

MUDANÇAS NAS CARACTERÍSTICAS DE QUALIDADE DOS FRUTOS DURANTE O DESENVOLVIMENTO DE TOMATE¹

VÂNIA DÉA DE CARVALHO², SÁRA MARIA CHALFOUN, MIRALDA BUENO DE PAULA³
e LUCIANO DE ASSIS ROSA⁴

RESUMO - Foram determinados os teores de alguns constituintes físicos, físico-químicos e químicos em frutos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) da cultivar Gigante Kada, colhidos em oito estádios, com o objetivo de determinar as alterações nestes constituintes durante o período de desenvolvimento dos frutos. Foi observado que: a) os teores de sólidos totais, acidez titulável total e vitamina C total não apresentaram mudanças durante o período de desenvolvimento dos frutos; b) os valores de sólidos solúveis, açúcares redutores e relação sólidos solúveis/acidez aumentaram, atingindo um valor máximo no quarto estágio de desenvolvimento dos frutos (diâmetro médio de 3,36 cm), e após, tenderam a diminuir, até o final do período; c) houve diminuição nos valores de pH a partir do quarto estágio de desenvolvimento dos frutos; d) os maiores teores de formas monoméricas, di- e oligoméricas dos fenólicos e de fenólicos totais foram apresentados por frutos no início do período de desenvolvimento (diâmetro em torno de 1,8 cm); e) valores de pH em torno de 4,7% e açúcares redutores em 2,2% poderiam indicar um completo desenvolvimento dos frutos.

Termos para indexação: composição físico-química, compostos fenólicos.

CHANGES ON FRUIT QUALITY CHARACTERISTICS DURING DEVELOPING PERIOD OF TOMATO

ABSTRACT - The contents of some physical-chemical and chemical constituents in tomato fruits (*Lycopersicon esculentum* Mill.) of Gigante Kada cultivar harvested at eight stages of the fruit developing period were determined. This work aimed to determine the changes occurred in these constituents during this period. It was observed that: a) the total solids, titratable acidity and C vitamin contents did not change during fruit developing period; b) soluble solids, reducing sugars and soluble solids acidity ratio values increased until they reached the highest levels at the 4th stage (3.36 cm of medium diameter); after then, these values decreased; c) pH values decreased after the 4th stage of fruit developing; d) the highest contents of monomeric, di- and oligomeric and total phenolic compounds were presented by fruits on the 1st stages of developing period (with about 1.8 cm of diameter); e) the full development of fruits can be evaluated by pH (4.7%) and reducing sugars (2.2%) values.

Index terms: physical-chemical composition, phenolic compounds.

INTRODUÇÃO

O tomate é considerado uma das hortaliças mais comercializadas, seja para consumo ao natural, seja visando propósitos industriais.

Várias características físicas, físico-químicas e químicas conferem às cultivares aparência, sabor e aroma desejáveis, tornando-as mais adequadas aos propósitos a que se destinem: consumo *in natura* ou indústria (Hulme 1970).

O grau de amadurecimento e as condições de amadurecimento dos frutos pós-colheita são fatores conhecidos como grau de influência na quali-

dade dos frutos (Bisogni et al. 1976, Kaur et al. 1976).

Os frutos normalmente são colhidos de vez ou ainda verdes, e amadurecidos pós-colheita. O ponto de desenvolvimento dos frutos no momento da colheita é muito importante, pois influirá na qualidade do fruto maduro. Tomates, quando colhidos verdes, porém ainda muito pequenos (imaturos fisiologicamente), não amadurecem, ou quando o amadurecimento ocorre, a qualidade dos frutos é prejudicada (Hulme 1970).

Stenvers & Staden (1976), Stenvers & Stork (1976) e Kaur et al. (1976) realizaram trabalhos determinando modificações físico-químicas e químicas em tomates durante o período de amadurecimento pós-colheita. Porém, com relação ao desenvolvimento, Dalal et al. (1965) e Fleuriet (1976) realizaram trabalhos visando a determinar mudanças bioquímicas durante o desenvolvimento das cultivares de tomate Moscow, Fireball e Cerise.

¹ Aceito para publicação em 30 de agosto de 1985.

² Enga. - Agra., Dra., Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), Caixa Postal 176, CEP 37200 Lavras-MG.

³ Enga. - Agra., M.S., EPAMIG.

⁴ Técnico Agrícola, EPAMIG.

A comercialização do tomate cultivar Gigante Kada para consumo *in natura* é expressiva em Minas Gerais. Na literatura consultada, não foram encontrados trabalhos de mudanças em constituintes físico-químicos e químicos nos frutos desta cultivar, o que nos levou a realizar o presente trabalho, com o objetivo de determinar as modificações ocorridas em alguns constituintes físico-químicos e químicos na cultivar de tomate Gigante Kada, visando a dar subsídios a posteriores trabalhos de armazenamento e amadurecimento dos frutos, através do conhecimento destas modificações.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram analisados frutos de tomate cv. Gigante Kada, cultivados no recinto da Escola Superior de Agricultura de Lavras, MG, e colhidos nos seguintes estádios, selecionados em campo pelo diâmetro transversal dos frutos durante o período de desenvolvimento fisiológico:

Estádio	Diâmetro médio (cm)
1	1,78
2	2,37
3	3,05
4	3,36
5	3,89
6	4,26
7	4,87
8	5,31

No estádio 8, os frutos ainda se conservaram verdes, sem sintomas de início de maturação, porém já tinham atingido seu diâmetro máximo.

De cada estádio foram colhidos 70 frutos, os quais foram selecionados em laboratório em três grupos de 20 frutos perfeitos. Nos frutos destes grupos considerados como repetição foram determinados os seguintes constituintes físico-químicos e químicos:

Sólidos totais (ST) - determinados por métodos descritos por Luh et al. (1954).

Sólidos solúveis (SS) - medidos por refratometria em refratômetro Abeé.

Acidez titulável total (ATT) - determinada por titulação com solução de hidróxido de sódio 0,1 N e expressos em ácido cítrico.

pH - medidos em peagâmetro Methron.

Açúcares redutores - determinados pelo método colorimétrico de Somogy-Nelson (Nelson 1944).

Vitamina C total - determinada segundo método colorimétrico descrito por Cambraia et al. (1971).

Fenólicos totais e suas formas monoméricas, di e oligoméricas e poliméricas - extraídos de acordo com técnica proposta por Swain & Hillis (1958) e determinados pelo processo de Folin-Denis, descrito pela Association of Official Analytical Chemists (1970).

Os resultados foram submetidos à análise de variância

e as diferenças entre médias foram testadas pelo teste de Tukey a nível de 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos encontram-se nas Tabelas 1 e 2, e através das mesmas observam-se diferenças significativas entre valores das características analisadas nos diversos estádios de desenvolvimento fisiológico dos frutos.

Quanto aos teores de ST, ATT e Vitamina C total, apesar de o teste de variância não ter detectado diferenças significativas quando foram feitas comparações entre médias, estas não diferiram.

Porém, a tendência dos ST foi de diminuir, principalmente a partir do estádio 6 (diâmetro 4,2), apresentando, nos dois estádios posteriores (final do desenvolvimento dos frutos), valores mais baixos indicando um aumento na suculência (umidade) dos frutos; estes maiores valores de umidade talvez representem etapas iniciais do aumento característico em suco, que ocorre durante o processo de amadurecimento, proporcionando um fruto maduro túrgido (suculento).

Com relação aos teores de ATT, observaram-se tendências de diminuições iniciais seguidas de aumento, sendo que a partir do estádio 5 (3,89 cm de diâmetro) os frutos já apresentavam acidez superior à dos estádios iniciais. A síntese de ácidos parece ser ativa nos últimos estádios, uma vez que o aumento de umidade a partir do estádio 6 não acarretou decréscimo na acidez, evidenciando que a formação de ácidos predominou sobre o efeito diluidor do aumento de sucos. Estes resultados são concordantes com os de Dalal et al. (1965), que também observaram aumentos nos teores de ATT durante o desenvolvimento de frutos das cultivares Moscow e Fireball.

Os valores de vitamina C total apresentaram tendências de variações inconstantes no decorrer do desenvolvimento dos frutos; não apresentaram tendências definidas de aumentos ou decréscimos. Dalal et al. 1965 observaram haver aumentos nos teores de ácido ascórbico durante o desenvolvimento dos frutos de cultivares Moscow e Fireball; porém os resultados do presente trabalho não podem ser comparados aos desses, uma vez que os presentes resultados foram expressos em vitamina

TABELA 1. Teores médios de alguns componentes físico-químicos e químicos de frutos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivar Gigante Kada, colhidos em oito estádios de desenvolvimento, Lavras, 1982.

Estádio de desenvolvimento	ST %	SS %	ATT %	SS/ATT	pH	Açúcares redutores %	Vitamina C total mg/100 g
1	7,06 a	3,45 b	0,200 a	17,08 bc	4,90 a	1,47 c	22,02 a
2	7,21 a	3,30 b	0,200 a	16,50 bc	4,90 a	1,73 c	21,00 a
3	6,86 a	3,62 ab	0,191 a	19,02 ab	4,93 a	2,10 b	22,96 a
4	6,71 a	3,90 a	0,188 a	20,74 a	4,90 a	2,51 a	21,74 a
5	6,77 a	3,52 b	0,202 a	17,53 bc	4,87 ab	2,33 ab	22,44 a
6	7,07 a	3,50 b	0,208 a	17,02 bc	4,80 ab	2,41 ab	20,52 a
7	6,37 a	3,52 b	0,213 a	16,59 bc	4,70 b	2,23 ab	21,01 a
8	6,38 a	3,60 ab	0,227 a	15,84 c	4,70 b	2,24 ab	21,86 a
CV	4,8	2,8	19,7	4,44	1,1	4,6	4,7
$\Delta 5\%$	1,16	0,36	0,065	2,73	0,18	0,36	3,65

TABELA 2. Teores médios de compostos fenólicos totais e suas formas monoméricas, di - oligoméricas e poliméricas de frutos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), cultivar Gigante Kada, colhidos em oito estádios de desenvolvimento, Lavras, 1982.

Estádios de desenvolvimento	Fenólicos (mg/100 g)			
	Monoméricas	Di - oligoméricas	Poliméricas	Totais
1	27,01 a	35,84 a	21,38 a	84,03 a
2	24,01 a	20,63 b	20,63 a	65,27 b
3	19,88 b	19,51 b	19,13 a	58,53 bc
4	17,05 b	18,01 b	17,05 a	54,77 c
5	19,88 b	21,38 b	18,01 a	59,11 bc
6	18,38 b	19,51 b	19,13 a	55,54 bc
7	18,01 b	21,01 b	17,63 a	56,65 bc
8	18,76 b	18,38 b	20,63 a	57,78 bc
CV%	9,32	7,2	8,2	4,5
$\Delta 5\%$	6,62	5,29	5,59	9,79

C total que representa ácido ascórbico + dehidroascórbico (forma oxidada e reduzida).

Os valores de pH no sétimo e oitavo estádios foram inferiores aos do primeiro estádio; a partir do terceiro estádio (diâmetro 3,05 cm), houve tendências de decréscimos constantes nos valores até o completo desenvolvimento dos frutos. Os menores valores de pH nos últimos estádios coincidiram com os maiores teores de ATT, como era de se esperar. Para frutos da cultivar em estudo (Gigante Kada), os valores de pH em torno de 4,70

poderiam ser indicativos de um completo desenvolvimento fisiológico e, conseqüentemente, do período ideal para a colheita dos frutos.

Os teores de SS e açúcares redutores tendem a aumentar inicialmente, atingindo valores máximos no quarto estádio (diâmetro 3,36 cm), e posteriormente apresentam decréscimos ligeiros. As mudanças nos sólidos solúveis foram de teor mínimo 3,30% (segundo estádio) ao teor máximo de 3,90% (quarto estádio), ao passo que as variações nos açúcares foram bem mais acentuadas, de 1,47%

(primeiro estágio) a 2,51% (quarto estágio). A síntese de açúcares durante o desenvolvimento foi intensa, e os valores nos últimos períodos de desenvolvimento foram superiores aos dos primeiros estágios. Teores de açúcares em torno de 2,2% poderiam, juntamente com pH 4,7, indicar completo desenvolvimento dos frutos da cultivar Gigante Kada.

Os valores da relação SS/ATT aumentaram, atingindo um valor máximo no quarto estágio, tendendo, em seguida, a diminuir. O aumento inicial pode ser atribuído a acréscimos nos SS, e os decréscimos após o quarto estágio, a diminuições nos SS e acréscimos concomitantes nos valores de ATT.

Na Tabela 2 encontram-se os teores de fenólicos totais e suas formas monoméricas, di- e oligoméricas e poliméricas. Os teores de formas monoméricas foram mais altos nos estágios 1 e 2, a partir dos quais houve uma diminuição acentuada, seguida por uma não-variação de valores até o final do período.

Com relação às formas di- e oligoméricas, os teores no estágio 1 foram os mais elevados, e nos demais, não houve diferenças significativas. As formas poliméricas permaneceram com teores similares em todo o período de desenvolvimento, e os valores de fenólicos totais foram superiores nos dois primeiros estágios e permaneceram constantes nos demais, por influência dos maiores valores iniciais de formas monomérica e di- e oligoméricas.

Os decréscimos observados nas formas monoméricas do primeiro ao terceiro estágio foram em torno de 26%, e os da di- e oligoméricas, próximos a 43%. O efeito das formas di- e oligoméricas nos fenólicos totais foi bem mais acentuado que o das primeiras.

Segundo Fleuriet (1976), o ácido clorogênico, composto dimérico, é o fenólico que se encontra em maiores concentrações nos tomates, sendo seus teores bastante elevados em tomates no início do período de desenvolvimento, em frutos com diâmetro em torno de 1 cm, e decrescendo acentuadamente logo em seguida. As formas di- e oligoméricas de fenólicos do presente trabalho apresentaram tendências similares às obtidas por este autor, e talvez a diminuição encontrada a partir do primeiro estágio seja decorrente do ácido clorogêni-

co, uma vez que este composto se enquadra nesta classe de fenólicos.

Devem ser realizados estudos visando a determinar mudanças quantitativas nos teores de ácido clorogênico e caféico (pertencentes às formas dimericas), uma vez que, segundo Fleuriet (1976), mudanças nestes constituintes podem intervir no amadurecimento dos frutos, pois é conhecida a ação inibidora destes compostos na síntese do etileno, possível hormônio do amadurecimento dos frutos.

CONCLUSÕES

1. Os teores de sólidos totais, acidez titulável total e vitamina C não apresentaram mudanças durante o período de desenvolvimentos dos frutos.
2. Os valores de sólidos solúveis, açúcares redutores e relação sólidos solúveis/acidez aumentaram, atingindo valor máximo no quarto estágio de desenvolvimento fisiológico dos frutos (frutos com diâmetro médio de 3,36 cm), e depois tenderam a diminuir até o final do período de seu desenvolvimento.
3. Houve diminuições nos valores de pH a partir do quarto estágio de desenvolvimento dos frutos.
4. Os mais altos teores de formas monoméricas, di- e oligoméricas e de fenólicos totais foram apresentados por frutos no início do período de desenvolvimento (diâmetro em torno de 1,8 cm).
5. Os valores de pH em torno de 4,7% e os açúcares redutores de 2,2% poderiam indicar um completo desenvolvimento dos frutos da cultivar Gigante Kada.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, Washington, EUA. Official methods of analysis of the AOAC. 2.ed. Washington, 1970. 1015p.
- BISOGNI, C.O.; ARMBRUSTER, G. & BRECHT, P.E. Quality comparisons of room ripened and field ripened tomato fruits. *J. Food Sci.*, 41:333-8, 1976.
- CAMBRAIA, Y.; BRUNE, W.; FORTES, J.M. & ANDERSEN, O. Vitamina C em frutos de interesse tecnológico. *R. Ceres*, 18(96):139-50, 1971.
- DALAL, K.B.; SALUNKHE, D.R. & OLSON, L.C. Certain physiological and biochemical changes in the developing tomato fruit. *J. Food Sci.*, 30(3): 504-8, 1965.

- FLEURIET, A. Evolution des composés phénoliques- au cours de la croissance et de la maturation des fruits de tomates "Cerise" (*Lycopersicon esculentum* var. *cerai forme*). *Fruits*, 31(2):117-26, 1976.
- HULME, A.C. *The biochemistry of fruits and their products*. New York, Academic Press, 1970. v.1.
- KAUR, G.; KANWAR, J.S.; JAISWAL, S.P.; SAIMBHI, M.S. & NANDPURI, K.S. Studies on some physico-chemical changes associated with fruit ripening in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Qual. Plant. Plant Foods Hum. Nutr.*, 25(314):399-405, 1976.
- LUH, B.S.; DEMPSEY, W.H. & LEONARD, S. Consistency of pastes and purees from Pearson and San Marzano tomatoes. *Food Technol.*, 8(12):576-80, 1954.
- NELSON, N. A photometric adaptation of Somogy methods for the determination of glyucose. *J. Biol. Chem.*, 153:375, 1944.
- STENVERS, N. & STADEN, Q.L. Growth, ripening and storage of tomato fruits (*Lycopersicon esculentum* Mill.). B. Influence of vegetative plant parts and effects of fruit composition and seed number on growth and ripening of tomato fruits. *Gartenbauwissenschaft*, 41(6):253-9, 1976.
- STENVERS, N. & STORK, H.W. Growth, ripening and storage of tomato fruits. II. Evaluation of colour development as an indicator of tomato fruit ripening. *Gartenbauwissenschaft*, 41(4):167-70, 1976.
- SWAIN, T. & HILLIS, W.G. The phenolic constituents of *Prunus domestica*. *J. Sci. Food Agric.*, 10:63-8, 1958.