

PERDA NA QUALIDADE DA ALFACE (*Lactuca sativa* L.) DURANTE O ARMAZENAMENTO.

I. RELAÇÃO ENTRE AS MUDANÇAS METABÓLICAS^{1/}

Paulo V.L. Medina^{2/}
Vicente F. da Silva^{3/}
Antônio A. Cardoso^{2/}
Joênes P. de Campos^{2/}

1. INTRODUÇÃO

A alface é uma das hortaliças mais cultivadas no mundo. Normalmente, seu cultivo é feito nas áreas próximas aos grandes centros consumidores, em razão de seu rápido e irreversível processo de senescência depois da colheita, o que a torna imprestável para o consumo. Os sintomas visuais de senescência caracterizam-se pelo amarelecimento das folhas, acompanhado de murchamento, ambos dependentes das condições de temperatura e umidade relativa.

As modificações bioquímicas ou metabólicas mais relacionadas com as mudanças de coloração de um tecido senescente podem ser o declínio do teor de clorofila (8, 9) e a redução do nível de proteínas (18, 21). OSBORNE (20) e KAR e MISHRA (13) observaram aumento do nível de aminoácidos livres, simultaneamente à perda de proteínas. Diversos processos metabólicos que envolvem atividades enzimáticas podem também estar diretamente relacionados com o maior ou menor grau de senescência (6, 12, 13, 17).

Diversos métodos de manejo pós-colheita têm sido utilizados para minimizar as perdas da alface durante a comercialização (2, 16, 22). Entretanto, é de maior interesse determinar os caminhos ou passos metabólicos que mais caracterizam a senescência para melhor utilização do meio de controle. O objetivo deste trabalho consiste na

^{1/} Recebido para publicação em 3-12-1981.

^{2/} Departamento de Fitotecnia da U.F.V. 36570 Viçosa, MG.

^{3/} Departamento de Fitotecnia da U.F.PB. 58397 Areia, PB.

identificação da relação existente entre as mudanças metabólicas e a senescência visual ou aparente da alface durante o armazenamento.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Plantas de alface do cultivar «Babá» foram produzidas no Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, de acordo com as recomendações técnicas para produção comercial.

Na época da colheita, as plantas foram selecionadas, visando à sua uniformidade, tanto quanto possível, considerando tamanho, peso e formato das cabeças. Em seguida, as cinco primeiras folhas basais foram eliminadas e as cabeças imediatamente transportadas para o armazenamento.

As cabeças foram divididas em dois grupos de quarenta e duas plantas. O primeiro foi tratado por imersão em água destilada, durante trinta segundos, à temperatura de 24°C. O segundo grupo foi tratado com uma solução de cinetina (8 ppm), no mesmo tempo de imersão e à mesma temperatura.

Depois do tratamento, as alfaces foram acondicionadas, duas a duas, em embalagens de polietileno (filmes flexíveis de 0,1 mm de espessura e dimensões de 250 x 400 mm), que continham 12 perfurações de 15 mm de diâmetro, com a finalidade de evitar acúmulo de gases e umidade. Cada embalagem constituiu uma parcela, que foi casualizada na câmara de armazenamento, a 6°C e 90% de umidade relativa.

Durante o armazenamento fez-se amostragem das plantas de três em três dias, para as indispensáveis análises.

Nessa mesma época, as plantas foram retiradas do armazenamento e avaliadas segundo padrões de qualidade, baseados na sua presumível aceitação pelo consumidor, descritos por KADER *et alii* (11) da seguinte forma: EXCELENTE — sem qualquer sinal de murcha ou lesão; BOM — com leve sinal de perda de água, porém completamente verde; REGULAR — folhas velhas, com murcha aparente e com perda de coloração; RUIM — folhas velhas, muito flácidas, com escurecimento dos tecidos; EXTREMAMENTE RUIM — imprestável para o consumo, com tecidos completamente necrosados.

Feita a análise, diariamente, retiravam-se da câmara seis parcelas, três de cada tratamento. Extraídas as amostras, da região apical da terceira folha, contada a partir da gema terminal, para as análises de clorofila, proteína e aminoácidos, o restante das plantas voltava ao armazenamento, para manter a uniformidade do ambiente.

A análise de proteína foi feita segundo GOA (10); para aminoácidos, utilizou-se o método de MOORE e STEIN (19), com modificações; a clorofila foi analisada segundo as recomendações de WITHMAN (23).

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com 14 tratamentos, constituídos pela combinação de dois sistemas de imersão e sete períodos de armazenamento, com três repetições. Os dados obtidos foram submetidos às análises de variância, correlação e regressão.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados referentes ao grau de deterioração das plantas de alface tratadas com cinetina ou água, expressos em percentagem, encontram-se na Figura 1. Até o terceiro dia de armazenamento todas as plantas dos dois tratamentos apresentaram aspecto 'Excelente'. No sexto dia, somente as plantas tratadas com cinetina permaneceram com esse mesmo aspecto; nas tratadas com água a percentagem de 'Excelente' foi reduzida para 94%.

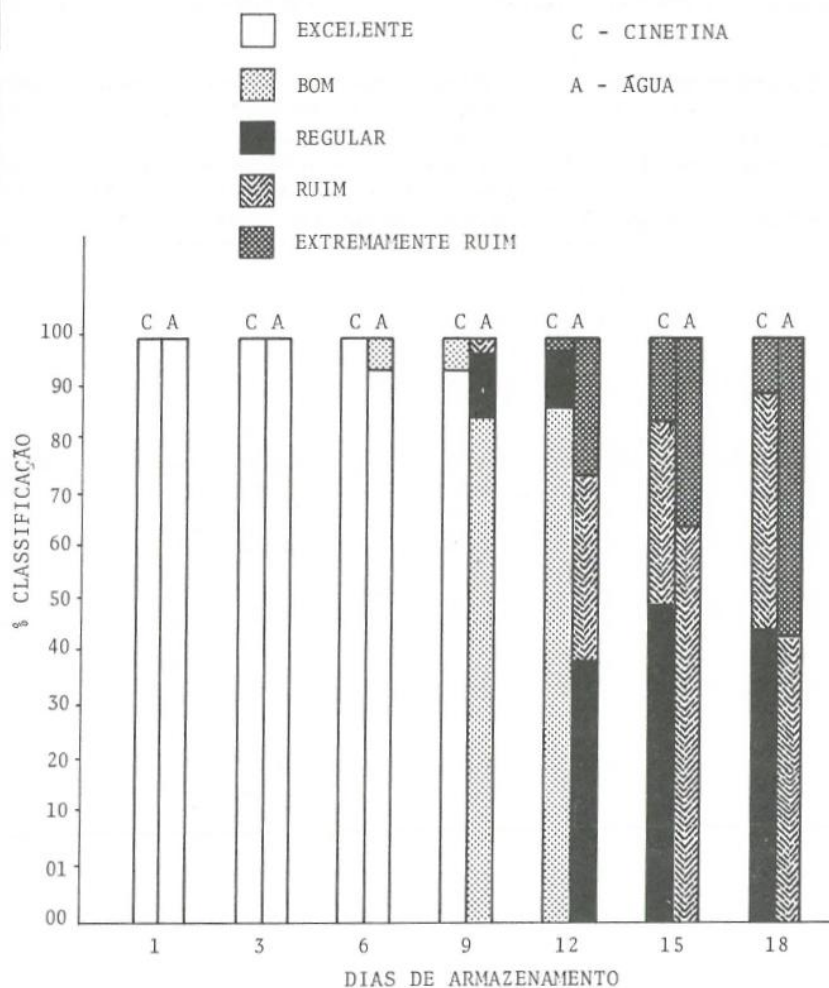
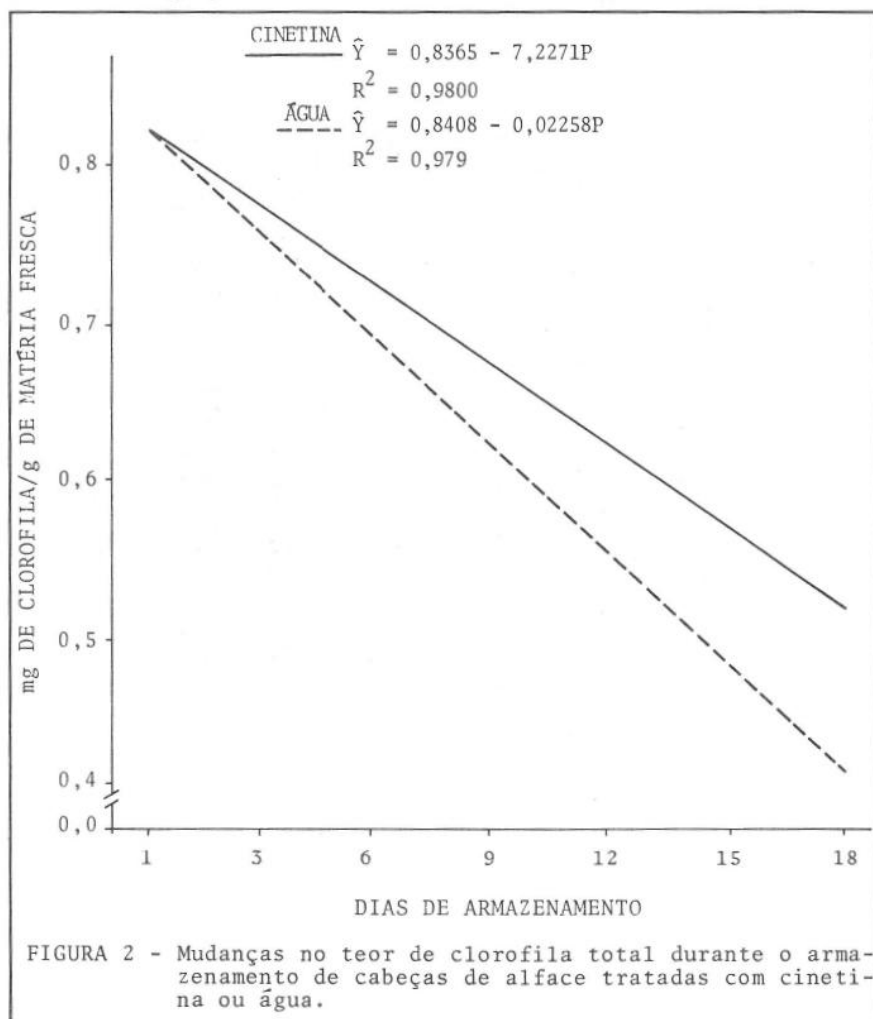


FIGURA 1 - Classificação de cabeças de alface tratadas com cinetina ou água, expressa em percentagem.

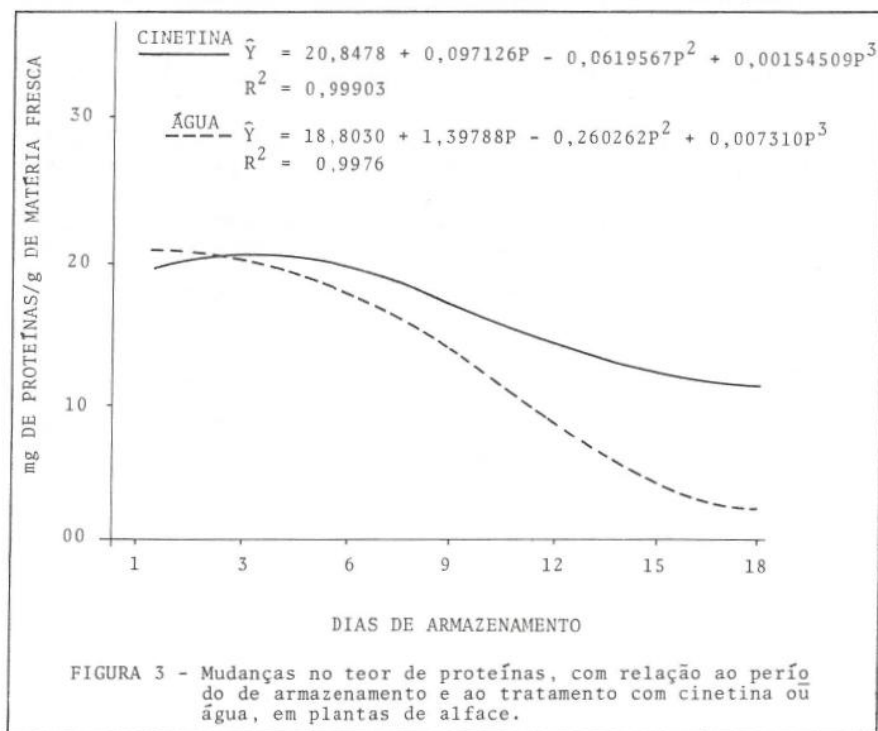
Observa-se, na Figura 1, que do sexto dia em diante as plantas tratadas com cinetina, embora tivessem decrescido em qualidade, mostraram aspecto visual melhor que o das plantas tratadas com água, diferença que se intensificou a partir do nono dia. Por outro lado, do sexto ao décimo quinto dia, as plantas tratadas com água em determinado período mostraram aspecto semelhante ao das plantas do tratamento com cinetina do período seguinte. Sendo assim, a cinetina, nessas condições, retardou a senescência aparente em três dias. Esses dados estão em concordância com os de outros trabalhos (1, 3, 7, 14) que mostram que a cinetina pode retardar a senescência de vegetais folhosos.

Durante o armazenamento, verificou-se uma redução linear do teor de clorofila nos dois tratamentos (Figura 2). Entretanto, o decréscimo foi mais acentuado nas plantas tratadas com água. No final do armazenamento as plantas mostraram taxas relativas ao teor de clorofila de 0,50 e 0,41 mg/g de matéria fresca, para os tratamentos com cinetina e água, respectivamente. Observa-se que os teores de clorofila do tratamento com água, aos 6, 9 e 12 dias de armazenamento, aproximaram-se dos teores



obtidos nas plantas tratadas com cinetina aos 9, 12 e 15 dias de armazenamento, respectivamente. Dessa forma foi possível relacionar o grau de deterioração aparente (Figura 1) com a perda de clorofila (Figura 2) nesses períodos de armazenamento. Segundo LOONEY e PATTERSON (15), essa degradação pode ter sido consequência da ação da clorofilase. Entretanto, Holden, citado por BEEVERS (4), não encontrou nenhuma relação entre a atividade dessa enzima e a degradação de clorofila, sugerindo estar a clorofilase mais envolvida em processos anabólicos.

Houve redução na quantidade de proteínas nos dois tipos de tratamentos (Figura 3). No tratamento com cinetina o teor de proteína mostrou-se estável até o sexto dia de armazenamento, atingindo, no final do experimento, uma redução de 47% do



teor inicial. Quanto ao tratamento com água, houve redução desde o início do armazenamento, verificando-se, no final do período, uma redução de 91% do teor inicial, positivamente correlacionada, $r = 0,82$, com a redução do teor de clorofila (Quadro 1).

Em diversos trabalhos, com plantas intactas ou folhas isoladas, foram encontrados resultados semelhantes. Segundo OSBORNE (20), essa redução pode ser causada pela diminuição da síntese protéica, que é responsável pela deterioração dos tecidos senescentes. Os retardadores de senescência, como, no presente caso, a cinetina, mantêm esse processo de síntese. BEEVERS (3) comprovou o aumento da atividade de uma peptidase que hidrolisa proteínas durante o envelhecimento de folhas de *Nasturtium*, sugerindo que a perda de proteínas que ocorre durante a senescência era consequência da proteólise. Da mesma maneira como ocorreu com a clorofila, os teores de proteína participam também na manutenção da qualidade aparente da alface, como se pode verificar com base na relação entre os teores de proteínas aos 3, 5, 9 e 12 dias de armazenamento (Figuras 1 e 3).

QUADRO 1 - Coeficiente de correlação linear entre as mudanças nos teores de clorofila, proteína e aminoácidos

	Clorofila	Proteína	Aminoácidos
Clorofila	-	0,82**	-0,83**
Proteína	-	-	-0,94**

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste F.

Simultaneamente à perda de proteínas, houve aumento do nível de aminoácidos solúveis, a partir do sexto dia, nos dois tipos de tratamento (Figura 4). Entretanto, no tratamento com água verificou-se que a elevação desse nível foi mais intensa a partir do nono dia, chegando a 232% do teor inicial no fim do experimento, ao passo que no tratamento com cinetina alcançou 125% do nível inicial. A elevação do nível do ami-

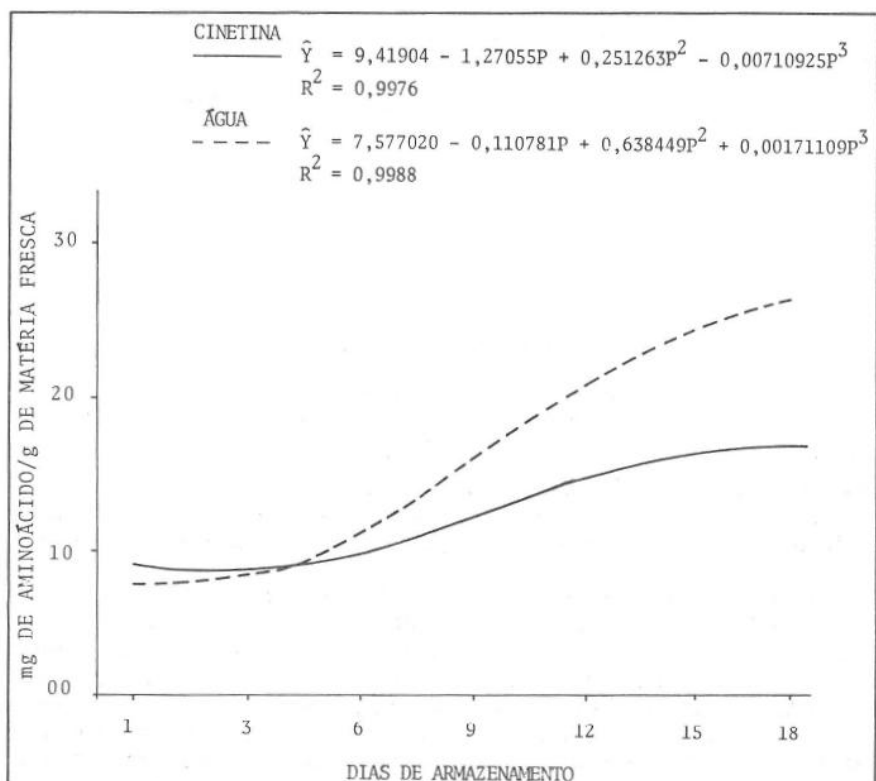


FIGURA 4 - Mudanças no nível de aminoácidos, com relação ao período de armazenamento e ao tratamento com cinetina ou água, em cabeças de alface.

noácido esteve negativamente correlacionada com a perda de clorofila, $r = -0,83$, e proteínas, $r = -0,94$ (Quadro 1). Esses resultados estão de acordo com os encontrados por KAR e MISHRA (13) e OSBORNE (20).

O declínio do teor de proteínas, acompanhado pela elevação do nível de aminoácidos, indica que os aminoácidos resultantes da proteólise deixaram de ser reincorporados ao processo de síntese protéica, resultado também obtido por BEEVERS (13). Entretanto, segundo BIDWELL (5), a possibilidade de reincorporação de alguns aminoácidos na síntese protéica não deve ser desprezada.

Observando a Figura 1, verifica-se que as diferenças entre tratamentos, quanto ao aspecto visual (senescência aparente), foram intensificadas a partir do nono dia, coincidindo com o período a partir do qual houve maiores mudanças nos teores de proteína, clorofila e aminoácido, como mostram as Figuras 2, 3 e 4. Dessa forma, como a cinetina retardou a senescência aparente, ao mesmo tempo que diminuiu a degradação de proteínas, e de clorofila e a elevação do nível de aminoácidos, é provável que esses parâmetros sejam indicadores de senescência.

4. RESUMO

Este trabalho teve como objetivo verificar a relação existente entre a senescência e a atividade metabólica da alface cultivar 'Babá' durante o armazenamento.

O teste foi constituído de quarenta e oito cabeças de alface, separadas em dois grupos. O primeiro grupo foi tratado com cinetina (8 ppm) e o outro com água destilada (testemunha). Após os tratamentos, as plantas foram acondicionadas em sacos de polietileno e armazenadas a 6°C e 90% U.R. Durante o período de armazenamento as plantas foram examinadas e a senescência taxada dentro de uma escala. Ao mesmo tempo foram efetuadas análises de clorofila, proteína e aminoácido.

A cinetina retardou efetivamente a senescência da alface durante três dias em relação ao controle. A degradação de clorofila e de proteína e o acúmulo de aminoácidos ocorreram nos dois tratamentos, sendo, entretanto, menos intensos no tratamento com cinetina. As perdas de proteína durante o armazenamento foram positivamente correlacionadas com a queda do nível de clorofila e negativamente correlacionadas com o acúmulo de aminoácidos. Sugere-se que as concentrações de clorofila, proteína e aminoácido refletem a senescência visual das plantas de alface.

5. SUMMARY

The present work attempts to elucidate the relationship between senescence and metabolic activity of head lettuce, cv. 'Baba', during storage.

The test was comprised of 48 heads of lettuce separated into two groups. One group was treated with kinetin (8 ppm.) and other with distilled water (control). After immersion, the plants were packed in perforated polyethylene bags and stored at 6°C and 90% R.H. During the storage period the plants were examined and senescence was rated on a scale. At the same time, assays for chlorophyll, protein and amino acid were performed.

The kinetin effectively retarded the senescence of lettuce for three days in relation to the control. Chlorophyll and protein degradation and amino acid accumulation occurred in both treatments but to a lesser extent in the kinetin treated heads. Protein losses during the storage were positively correlated with chlorophyll drop and negatively correlated with amino acid accumulation. It is thought that chlorophyll, protein and amino acid concentrations reflect the visual senescence of head lettuce.

6. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1. AHARONI, N., BACK, A., BEN-YEHOSHVA, S. & RICHMOND, A.E. Exogenous gibberellic acid and the cytokinin isopentenyladenine retardants of senescence in Romaine lettuce. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 100:4-6. 1975.
2. AKAMINE, E.K., KITAGAWA, H., SUBRAMANYAM, H. & LONG, P.G. Packinghouse operation. In: Pantastico, E.B., ed. *Postharvest physiology, handling and utilization of tropical and subtropical fruits and vegetables*, Westport, The AVI. Publ. Co., 1975. p. 267-282.
3. BEEVERS, L. Growth regulator control of senescence in leaf discs of *Nasturtium* (*Tropaeolum majus* L.). In: Withman, F. & Setterfield, G., ed. *Biochemistry and physiology of plant growth substances*. The Rung, Ottawa. 1968. p. 1417-1435.
4. BEEVERS, L. Senescence. In: Bonner, J. ed. *Plant Biochemistry*, N. York, Academic Press, 1976. p. 771-794.
5. BIDWELL, R.G.S. Protein synthesis and turn over in cultured plant tissue = sources of carbon for synthesis and the fate of the protein breakdown products. *Nature* 203: 367-373. 1964.
6. BRENNAN, T. & FRENKEL, C. Involvement of peroxide in regulation of senescence in pear. *Plant Physiol.* 59:411-416. 1977.
7. DEDOLPH, R.R., WITTWER, S.H., TULLI, V. & GILBARDT, D. Effect of n^6 — benzylaminopurine on respiration & storage behavior of broccoli (*Brassica oleracea* var. *Italica*). *Plant Physiol.* 37:509. 1962.
8. FLETCHER, R.A. & McCULLAGH. Benzyladenine as a regulator of chlorophyll synthesis in cucumber cotyledons. *Can. J. Bot.*, 49:2197-2201. 1971.
9. FORD, T.W. & SIMON, E.W. Peroxidase and glucose-6-phosphate dehydrogenase levels in cotyledons of *Cucumis sativus* (L.). *J. Exp. Bot.*, 23:423-431. 1972.
10. GOA, J.P. Micro biuret method for protein determination. Determination of total protein in cerebrospinal fluid. *Scand. J. Clin. Lab. Invest.* 5:218. 1953.
11. KADER, A.A., LIPTON, W.J. & MORRIS, L.L. Systems for scoring quality of harvested lettuce. *HortScience*, 8:408. 1973.
12. KANNANAGARA, C.G. & WOOLHOUSE, H.W. Changes in the enzyme activity of soluble protein fraction in the course of foliar senescence in *Perilla frutescens* (L.). *Britt. New Phytol.* 67:533-542. 1968.
13. KAR, M. & MISHRA, D. Catalase, peroxidase, and polyphenoloxidase activities during rice leaf senescence. *Plant Physiol.* 57:315-319. 1976.
14. LIPTON, W.J. & CEPONIS, M.J. Retardation of senescence and stimulation of oxygen consumption in head lettuce treated with N^6 — benzyladenine. *Am. Soc. Hort. Sci.* 81:379-384. 1961.
15. LOONEY, N.G. & PATTERSON, M.E. Chlorophyllase activity in apples and bananas during the climacteric phase. *Nature*, 214:1245-1246. 1967.

16. LUTZ, J.M. & HARDENBURG, R.E. *The Commercial Storage of Fruits, Vegetables and Florist and Nursery Stocks*. Washington, D.C., U.S.D.A., 1968. 94 p. (Agr. Handbook, 66).
17. MATILE, P. & WINKEMBACK, F. Function of lysosomes and lysosomal enzymes in the senescing corolla of the morning glory (*Ipomoea purpurea*). *J. Exp. Bot.*, 22:759-770. 1971.
18. MIZRAHI, Y., AMIR, J. & RICHMOND, A.E. Mode of action of kinetin in maintaining the protein content of detached *Tropaeolum majus* leaves. *New Phytol.* 69:355-361. 1970.
19. MOORE, S. & STEIN, W.H. Photometric ninhydrin method for use in the chromatography of amino acids. *J. Biol. Chem.* 46:167-178. 1948.
20. OSBORNE, D.J. Effect of kinetin on protein & nucleic acid metabolism in *Xanthium* leaves during senescence. *Plant Physiol.* 37:595-602. 1962.
21. PARANJOTHY, K. & WAREING, P. The effects of abscisic acid, kinetin and 5-fluorouracil on ribonucleic acid and protein synthesis in senescing radish leaf discs. *Planta*, 99:112-119. 1971.
22. RYALL, A. & LIPTON, W.J. *Handling, transportation and storage of fruits and vegetables*. Westport, The Avid Publ. Co., 1972. 472 p.
23. WITHMAN, F.H., BLAYDES, D.F. & DEWIN, R. *Experiments in Plant Physiology*. New York, Von Nostrand, 1971. 175 p.