parede celular, provocando maior aderência.

A perda de massa (%) aumentou durante o período de armazenamento até o P3 (42+1 dias). As frutas tratadas com CO<sub>2</sub> sofreram menor perda de massa que o controle (Tabela 2). Brackmann et al. (2010) relatam que a menor ocorrência de frutos desidratados foi obtida nas pressões parciais de 15kPa CO<sub>2</sub>, desta forma a perda de umidade é consequência do processo transpiratório, que se dá pelo déficit de pressão de vapor entre os tecidos internos da fruta e a atmosfera que a envolve. Assim, como normalmente a umidade interna da fruta é maior do que a da atmosfera de armazenamento, a água se movimenta de

dentro para fora, na forma de vapor, havendo, assim, perdas de massa, o que também pode ser explicado pelo tamanho da fruta, pois o mirtilo possui grande área de superfície de exposição por unidade de volume, favorecendo a perda de água pelo processo transpiratório.

A coloração, determinada como ângulo HUE, não apresentou uma variação significativa, apenas no P3 (42+1 dias) para o controle que houve aumento significativo, o que confirmou a homogeneidade da cor do mirtilo após sair do campo, tonalidade azul escuro (Tabela 2).

**Tabela 2 - Teores de Acidez titulável (AT), firmeza da polpa (FP) (N), perda de massa (PM) (%) e coloração (HUE) de mirtilo 'Bluegem' durante Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2012.**

Variável	Trat.	P1	P2	P3
AT (%)	T1	0,6aA	0,6aA	0,5bA
	T2	0,5aA	0,6aA	0,6aA
	T3	0,6aA	0,5a B	0,6abAB
FP (N)	T1	16aA	18aA	9bB
	T2	14aA	14aA	12abB
	T3	15aA	16aA	13aB
PM (%)	T1	6aC	6aB	9aA
	T2	0,5bC	3bB	4bA
	T3	3 b B	3cB	4cA
C (°Hue)	T1	283a B	280a B	309aA
	T2	285aA	285aA	286bA
	T3	283aA	287aA	278bA

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna ou maiúscula na linha não diferem entre si em nível de 5% pelo teste de Tukey.

Controle 21KPa O<sub>2</sub> e 0,03KPa CO<sub>2</sub> (T1), 4KPa O<sub>2</sub> e 5KPa CO<sub>2</sub> (T2) e 4KPa O<sub>2</sub> e 10KPa CO<sub>2</sub> (T3).

14 (P1), 28 (P2), 42 (P3) dias de armazenamento a 1,5°C, 90-95% UR e 1 dia de simulação de comercialização a 20°C..

O conteúdo de antocianinas sofreu uma diminuição, sendo que as frutas tratadas com CO<sub>2</sub> tiveram uma menor queda neste composto antioxidante. Possivelmente deve-se à influência do pH que se encontrava baixo, nas frutas tratadas com CO<sub>2</sub>, mantendo um pouco mais a estabilidade das antocianinas (Figura 3). Veazie e Collins (2002) também encontraram o mesmo resultado para amora-

preta 'Navaho' que apresentaram um aumento nas antocianinas nos primeiros 3 dias de armazenamento a 2°C e, após este período, ocorreu uma diminuição. É possível que a diminuição do teor de antocianinas esteja relacionada a processos oxidativos.

Severo et al. (2009) observaram que mirtilos cv Bluegem armazenados durante 42 dias em atmosfera controlada de 10 KPa de CO<sub>2</sub> + 4 KPa O<sub>2</sub>, temperatura de 1,5 °C e UR 90-95%, com mais um dia para simulação de comercialização a 15 °C, conservaram melhor o conteúdo de fenóis e de antocianinas totais, obtendo também capacidade antioxidante superior.

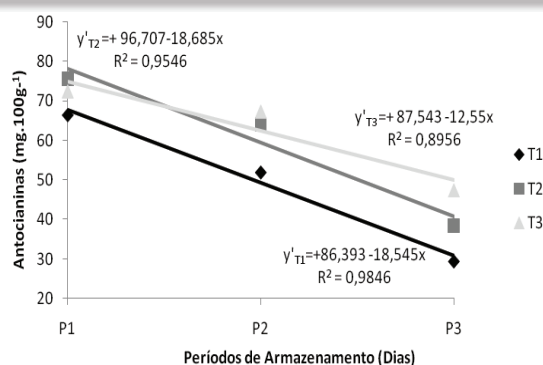
Romero et al. (2008a) observaram que baixas temperaturas induzem a produção de antocianinas em uvas. Romero et al. (2008b), analisando individualmente as antocianinas em uvas, observaram variações distintas nos conteúdos após o armazenamento em CO<sub>2</sub>, com incremento da pelargonidina 3-glicosídeos nos frutos armazenados em CO<sub>2</sub>. Stiles et al. (2007) sugerem, de acordo com as vias biossintéticas na planta, que a cianidina, a delphinidina e a pelargonidina parecem estar envolvidas no acúmulo de antocianinas durante o armazenamento refrigerado.

Embora alterações no teor deste pigmento, tenham sido detectadas não houve grandes alterações na coloração da epiderme, como já foi demonstrado. Estes resultados concordam com Cordenunsi et al., (2003), que obtiveram o mesmo comportamento para os morangos 'Mazi' e 'Oso-grande' armazenados a 6°C.

## CONCLUSÕES

Conclui-se que a utilização de atmosfera controlada de 5 ou 10KPa de CO<sub>2</sub> e 4KPa de O<sub>2</sub> é eficiente na preservação da qualidade de mirtilos 'Bluegem' até 42 dias de armazenamento a 1,5°C, 90-95% UR, mais 1 dia a 20°C. Em atmosfera refrigerada este período foi inferior, até 14 dias de armazenamento a 1,5°C, 90-95% UR, mais 1

dia a 20°C. sem comprometer a qualidade da fruta.



T1: Controle 21KPa O<sub>2</sub> + 0,03 KPa CO<sub>2</sub>; T2: 4 KPa O<sub>2</sub> + 5 KPa CO<sub>2</sub>; e T3: 4 KPa O<sub>2</sub> + 10 KPa CO<sub>2</sub>; 14 (P1), 28 (P2), 42 (P3) dias de armazenamento a 1,5°C, 90-95% UR e 1 dia de simulação de comercialização a 20°C. CV (%) 1,25

**Figura 3. Teor de antocianinas totais de mirtilo 'Bluegem' armazenados por 14, 28 e 42 dias (1,5°C) + 1 dia de simulação de comercialização (20°C) tratados com diferentes concentrações de CO<sub>2</sub> e o controle. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2012.**

## AGRADECIMENTOS

Ao CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pelo apoio financeiro. À Embrapa Clima Temperado e à Universidade Federal de Pelotas.

## REFERÊNCIAS

- Antunes, L.E.C.; Gonçalves, E.D.; Ristow, N.C.; Carpenedo, S.; Trevisan, R. 2008. Fenologia, produção e qualidade de frutos de mirtilo. *Pesq. Agrop. Bras.*, 43: 1011-1015.
- Brackmann, A.; Weber, A.; Giehl, R.F.H.; Eisermann, A.C.; Sautter, C.K.; Gonçalves, E.D.; Antunes, L.E.C. 2010. Armazenamento de mirtilo 'Bluegem' em atmosfera controlada e refrigerada com absorção e inibição do etileno. *Revist. Ceres*, 57: 006-011.
- Chitarra, M.I.F.; Chitarra, A.B. (Ed). 2005. Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio. Lavras: ESALQ/FAEPE, 785 p.

- Cordenunsi, B.R.; Nascimento, J.R.O.; Lajolo, F.M. 2003. Physico-chemical changes related to quality of five strawberry fruit cultivars during cool-storage. *Food Chem.*, 83: 167–173.
- Cunha Junior, L. C.; Durigan, M. F. B. E Mattiuz, B. 2010. Conservação de pêssego 'Aurora-1' armazenados sob refrigeração. *Revist. Brasil. de Frutic.* 32: 386-396.
- Harker, F.R.; Elgar A, H.J; Watkins B C.B; Jackson A P.J; Hallett A I.C. 2000. Physical and mechanical changes in strawberry fruit after high carbon dioxide treatments. *Post. Biol. and Techn.*, 19: 139–146.
- Harb, J.Y., Streif, J., 2004. Controlled atmosphere storage of Highbush blueberries cv. 'Duke'. *Eur. Jour. Hortic. Scie.* 69: 66–72.
- Romero, I.; Sanchez-Ballesta, M. T.; Escribano, M. I.; Merodio, C. 2008a. Individual anthocyanins and their contribution to total antioxidant capacity in response to low temperature and high CO<sub>2</sub> in stored Cardinal table grapes. *Post. Biol. and Techn.*, 49: 1-9.
- Romero, I.; Sanchez-Ballesta, M. T.; Maldonado, R.; Escribano, M. I.; Merodio, C. 2008b. Anthocyanin, antioxidant activity and stress-induced gene expression in high CO<sub>2</sub> - treated table grapes stored at low temperature. *Jour. of Plant Physiol.*, 165: 522-530.
- Schotsmans, W.; Molana, A.; Mackayb, B. 2007. Controlled atmosphere storage of rabbiteye blueberries enhances postharvest quality aspects. *Post. Biol. and Techn.*, 44: 277–285.
- Seibert, E.; Barradas, C.I.N.; Araujo, P.J.; Bender, R.J. 2000. Efeito do ethephon e da frigoconservação na maturação de pêras cv. Packham's Triumph. *Pesq. Agrop. Bras.*, 35: 55-62.
- Severo, J.; Galarça, S.P.; Aires, R.F.; Cantillano, R.F.F.; Rombaldi, C. V.; Silva, J. A. 2009. Avaliação de compostos fenólicos, antocianinas, vitamina C e capacidade antioxidante em mirtilo armazenado em atmosfera controlada. *Brazil. Jour. of Food Techn.*, II SSA,.
- Silva, J.L., Marroquin, E., Matta, F.B., Garner, J.O.J., Stojanovic, J., 2005. Physicochemical carbohydrate and sensory characteristics of highbush and rabbiteye blueberry cultivars. *J. Scie. Food Agricul.*, 85: 1815–1821.
- Stiles, E. A.; Cech, N. B.; Dee, S. M.; Lacey, E. P. 2007. Temperature-sensitive anthocyanins production in flowers of *Plantago lanceolata*. *Physi. Plant.*, 129: 756-765.
- Veazie, P.P., Collins, J.K. 2002. Quality of erect-type blackberry fruit after hort intervals of controlled atmosphere storage. *Post. Biol. and Techn.*, 25: 235–239.