

EFEITO DO MOLIBDÊNIO NA PRODUÇÃO E NOS TEORES FOLIARES DE NUTRIENTES DO MORANGUEIRO¹

RENAR JOÃO BENDER² e INGRID B.I. DE BARROS³

RESUMO - Morangueiros (*Fragaria x ananassa* Duch.) cv. Campinas (IAC 2712) foram cultivados em solução nutritiva e submetidos a cinco níveis de molibdênio (Mo): 1,0 ppm, 0,10 ppm, 0,010 ppm, 0,0010 ppm e testemunha (sem aplicação de Mo). A fase experimental foi conduzida em casa de vegetação e câmara de crescimento, na Faculdade de Agronomia da UFRS para avaliar as alterações no estado nutricional das plantas e na qualidade de seus frutos. A concentração de Mo nas folhas, colhidas de plantas no estágio de início de frutificação, aumentou linearmente, de 0,5 ppm a 64 ppm. Não se verificaram sintomas de deficiência ou toxicidade. Os teores foliares de nitrato, P, K, Ca e Mg e a área foliar não foram afetados pelos níveis de Mo; no entanto, os teores de N-total diminuiram linearmente com o aumento da concentração de Mo, o que se atribui a um possível efeito de sua fitotoxidez. Os sólidos solúveis totais (SST), a acidez titulável, a relação SST/acidez e os teores de ácido ascórbico dos morangos não foram afetados pelo Mo. O peso médio de frutos sofreu um efeito quadrático, aumentando até a concentração de 0,10 ppm de Mo na solução.

Termos para indexação: níveis de nutrientes, nutrição, toxicidade, hidroponia.

EFFECT OF MOLYBDENUM ON YIELD AND NUTRIENT CONTENT OF THE STRAWBERRY

ABSTRACT - Strawberries (*Fragaria x ananassa* Duch.) cv. Campinas were cultivated in nutrient solution using five levels of molybdenum (Mo), 0.0010 ppm, 0.010 ppm, 0.10 ppm, 1.0 ppm and control (without applying molybdenum). The experiment was carried out in greenhouse and phytotron at Agronomy School of the Federal University of Rio Grande do Sul, Brazil, to evaluate the changes in the mineral status of the leaves and the quality of the berries. The concentration of Mo in the leaves, at the beginning of fruiting stage, varied from 0.5 ppm to 64 ppm. No visual symptoms of deficiency or toxicity were observed. The total N in the levels was affected significantly by Mo and this can probably be attributed to its toxic effect. However nitrate, P, K, Ca, Mg and leaf area were not affected by the treatments. Total solid solubles, acidity, total solid solubles/acidity and ascorbic acid contents of the berries were not influenced by Mo. Average weight of the berries were affected by treatments and presented a quadratic regression response.

Index terms: nutrient levels, nutrition, toxicity, hydroponics.

INTRODUÇÃO

O molibdênio (Mo), micronutriente exigido em menor quantidade pelas culturas (Malavolta 1980), atua no complexo enzimático nitrato-redutase (NR) como co-fator específico no transporte de elétrons, juntamente com a flavina-adenina-dinucleotídeo e o citocromo-b, para redução de nitrato

a nitrito no citoplasma celular (Mengel & Kirkby 1982).

Além da participação no complexo que regula o metabolismo do nitrogênio (N) na planta pela catálise da primeira reação na redução (Schrader et al. 1968), há indicação de que o Mo participa de outros processos metabólicos, entre os quais o metabolismo do ácido ascórbico (Price et al. 1972, Malavolta 1980).

As quantidades de Mo requeridas pelas plantas variam conforme as espécies, sendo que estas apresentam variação na habilidade de extrair o elemento da solução (Sauchelli 1969).

Com suplementação de Mo acima dos níveis adequados para o metabolismo da planta, não há uma maior atividade do complexo NR, mas há um incremento considerável nos teores do elemento no tecido (Witt & Jungk 1977).

Este incremento poderá resultar na pertubação

¹ Aceito para publicação em 8 de novembro de 1983.

Parte do trabalho de dissertação do primeiro autor, apresentado como um dos requisitos ao grau de Mestre em Agronomia, na Univ. Fed. do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, com recursos da Fundação de Amparo à Pesquisa do Rio Grande do Sul (FAPERGS) e Empresa Catarinense de Pesquisa Agropecuária S/A (EMPASC).

² Eng.^o Agr.^o, M.Sc., EMPASC, Estação Experim. de Caçador, Caixa Postal D-1, CEP 89500 - Caçador, SC.

³ Eng.^a Agr.^a, M.Sc., Prof.^a Assist. Dep. de Fitot. Fac. de Agron. Univ. Fed. do Rio Grande do Sul, CEP 90000 - Porto Alegre, RS.

do metabolismo, implicando redução do crescimento e produção.

Considerando que ainda são poucos os estudos de nutrição do morangueiro realizados até o momento no Brasil, e que a forma de cultivo, aliada às aplicações impróprias de fertilizantes e corretivos, predispõe à ocorrência de distúrbios nutricionais, especialmente de micronutrientes, conduziu-se um experimento para estudar as alterações na produção e nos teores foliares de nutrientes em função da variação de disponibilidade de Mo.

MATERIAL E MÉTODOS

Morangueiros (*Fragaria x ananassa* Duch.) da cv. Campinas (IAC 2712) foram cultivados em solução nutritiva contendo a seguinte concentração de nutrientes: N-NO₃⁻ = 28 ppm, N-NH₄⁺ = 7 ppm, P = 31 ppm, K = 98 ppm, Ca = 60 ppm, Mg = 24 ppm, S = 68 ppm, Cl = 35 ppm, Na = 4 ppm, Fe = 6 ppm, B = 0,27 ppm, Cu = 0,31 ppm, Mn = 0,27 ppm e Zn = 0,10 ppm.

O experimento, em delineamento completamente casualizado, com cinco repetições e uma planta por unidade experimental (balde de plástico, com capacidade para seis litros), foi conduzido em casa de vegetação e em câmara de crescimento, na Faculdade de Agronomia da UFRS, de 19 de maio a 06 de agosto de 1982. Foram aplicados cinco tratamentos de Mo na solução: 0,0010 ppm, 0,010 ppm, 0,10 ppm, 1,0 ppm e testemunha (sem aplicação de Mo).

A solução nutritiva, com arejamento contínuo por compressor, foi mantida em pH 5,5, admitindo-se uma variação de 0,2 unidades. A correção do pH foi realizada com NaOH 0,1 N ou HCl 0,12 N. Durante a experimentação foram realizadas duas trocas de solução: a primeira, a 08 de junho, e a segunda, em primeiro de julho.

Foram realizadas quatro colheitas de frutos: a 28 e 30 de julho e a 4 e 6 de agosto. Os frutos foram analisados para teor de ácido ascórbico, conforme Leme Junior & Malavolta (1950). Os sólidos solúveis totais foram determinados com uso de refratômetro-de-mão, que forneceu os graus Brix em leitura direta. A acidez foi determinada por volumetria de neutralização pela titulação com NaOH 0,01 N, sendo o resultado expresso em percentual de ácido salicílico.

A área foliar foi determinada no dia 6 de agosto, correspondendo ao início do estágio de frutificação das plantas. Esta determinação foi feita com uso de aparelho portátil medidor de área foliar, marca LI-COR, modelo Li-3000, da LAMBDA. Foram utilizadas cinco folhas jovens, plenamente desenvolvidas, destacados os folíolos, para leitura sem pecíolo. Estas folhas foram secadas em estufa a 60°C por 72 horas para as análises de nutrientes.

A determinação de N-total, K, Ca e Mg seguiu o método descrito por Tedesco (1982), com extração simultânea

de N, P, K, Ca e Mg. O P foi determinado conforme está descrito por Murphy & Riley (1962). A determinação de N na forma de nitrato foi conforme Cataldo et al. (1975), enquanto que o teor de Mo foi determinado pela CIENTEC (Fundação de Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul), por espectrografia de emissão ótica.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A absorção e o conseqüente acúmulo de Mo no tecido dos morangueiros, Tabela 1, tem paralelo nos trabalhos de Gerloff et al. (1959), Merkel et al. (1975) e Witt & Jungk (1977). Estes autores verificaram um aumento linear dos teores de Mo no tecido em conseqüência do aumento das concentrações do elemento na solução nutritiva.

Nos morangueiros, esta correlação foi altamente significativa, apresentando um coeficiente de determinação (r^2) de 0,99, sendo a equação de regressão linear:

$$\hat{Y} = 0,887 + 63,106 X.$$

Esta observação indica que o Mo apresenta determinado comportamento que é semelhante para várias espécies, e que as plantas absorvem, relativamente, maiores quantidades do elemento quando a disponibilidade é maior.

Nos níveis mínimos, tratamentos testemunha e com 0,0010 ppm de Mo na solução nutritiva, os morangueiros não apresentavam quaisquer sintomas que pudessem ser associados à deficiência de Mo. Este fato indica que a quantidade de Mo determinada nas folhas, $\leq 0,5$ ppm, foi suficiente para suprir a necessidade fisiológica dos morangueiros naqueles tratamentos, considerando que Johnson (1966) apontou o limite de 0,1 ppm abaixo do qual poderá ocorrer a manifestação de deficiência.

O suprimento adequado foi, possivelmente, conseqüência de duas fontes. A primeira forma de suprimento foi através das próprias mudas que apresentavam um teor suficiente de Mo para garantir os processos metabólicos, nos quais o elemento está envolvido, por um período bem maior do que o da experimentação. Vanselow & Data (1949), trabalhando com plantas do gênero *Citrus*, verificaram que esta forma de suprimento garantiu o desenvolvimento até 20 vezes o tamanho original da plântula.

TABELA 1. Teores médios de N-total, nitrato e Mo na matéria seca de folhas de morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.) cv. Campinas cultivado em solução nutritiva e submetido a cinco concentrações de molibdênio.

Tratamentos	N-total* (%)	Nitrato* (ppm)	Mo* (ppm)
Testemunha	3,34	1.066	< 0,5***
0,0010 ppm de Mo**	3,48	1.014	0,5
0,010 ppm de Mo	3,58	1.010	3,0
0,10 ppm de Mo	3,45	1.105	7,0
1,0 ppm de Mo	3,24	772	64,0

* Médias de cinco repetições.

** Neste tratamento verificou-se uma parcela perdida, sendo as médias, portanto, de quatro repetições.

*** Este dado é menor que 0,5 ppm; todavia, este é o limite inferior de precisão do método, sendo, portanto, referido e utilizado nas análises processadas como 0,5 ppm de Mo no tecido em plantas do tratamento testemunha.

Uma segunda possibilidade de suprimento foi sugerida por Merkel et al. (1975), que verificaram que os reagentes utilizados no preparo da solução nutritiva, sem a inclusão do Mo, contaminavam a solução com o elemento, garantindo o desenvolvimento e a produção máximos.

Ao nível máximo de Mo na solução nutritiva, 1,0 ppm, os morangueiros não apresentaram sintomas visuais do excesso do elemento, mesmo tendo acumulado 64 ppm na matéria seca das folhas.

Johnson (1966) e Jones Junior (1972) referiram-se à capacidade de plantas tolerarem teores foliares relativamente altos de Mo, sem efeitos prejudiciais aparentes sobre o desenvolvimento.

Agarwala & Hewitt (1955) determinaram um acúmulo de 321 a 2.426 ppm de Mo na matéria seca das folhas de couve-flor, nas quais foram observados sintomas visuais de toxidez do elemento. Johnson (1966) apresentou teores foliares de 1.000 a 2.000 ppm acumulados em plântulas de tomateiro e couve-flor apresentando sintomas de toxidez. Portanto, o teor de 64 ppm acumulado nos morangueiros, com a concentração máxima na solução nutritiva, está aquém do limite com possibilidade de ocorrência de sintomas visuais de toxidez.

Os teores de N-total apresentaram um significativo decréscimo ($\bar{Y} = 3,471 - 0,228 X$) com o incremento da concentração de Mo na solução nutritiva (Tabela 1). Esta queda deve ser atribuída a um efeito de fitotoxidez do Mo, que, também, possivelmente, foi responsável pelas reduções, não sig-

nificativas a 5% de probabilidade, de N na forma de nitrato (Tabela 1) e P, Ca e Mg (Tabela 2).

Webb & Hallas (1966) referiram-se a um estado "subclínico", no qual não se manifestaram sintomas visuais de deficiência ou toxidez. Esta suposição é reforçada pela aparente redução, na concentração mais elevada de Mo, porém não-significativa, da área foliar (Tabela 3). Tendo em vista que as observações de Agarwala & Hewitt (1955) e Gerloff et al. (1959) apontaram a diminuição da área foliar como um dos efeitos da toxidez de Mo, a redução observada nos morangueiros sugere que o acúmulo de Mo no tecido foliar é uma das causas prováveis.

TABELA 2. Teores médios de P, K, Ca e Mg na matéria seca de folhas de morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.) cv. Campinas cultivado em solução nutritiva e submetido a cinco concentrações de molibdênio.

Tratamentos	P*	K*	%	
			Ca*	Mg*
Testemunha	1,11	3,16	0,74	0,65
0,0010 ppm de Mo**	1,02	3,24	0,72	0,61
0,010 ppm de Mo	1,21	3,23	0,84	0,61
0,10 ppm de Mo	1,15	3,15	0,77	0,63
1,0 ppm de Mo	1,09	3,23	0,67	0,56

* Médias de cinco repetições.

** Neste tratamento verificou-se uma parcela perdida, sendo as médias, portanto, de quatro repetições.

O peso médio dos morangos (Tabela 4) apresentou uma resposta ao Mo segundo um modelo quadrático de regressão ($\hat{Y} = 15,35 + 20,39X - 21,99 X^2$). Verificou-se que houve um incremento de peso médio a níveis crescentes de Mo até 0,10 ppm na solução, sendo o teor acumulado de 7 ppm no tecido. Esta situação inverteu-se quando o suprimento de Mo possibilitou um acúmulo excessivo no tecido. Segundo Stout & Meagher (1948), a necessidade fisiológica está abaixo de 1,0 ppm. Este acúmulo desencadeou um processo de desequilíbrio nutricional, que se manifestou, significativamente, em acentuada perda de peso dos frutos e redução dos teores de N-total, e que caracterizou uma toxidez sem os respectivos sintomas visuais, tanto na parte aérea quanto no sistema radicular.

TABELA 3. Área foliar, em cm^2 , de morangueiros (*Fragaria x ananassa* Duch.) cv. Campinas cultivados em solução nutritiva e submetidos a cinco concentrações de molibdênio.

Tratamentos	Área foliar*
Testemunha	74,7
0,0010 ppm de Mo**	74,6
0,010 ppm de Mo	76,8
0,10 ppm de Mo	77,9
1,0 ppm de Mo	72,2

* Médias de cinco repetições.

** Para este tratamento verificou-se uma parcela perdida; portanto, a média é de quatro repetições.

TABELA 4. Peso médio de morangos, em gramas, da cultivar Campinas (*Fragaria x ananassa* Duch.) cultivada em solução nutritiva e submetida a cinco níveis de molibdênio.

Tratamentos	Peso médio*
Testemunha	15,85
0,0010 ppm de Mo**	15,00
0,010 ppm de Mo	15,30
0,10 ppm de Mo	17,99
1,0 ppm de Mo	13,74

* Médias de cinco repetições.

** Neste tratamento verificou-se uma parcela perdida; portanto as médias processadas são de quatro repetições.

Apesar da situação de toxidez não-visual ocorrida no tratamento com nível máximo de Mo na solução nutritiva, os teores foliares dos nutrientes analisados foram superiores, à exceção do Ca, aos teores referidos na bibliografia como adequados.

Os teores de N-total, P, K e Mg, determinados nos morangueiros, foram superiores aos teores apontados como adequados por Bould (1964) e Sousa et al. (1976).

Os baixos teores de Ca foram conseqüência da concentração deste elemento, 60 ppm, na solução nutritiva, visto que Blatt (1967) recomendou 160 ppm de Ca como concentração adequada na solução nutritiva.

Ao contrário do Ca, os teores de N na forma de nitrato foram relativamente altos, uma vez que não houve deficiência de Mo para a limitação da atividade do complexo NR. As condições ambientais também não devem ter contribuído para o acúmulo de nitrato nos morangueiros, considerando-se as citações de Hageman et al. (1961), Cantliffe (1973) e Minotti & Stankey (1973).

Os teores de sólidos solúveis totais, a acidez titulável e o ácido ascórbico dos morangos não apresentaram diferença com significância ao nível de 5% de probabilidade (Tabela 5).

O incremento da concentração de ácido ascórbico, ocorrido no tratamento com 1,0 ppm de Mo na solução nutritiva, 46 mg/100 g, pode ser conseqüência de um efeito do Mo no metabolismo do ácido ascórbico, conforme referiram Price et al. (1972) e Malavolta (1980). No entanto, apesar deste apreciável acréscimo, os teores foram baixos, considerando-se que os morangos são reconhecidos, nutricionalmente, por terem altos teores desta vitamina. Mayfield & Richardson (1943) e McCrory (1950) determinaram de 49,10 mg/100 g a 80 mg/100 g de ácido ascórbico. No entanto, os teores podem variar amplamente em função de cultivares, condições climáticas, estágio de maturação e período de colheita, assim como é possível verificar variações na composição mineral dos tecidos em função de condições ambientais.

A interpretação dos resultados de estudo de nutrição de forma geral, em morangueiro, requer a compreensão que os vários fatores, ambientais e genéticos, em interrelação, contribuem para a variabilidade da composição dos tecidos (Breen &

TABELA 5. Sólidos solúveis totais, acidez titulável e teor de ácido ascórbico de morangos da cultivar Campinas (*Fragaria x ananassa* Duch.) cultivada em solução nutritiva e submetida a cinco concentrações de molibdênio.

Tratamentos	SST (°Brix)	Acidez* (g%)	Ác. ascórbico (mg/100 g)
Testemunha	5,5	0,88	31,50
0,0010 ppm de Mo**	5,3	0,90	38,12
0,010 ppm de Mo	5,3	0,94	34,25
0,10 ppm de Mo	5,8	0,82	31,50
1,0 ppm de Mo	5,6	0,81	46,00

* Médias de cinco repetições.

** Para este tratamento verificou-se uma parcela perdida; portanto, a média é de quatro repetições.

Martin 1981). Portanto, as diferenças devem ser entendidas sob o aspecto de condições ambientais adequadas, que permitiram a plena manifestação da capacidade de desenvolvimento dos morangueiros.

CONCLUSÕES

1. Os teores foliares de Mo aumentaram linearmente com o aumento da concentração do elemento na solução nutritiva.

2. O aumento da disponibilidade de Mo na solução nutritiva promoveu a diminuição linear dos teores foliares de N-total.

3. As concentrações de Mo na solução nutritiva exerceram efeito quadrático sobre o peso médio dos morangos, sendo que a inflexão da curva de regressão ocorreu a 0,46 ppm.

4. As concentrações de Mo na solução nutritiva não afetaram a área foliar, os teores foliares de N na forma de nitrato, P, K, Ca e Mg, nem, tampouco, os sólidos solúveis totais, a acidez titulável, a relação sólidos solúveis/acidez e os teores de ácido ascórbico.

5. Não se manifestaram sintomas de deficiência nem sintomas visuais de toxidez; no entanto, houve evidências de toxidez não-visual causada pelo acúmulo de 64 ppm de Mo.

REFERÊNCIAS

- AGARWALA, S.C. & HEWITT, E.S. Molybdenum as a plant nutrient. VI. Effects of molybdenum supply on the growth and composition of cauliflower plants given different sources of nitrogen supply in sand culture. *J. Hortic. Sci.*, London, 30:163-80, 1955.
- BLATT, C.R. Calcium-phosphorus relationships in the strawberry. *Can. J. Plant Sci.*, Ottawa, 47(2): 197-202, 1967.
- BOULD, C. Leaf analysis as a guide to the nutrition of fruit crops. V. Sand culture N, P, K, Mg experiments with Strawberry (*Fragaria* spp.). *J. Sci. Food Agric.*, London, 15:474-87, 1964.
- BREEN, P.J. & MARTIN, L.W. Vegetative and reproductive growth responses of three strawberry cultivars to nitrogen. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.*, Alexandria, 106(3):226-72, 1981.
- CANTLIFFE, D.J. Nitrate accumulation in table beets and spinach as affected by nitrogen, phosphorus and potassium nutrition and light intensity. *Agron. J.*, Madison, 65:563-5, 1973.
- CATALDO, D.A.; HAARON, M.; SCHRADER, L.E. & YOUNG, V.L. Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitration of salicylic acid. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, New York, 6:71-80, 1975.
- GERLOFF, G.C.; STOUT, P.R. & JONES, H.P. Molybdenum-manganese-iron antagonisms in the nutrition of tomato plants. *Plant Physiol.*, Rockville, 34:608-13, 1959.
- HAGEMAN, R.H.; FLESHER, D. & GITTER, A. Diurnal variation and other light effects influencing the activity of NR and nitrogen metabolism in corn. *Crop. Sci.*, Madison, 1:201-4, 1961.
- JOHNSON, C.M. Molybdenum. In: CHAPMAN, H.D., ed. *Diagnostic criteria for plants and soils*. Berkeley, University of California, 1966. p.286-301.
- JONES JUNIOR, J.B. Plant tissue analysis for micronutrients. In: MICRONUTRIENTS in agriculture. Madison, Soil Science Society of America, 1972. p.319-46.
- LEME JUNIOR, J. & MALAVOLTA, E. Determinação fotolorimétrica do ácido ascórbico. *An. Esc. Sup. Agric. "Luiz de Queiróz"*, Piracicaba, 7(123):116-29, 1950.
- MALAVOLTA, E. *Elementos de nutrição mineral de plantas*. São Paulo, Ceres, 1980. 251p.
- MAYFIELD, H.L. & RICHARDSON, J.E. Ascorbic acid contents of strawberries and their products. *Mont. Agric. Exp. St. Bull.*, 412:3-16, 1943.
- MCCRORY, S.A. South Dakota's vitamin C fruit; strawberries. *S. D. Farm Home Res.*, 1:60-1, 1950.

- MENGEL, K. & KIRKBY, E.A. Principles of plant nutrition. Bern, International Potash Institute, 1982. p.168-80.
- MERKEL, D.; WITT, H.H. & JUNGK, A. Effect of molybdenum on the cation-anion balance of tomato plants at different nitrogen nutrition. *Plant Soil*, Hague, 42:131-43, 1975.
- MINOTTI, P.L. & STANKEY, D.L. Diurnal variation in the nitrate concentration of beets. *Hort. Sci., St. Josef*, 8(1):33-4, 1973.
- MURPHY, J. & RILEY, J.P. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. *Anal. Chem. Acta*, Amsterdam, 27:31-6, 1962.
- PRICE, C.A.; CLARK, H.E. & FUNKHOUSER, E.A. Functions of micronutrients in plants. In: MICRO-NUTRIENTS in Agriculture. Madison, Soil Science Society of America, 1972. p.231-2.
- SAUCHELLI, V. Trace elements in agriculture. New York, Van Nostrand Reinhold, 1969. p.133-50.
- SCHRADER, L.E.; RITENOUR, G.L.; EILRICH, G.L. & HAGEMAN, R.H. Some characteristics of nitrate reductase from higher plants. *Plant Physiol.*, Rockville, 43:930-40, 1968.
- SOUSA, A.F.; HAAG, P.H.; SARRUGE, J.R.; OLIVEIRA, G.D. de & MINAMI, K. Nutrição mineral de hortaliças: XXIX. Absorção de macronutrientes por quatro cultivares de morangueiro (*Fragaria* spp.). *An. Esc. Sup. Agric. "Luiz de Queiroz"*, Piracicaba, 33:647-83, 1976.
- STOUT, P.R. & MEAGHER, W.R. Studies of the molybdenum nutrition of plants with radioactive molybdenum. *Science*, Lancaster, 108:471-3, 1948.
- TEDESCO, M.J. Extração simultânea de N, P, K, Ca e Mg no tecido de plantas por digestão de H_2O_2 e H_2SO_4 . Porto Alegre, Dept^o de Solos, UFRS, 1982. 19p. (Informativo Interno, 01-82).
- VANSELOW, A.P. & DATA, N.P. Molybdenum deficiency of the citrus plant. Riverside, University of California Citrus Experiment Station, 1949. 7p. (Paper, 593).
- WEBB, R.A. & HALLAS, D.G. The effect of iron supply on strawberry, var. Royal Sovereign. *J. Hortic. Sci.*, London, 41:179-88, 1966.
- WITT, H.H. & JUNGK, A. Beurteilung der Molybdänversorgung von Pflanzen mit Hilfe der Mo-induzierbaren Nitrat-reduktase-Aktivität. *Z. Pflanzenernaehr. Bodenk.*, 140:209-22, 1977.