

EFEITO DAS GIBERELINAS $GA_{4/7}$ E CITOCININA 6-BA, SOBRE A MAÇÃ¹

ZILMAR DA SILVA SOUZA², FERNANDO MACEDO BARCELLOS³ e OTTO CARLOS KOLLER⁴

RESUMO - Pesquisa realizada a campo, na Estação Experimental de Videira, Santa Catarina, para verificar possíveis efeitos de reguladores do crescimento sobre o desenvolvimento das cultivares de maçã (*Malus domestica* Borkh) Gala e Fuji. Foi usada a Promalina - solução de giberelinas $GA_{4/7}$ e citocinina 6-BA -, nas concentrações: 0, 50, 100, 150 e 200 ppm. Cada concentração foi aspergida nos ramos já em florescimento. A Promalina não afetou significativamente o comprimento, o diâmetro, a forma ou o peso dos frutos, o número de sementes, a firmeza da polpa, o teor de açúcar, a acidez total dos frutos ou a frutificação, mas aumentou o diâmetro da depressão apical nos frutos, na área dos vestígios florais.

Termos para indexação: macieira, reguladores do crescimento, forma dos frutos.

EFFECTS OF GIBBERELLINS $GA_{4/7}$ AND CYTOKININ 6-BA ON THE APPLE FRUIT

ABSTRACT - This research was performed, under field conditions, at the Videira Experiment Station (Santa Catarina, Brazil), in order to detect possible effects of growth regulators on the development of apple cultivars Gala and Fuji (*Malus domestica* Borkh). Promalin, which is a mixture of gibberellins $GA_{4/7}$ and cytokinin 6-BA, was used at the concentrations 0, 50, 100, 150, and 200 ppm. Each concentration was sprayed on the clusters of selected limbs. The Promalin treatments did not affected significantly the length, diameter, fruit shape and weight, number seed, flesh firmness, juice sugar and acidity content at the harvest and fruit set, but increased significantly the diameter of apical depression of fruit on floral area rest.

Index terms: apple tree, growth regulators, fruit shape.

INTRODUÇÃO

A partir da última década, a cultura da macieira passou a ter significado no conjunto das produções agrícolas do País, ascendendo de, aproximadamente, 2.000 hectares cultivados, em 1970, para mais de 15.000 hectares, em 1979. Os plantios continuam em expansão, principalmente nos Estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

Grande parte dos pomares foram localizados em áreas climáticas onde as exigências, em frio, para a cultura da macieira, não são plenamente satisfeitas. Aparentemente, a ocorrência de frutos oblatos e de tamanho inferior ao potencial genético das cultivares plantadas, é influenciada pelas condições inadequadas do clima.

A forma da maçã é um fator importante na comercialização, pois os frutos oblongos são geralmente mais valorizados.

Segundo Westwood & Blaney (1963), o clima é um fator importante na determinação da forma das maçãs. Visando determinar outros fatores não-climáticos que afetam a forma das maçãs, eles verificaram que a forma mais alongada, depende também da própria cultivar, do porta-enxerto, da produtividade, da posição do fruto na inflorescência e do vigor da planta.

McKenzie (1971) e Greenhalgh & Godley (1976) mostraram que ocorria grande variação na forma das maçãs 'Red Delicious' entre as várias regiões produtoras da Nova Zelândia e Austrália. Esta variação foi relacionada com a temperatura, ocorrida no período subsequente ao florescimento. Em Washington, Estados Unidos, Williams & Billingsley (1979) também observaram efeito semelhante e mencionaram a possibilidade de uso da Promalina (produto comercial que contém a associação das giberelinas $GA_{4/7}$ e da citocinina 6-BA), visando corrigir o efeito adverso das altas temperaturas sobre a forma das maçãs.

¹ Aceito para publicação em 30 de agosto de 1982

² Eng^o Agr^o, M.Sc., Empresa Catarinense de Pesquisa Agropecuária S.A. (EMPASC), Estação Experimental de São Joaquim, Caixa Postal D-09, CEP 88600 - São Joaquim, SC.

³ Eng^o Agr^o, M.Sc., Univ. Federal do Rio Grande do Sul-UFRS, Caixa Postal 776, CEP 90000 - Porto Alegre, RS.

⁴ Eng^o Agr^o, Dr., UFRS, Porto Alegre, RS.

As giberelinas e as citocininas são compostos orgânicos que atuam como reguladores de crescimento, promovendo, alterando ou inibindo processos fisiológicos em plantas.

Bukovac & Nakagawa (1968) demonstraram que aplicações da giberelina AG_4 , localizadamente, causaram assimetria em frutos da maçã 'Wealthy'. Este efeito foi atribuído ao aumento do número e do tamanho das células nos locais tratados.

Letham (1969) observou que as citocininas, aplicadas em flores das cultivares Cox's Orange Pippin, Jonathan e Splendour, provocaram um desenvolvimento saliente no ápice dos frutos, nas primeiras fases de seu desenvolvimento. Porém, na ocasião da colheita, este crescimento havia desaparecido.

Estudando o efeito das giberelinas $AG_4/7$ e de várias citocininas, sobre o desenvolvimento de maçãs 'Red Delicious', Williams & Stahly (1969), obtiveram significativos aumentos da relação comprimento/diâmetro e um pronunciado desenvolvimento nos lóbulos do ápice dos frutos, aos 30 e 60 dias após a aplicação e na ocasião da colheita.

Testes efetuados por Stenbridge & Morrel (1972) mostraram sensível melhora na forma das maçãs 'Ryan Red', com aplicações de 10 a 100 ppm de $AG_4/7 + 6-BA$, em várias fases fenológicas, sem alterar a frutificação efetiva. Duas aplicações durante o florescimento mostraram-se mais efetivas do que uma só, para induzir aumentos da relação comprimento/diâmetro. Os melhores resultados foram obtidos com aspersões realizadas entre as fases de pleno florescimento e da queda de pétalas.

Unrath (1974) também obteve aumentos da relação comprimento/diâmetro e do peso médio das maçãs 'Starkrimson', com aplicações de 12,5 a 200 ppm de $AG_4/7 + 6-BA$, entre o início do florescimento e a queda de pétalas. O alongamento dos frutos foi atribuído ao aumento do comprimento, já que o diâmetro não foi praticamente alterado pelos tratamentos.

Wertheim (1973) e Taylor (1975) observaram uma diminuição no número de sementes dos frutos tratados com $AG_4/7$ e 6-BA, enquanto Modlibowska (1975) verificou a ocorrência de frutos partenocárpicos entre aqueles tratados com 50 ppm de $AG_4/7$.

Testes realizados por Greenhalgh et al. (1977) revelaram pouca eficácia das $AG_4/7 + 6-BA$, na tentativa de melhorar a forma de maçãs 'Red Delicious'.

No entanto, trabalhando com várias cultivares de maçã, Cibulski (1977) conseguiu aumentar o peso médio e melhorar a forma dos frutos, com aplicações de 50 ppm de Promalina. As cultivares do grupo 'Red Delicious' apresentaram boa resposta a estas aspersões. Todavia, ele observou variação de resposta dos frutos, dependendo da cultivar, da fase de florescimento e das condições de ambiente reinantes no período de aplicação.

Looney (1979) verificou que aspersões de $AG_4/7 + 6-BA$, em toda a planta, foram mais efetivas em melhorar a forma dos frutos da cultivar Spartan, do que aquelas efetuadas somente em frutos individuais. Entretanto, os tratamentos não afetaram a firmeza da polpa, o teor de açúcar e a acidez total dos frutos.

Na Geórgia, Miller (1979) obteve resultados discordantes, nos quatro anos de teste, para o comprimento, o diâmetro, a relação comprimento/diâmetro e o peso médio de maçãs 'Red Delicious', que variaram com o local, a cultivar e o ano experimental.

O presente trabalho objetivou conhecer o efeito de cinco concentrações de uma solução de giberelinas $AG_4/7$ e citocinina 6-BA (Promalina) sobre a forma, e outras características dos frutos das cultivares Gala e Fuji.

MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa foi realizada na Estação Experimental de Videira, SC. Usou-se o produto comercial Promalina, contendo 1,8% das giberelinas $AG_4/7$ e 1,8% da citocinina 6-BA (6-benziladenina). Os tratamentos constaram de: 0, 50, 100, 150 e 200 ppm de Promalina, em solução com água destilada e 0,04% de espalhante adesivo.

Realizaram-se dois experimentos delineados em blocos ao acaso, com quatro repetições. Cada parcela constou de uma planta, na qual foram marcados dois ramos, selecionados por vigor e florescimento semelhantes e cujos frutos foram usados, posteriormente, para a avaliação dos resultados.

A solução de Promalina foi aspergida em ramos selecionados, até o escorrimento da solução quando a maioria das inflorescências estavam entre a fase de início de florescimento e a queda de pétalas.

Aos 36 dias, após a aplicação da Promalina, executou-se o raleio de frutos, deixando-os espaçados, aproximadamente, 10 centímetros.

Os frutos foram avaliados em quatro épocas: aos 36, 69 e 101 dias após a aplicação da Promalina, e na ocasião da colheita. Em todas estas fases, determinou-se o comprimento, o diâmetro e a relação comprimento/diâmetro. Na ocasião da maturação e colheita, avaliaram-se o peso médio, o diâmetro da depressão apical dos frutos, o número de sementes, a firmeza da polpa, o teor de açúcar e a acidez total do suco dos frutos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios observados nas diversas características analisadas encontram-se nas Tabelas 1 e 2.

Os tratamentos com Promalina não afetaram o comprimento dos frutos das cultivares do experimento, nos quatro períodos de avaliação. Entretanto, o diâmetro dos frutos da cultivar Fuji diminuiu linearmente, com o aumento das concentrações de Promalina, aos 69 dias após a aplicação (Fig. 1). Contudo, este comportamento linear decrescente revelou um valor muito baixo, para o coeficiente de determinação (r^2), indicando pouca precisão deste resultado. Mas Unrath (1974) e Miller (1979) observaram resultados semelhantes, para estas características, em frutos de cultivares do grupo 'Red Delicious'.

As concentrações de Promalina não mostraram nenhum efeito sobre a relação comprimento/diâmetro dos frutos maduros das cultivares em estudo. No entanto, houve um efeito quadrático sobre esta característica, nas duas cultivares, aos 69 dias após a aplicação (Fig. 2 e 3). Todavia, aqui, também, observou-se, certa variabilidade dos dados; por isso, ocorreu um baixo valor para os coeficientes de determinação (r^2). Estes resultados indicam que poderia ter ocorrido algum efeito da Promalina sobre a forma dos frutos, durante o desenvolvimento, se forem levadas em consideração as observações de Letham (1969) e Williams & Stahly (1969).

Esta possível tendência poderia ter sido ocasionada pelo rápido crescimento da parte apical dos frutos tratados, conforme referido por Williams & Stahly (1969), já que esta região responderia melhor às aplicações das giberelinas e da citocinina

(Letham 1969) e, conseqüentemente, ocorreria um maior transporte de nutrientes para estes locais (Bukovac & Nakagawa 1968), causando maior alongamento nos frutos.

Contudo, este alongamento observado em frutos jovens tendeu a desaparecer com o desenvolvimento destes frutos, à semelhança das observações de Letham (1969) e Taylor (1975), em frutos de outras cultivares de maçã. Possivelmente, as condições climáticas, principalmente as temperaturas ocorridas até o momento da colheita dos frutos, não tenham favorecido a manutenção deste alongamento, conforme sugerem Westwood & Blaney (1963), embora Williams & Billingsley (1979) mencionassem que a Promalina poderia melhorar a forma dos frutos da maçã, nas condições em que as cultivares não mostrassem perfeita adaptação.

A ocorrência de alguns frutos, com formato bastante oblongo, por ocasião da colheita, sugere um possível efeito, mais ou menos acentuado da Promalina, sobre a forma dos frutos. Este fato poderia ser devido ao florescimento irregular das cultivares, devido à falta de frio, no local do experimento, pois não houve um controle da fase fenológica, ao nível individual de inflorescência, que possibilitasse associar a irregularidade na floração com os tratamentos e o alongamento dos frutos. Por isso, supõe-se que a repetição dos tratamentos, duas ou três vezes, durante o florescimento, possa causar melhor efeito sobre a forma dos frutos, atingindo maior número de flores, na fase mais propícia à influência destes reguladores de crescimento, conforme os resultados de Stembridge & Morrel (1972) e Unrath (1974).

O raleio, atrasado com relação à época mais recomendada, e a dificuldade de estabelecer uma uniformização, para a posição do fruto na inflorescência, provavelmente tenham interferido nos resultados, pois, segundo Westwood & Blaney (1963) e McKenzie (1971), os frutos apresentam formatos, em função de sua posição na inflorescência.

Caso se tratasse toda a planta, poder-se-ia obter uma resposta mais uniforme sobre a forma dos frutos, se forem considerados os resultados encontrados por Looney (1979), pois isto permitiria uma amostragem maior de frutos, para a diminuição do erro experimental, na avaliação dos resultados.

TABELA 1. Efeito de cinco concentrações de Promalina sobre a frutificação efetiva, o comprimento e o diâmetro dos frutos das cultivares Gala e Fuji de maçã.

Concentrações de Promalina (ppm)	Frutificação efetiva (%)	Comprimento (cm)					Diâmetro (cm)				
		Dias após a aplicação					Dias após a aplicação				
		36	69	101	120/170*	120/170*	36	69	101	120/170*	120/170*
		Cultivar Gala									
0	74	3,16	4,58	5,60	5,92	3,32	5,10	6,48	6,76		
50	55	3,15	4,61	5,56	6,03	3,17	4,79	6,15	6,70		
100	82	3,10	4,51	5,51	5,82	3,10	4,73	6,23	6,59		
150	79	3,16	4,72	5,79	6,05	3,17	4,93	6,28	6,67		
200	58	2,80	4,30	5,22	5,62	2,86	4,56	5,75	6,38		
		Cultivar Fuji									
0	80	2,80	3,76	4,51	5,36	2,80	4,02	5,39	6,17		
50	56	2,89	3,77	4,58	5,67	2,86	3,86	5,15	6,63		
100	51	2,95	3,86	4,82	6,02	2,70	3,76	5,15	6,79		
150	38	2,58	3,30	4,24	5,44	2,38	3,21	4,46	6,13		
200	116	2,74	3,66	4,62	5,60	2,65	3,69	5,10	6,40		

* 120 e 170 correspondem, respectivamente, à colheita dos frutos das cultivares Gala e Fuji.

TABELA 2. Efeito de cinco concentrações de Promalina sobre a relação comprimento/diâmetro, o diâmetro da depressão apical, o peso médio, o número de sementes, a firmeza da polpa, o teor de açúcar e a acidez total do suco dos frutos.

Concentrações de Promalina (ppm)	Relação comprimento/diâmetro			Diâmetro da depressão apical (cm)	Peso médio (g)	Número de sementes	Firmeza da polpa (lb/pol. ²)	Teor de açúcar (%)	Acidez total (MI NaOH/ 10 ml de suco)
	Dias após a aplicação								
	36	69	101 120/170*						
0	0,954	0,900	0,864	0,876	142	2,92	16,88	12,50	6,33
50	0,994	0,964	0,904	0,900	142	3,08	17,55	12,60	5,55
100	0,999	0,954	0,884	0,884	137	2,50	17,98	12,40	6,19
150	0,995	0,959	0,921	0,906	141	2,75	16,68	12,80	6,35
200	0,980	0,943	0,907	0,881	126	3,18	17,95	12,60	6,26
					Cultivar Gala				
0	1,006	0,924	0,842	0,838	128	2,45	19,45	15,68	5,72
50	1,009	0,978	0,887	0,857	142	1,50	18,22	15,20	5,49
100	1,094	1,030	0,940	0,886	148	1,98	17,78	16,00	5,86
150	1,088	1,032	0,960	0,887	116	1,78	17,22	15,15	4,99
200	1,033	0,992	0,904	0,874	135	1,52	18,08	15,10	5,47
					Cultivar Fuji				

* 120 e 170 correspondem, respectivamente, à colheita dos frutos das cultivares Gala e Fuji.

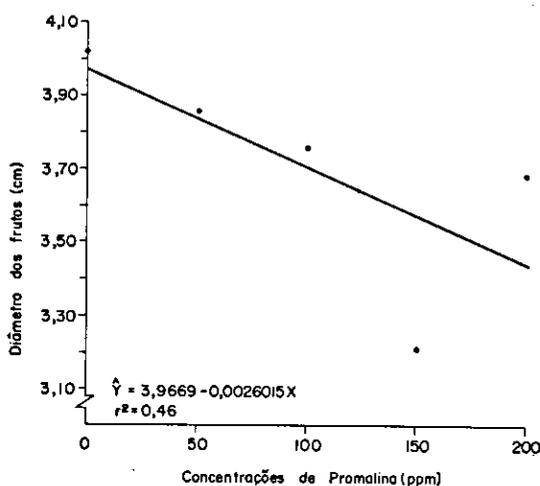


FIG. 1. Efeito de cinco concentrações de Promalina sobre o diâmetro dos frutos da cultivar Fuji, aos 69 dias após a aplicação.

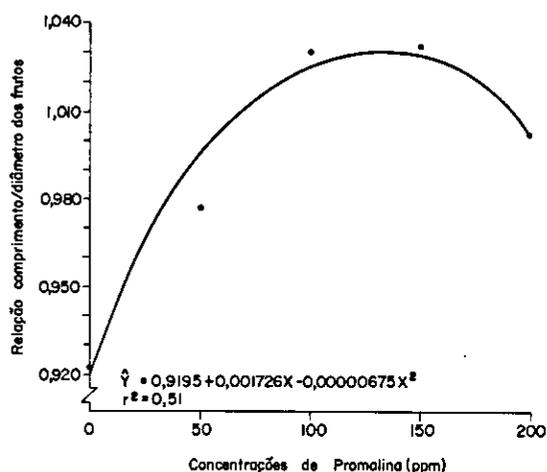


FIG. 3. Efeito de cinco concentrações de Promalina sobre a relação comprimento/diâmetro dos frutos da cultivar Fuji, aos 69 dias após a aplicação.

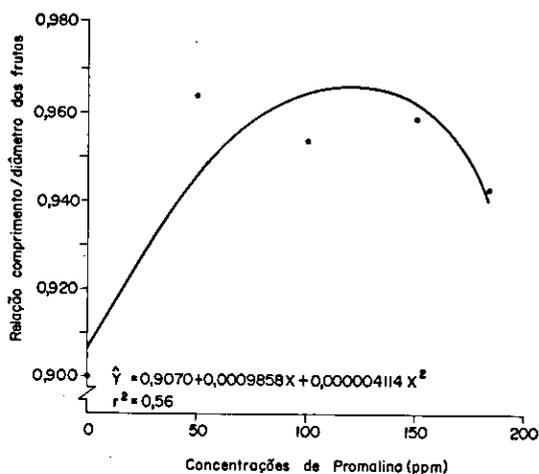


FIG. 2. Efeito de cinco concentrações de Promalina sobre a relação comprimento/diâmetro dos frutos da cultivar Gala, aos 69 dias após a aplicação.

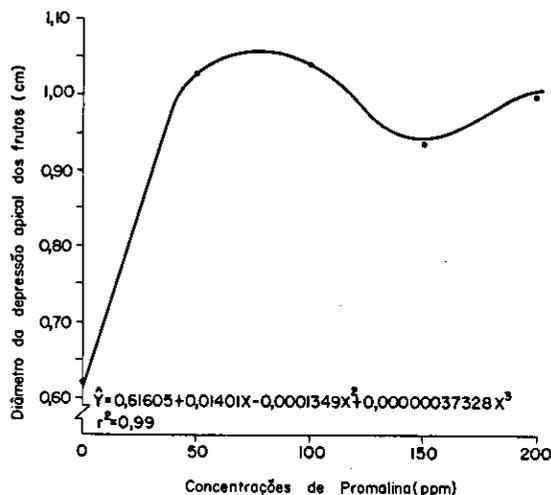


FIG. 4. Efeito de cinco concentrações de Promalina sobre o diâmetro da depressão apical dos frutos da cultivar Gala, na ocasião da colheita.

A Promalina aumentou o diâmetro da depressão apical dos frutos colhidos, em ambas as cultivares, como pode ser visto nas Fig. 4 e 5. Este efeito, provavelmente, ocorreu devido ao maior crescimento na área apical dos frutos e a uma conseqüente elevação dos vestígios florais, na depressão desta área, pela ação das $AG_4/7 + 6-BA$, que de-

vem ter aumentado o número e o tamanho das células, nesta área, conforme mencionam Bukovac & Nakagawa (1968), Letham (1969) e Williams & Stahly (1969).

Apesar disto, o peso médio dos frutos não foi alterado pela Promalina, à semelhança dos resultados encontrados por Greenhalgh et al. (1977), na

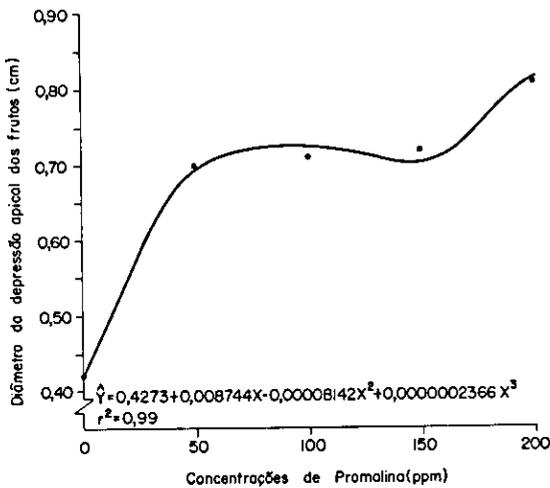


FIG. 5. Efeito de cinco concentrações de Promalina sobre o diâmetro da depressão apical dos frutos da cultivar Fuji, na ocasião da colheita.

Austrália, em cultivares do grupo 'Red Delicious'.

Embora seja conhecido o efeito depressivo das giberelinas e das citocininas, de origem exógena, sobre a formação de sementes, face à elevação das concentrações desses reguladores de crescimento até níveis tóxicos (Wertheim 1973 e Taylor 1975), os tratamentos parecem não ter exercido nenhum efeito sobre o número de sementes.

A ausência de resposta ao número de sementes dos frutos, em função dos tratamentos com Promalina, poderia ser explicada pelo fato de, no raleio, terem sido eliminados os frutos menores, cujo número de sementes não foi avaliado, pois, segundo Modlibowska (1975), os frutos com pouca ou nenhuma semente são geralmente menores e, por isto, são eliminados no raleio.

Os tratamentos com Promalina também não afetaram a frutificação efetiva, a firmeza da polpa, o teor de açúcar e a acidez total do suco dos frutos, corroborando a opinião de Stembridge & Morrel (1972), Unrath (1974), Cibulski (1977) e Looney (1979).

CONCLUSÕES

1. A Promalina aumentou o diâmetro da de-

pressão apical dos frutos, na região dos vestígios florais.

2. Não houve evidência dos efeitos da Promalina sobre o comprimento, o diâmetro, a relação comprimento/diâmetro e o peso médio dos frutos colhidos, assim como sobre o número de sementes, a firmeza da polpa, o teor de açúcar, a acidez total do suco e a frutificação efetiva.

3. Diante dos resultados alcançados, não se recomenda o uso da Promalina para resolver o problema de ocorrência de frutos oblatos nas cultivares Gala e Fuji, cultivadas nas condições climáticas das áreas de cultura da macieira, em Santa Catarina.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos Pesquisadores José Luiz Petri e Gerson Renan de Luces Fortes, da EMPASC, bem como ao Técnico Agrícola Arival Pioli e aos demais funcionários da Estação Experimental de Videira, SC.

REFERÊNCIAS

- BUKOVAC, M.J. & NAKAGAWA, S. Gibberellin-induced asymmetric growth of apple fruits. *Hort Science*, Alexandria, 3:172-4, 1968.
- CIBULSKI, R.J. Effects of bloom applications of GA_{4/7} and 6-BA (Promalin) on apple fruit. *Proceedings of the Plant Growth Regulator Working Group*, Longmont, 4:223-30, 1977.
- GREENHALGH, W.J. & GODLEY, G.L. Studies of fruit shape in apples: a survey of factors influencing the development of "typiness" of the cultivar Red Delicious. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.*, Victoria, 16:592-5, 1976.
- GREENHALGH, W.J.; GODLEY, G.L. & MENZIES, R. Studies of fruit shape in apples: response to gibberellin and cytokinin sprays. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.*, Victoria, 17:505-9, 1977.
- LETHAM, D.S. Regulators of cell division in plant tissues; VI. The effects of zeatin and other stimulants on cell division on apple fruit development. *N. Z. J. Agric. Res.*, Wellington, 12:1-20, 1969.
- LOONEY, N.E. Some effects of gibberellins A_{4/7} plus benzyladenine on fruit weight, shape, quality, Ca content, and storage behavior of 'Spartan' apple. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.*, Alexandria, VA, 104:389-91, 1979.

- MCKENZIE, D.W. A survey of shape variation in some New Zealand apples. *N. Z. J. Agric. Res.*, Wellington, 14:491-8, 1971.
- MILLER, S.S. Effect of Promalin on the physical characteristics of 'Delicious' apples growth in two geographic locations. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.*, Alexandria, VA, 104:857-60, 1979.
- MODLIBOWSKA, I. Induction of parthenocarpic apples of Bramley's Seedling by low concentrations of gibberellins. *J. Hortic. Sci.*, Ashford, 59:21-2, 1975.
- STEMBRIDGE, G.E. & MORREL, G. Effect of gibberellins and 6-benzyladenine on the shape and fruit set of 'Delicious' apples. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.*, Alexandria, VA, 94:464-7, 1972.
- TAYLOR, B.K. Reduction of apple skin russetting by gibberellin A₄. *J. Hortic. Sci.*, Ashford, 50:169-72, 1975.
- UNRATH, C.R. The commercial implications of gibberellin A₄A₇ plus benzyladenine for improving shape and yield of 'Delicious' apples. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.*, Alexandria, VA, 99:381-4, 1974.
- WERTHEIM, S.J. Fruit set and June drop in Cox's Orange Pippin apple as affected by pollination and treatment with a mixture of gibberellins A₄ and A₇. *Sci. Hortic.*, Amsterdam, 1:85-105, 1973.
- WESTWOOD, M.N. & BLANEY, L.T. Non-climatic factors affecting the shape of apple fruits. *Nature*, London, 200:802-3, 1963.
- WILLIAMS, M.W. & BILLINGSLEY, H.D. Promalin can help improve Delicious shape. *The Goodfruit Grower*, Yakima, 30:30-1, 1979.
- WILLIAMS, M.W. & STAHLY, E.A. Effect of cytokinins and gibberellins on shape of 'Delicious' apple fruits. *J. Am. Soc. Hortic.*, Alexandria, VA, 94:17-9, 1969.