

TOMASZ KLEIBER, ANDRZEJ KOMOSA

PORÓWNANIE DYNAMIKI ZAWARTOŚCI MAKRO- I MIKROELEMENTÓW W RÓŻNYCH LATACH UPRAWY ANTURIUM

*Z Katedry Nawożenia Roślin Ogrodniczych
Akademii Rolniczej im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu*

ABSTRACT. Dynamics of nutrient contents in the index part of anthurium cvs. ‘Tropical’, ‘Midori’, ‘Sultan’, ‘Bolero’, ‘President’, ‘Choco’, ‘Baron’ and ‘Pistache’ grown in expanded clay in 2000 and 2002 was studied. The dynamics of nitrogen and calcium contents shown decreasing tendency, but phosphorus, potassium and sulfur increasing one in two years of the study. There were multidirection differences in dynamics for magnesium, iron, manganese, zinc, copper and boron at vegetation period. The content of macroelements in the index part of anthurium (except of magnesium) was more stable and repeatable than for microelements.

Key words: dynamics, nutrients, expanded clay, anthurium

Wstęp

Anturium (*Anthurium cultorum* Birdsey) jest najbardziej popularną rośliną tropikalną, uprawianą na kwiat cięty w naszym kraju i na świecie. **Mojsiej** (2002) podaje, że uprawa anturium należy do najbardziej kosztochłonnych upraw w Polsce. Koszty całkowite są tu kilkakrotnie wyższe niż w przypadku innych roślin ozdobnych, przy czym ponad 65% stanowi ogrzewanie.

W Polsce dominuje uprawa w keramzycie, z której uzyskuje się średnio 50-80 sztuk·m² kwiatów anturium z powierzchni uprawnej. Ważnym elementem uzyskiwania optymalnych plonów, zwłaszcza w podłożach inertnych, jest optymalne żywienie roślin (**Komosa** 2000, **Komosa i Kleiber** 2001, 2002, 2003 a, b).

Celem niniejszych badań było porównanie dynamiki zawartości makro- i mikroelementów w anturium w różnych latach uprawy na podstawie wyznaczenia równań regresji oraz określenie zróżnicowania średnich zawartości składników pokarmowych w poszczególnych latach badań.

Material i metody

Doświadczenia przeprowadzono w wiodącym gospodarstwie produkcyjnym w Tarnowie Podgórnym k/Poznań, w okresie od 14.01. do 15.12.2000 oraz od 15.01. do 15.12.2002 roku. Badano zawartość składników pokarmowych w częściach wskaźnikowych anturium, którymi były młode, w pełni wyrosnięte liście, uzyskiwane z roślin po świeżo ściętym kwiecie.

Anturium uprawiano w keramzycie. Przedmiotem badań były najczęściej uprawiane w Polsce, standardowe odmiany – w 2000 roku: ‘Tropical’, ‘Midori’, ‘Sultan’ i ‘Bolero’ (posadzone w IV.1999), a w 2002 roku: ‘Tropical’, ‘Midori’, ‘President’, ‘Choco’, ‘Baron’ i ‘Pistache’ (posadzone w VIII.2000).

W doświadczeniu zastosowano pożywkę standardową (**Komosa 2000**) o następującym składzie ($\text{mg} \cdot \text{dm}^{-3}$): N-NH₄ < 14, N-NO₃ – 105, P – 31, K – 176, Ca – 60, Mg – 24, S-SO₄ – 48, Fe – 0,84, Mn – 0,16, Zn – 0,20, B – 0,22, Cu – 0,032, Mo – 0,048, pH 5,5 – 5,7 oraz EC – 1,5 – 1,8 $\text{mS} \cdot \text{cm}^{-1}$.

Fertygacja, bez recyrkulacji pożywki, sterowana była komputerowo. Pożywkę rozprowadzano na zagonach liniami kroplującymi. Latem, w okresie zwiększonego zapotrzebowania na wodę oraz składniki pokarmowe, fertygację stosowano 6-7-krotnie w ciągu doby, wydając 4-5 dm^3 pożywki na m^2 , natomiast zimą 2-3-krotnie, aplikując 2-3 dm^3 . Z podłoża wyciekało około 20% pożywki, którą gromadzono w zbiornikach i stosowano do nawożenia innych upraw. W celu zapewnienia odpowiedniej wilgotności powietrza oraz równomiernego rozkładu wilgotności w podłożu, uprawę zraszano wodą deszczową za pomocą mikrozaszaczki podkoronowych.

Na średnią próbę składało się 5-6 liści danej odmiany, pobieranych losowo z całej powierzchni zagonu, w roku 2000 w 8 terminach: 14.01, 15.03, 15.05, 18.07, 16.08, 15.09, 15.11 i 15.12, a w 2002 roku w 6 terminach: 15.01, 15.03, 15.05, 14.07, 15.09 i 15.11. Liście suszono w temperaturze 45-50°C i mielono. Do oznaczenia ogólnych form fosforu, potasu, wapnia i magnezu liście mineralizowano w stężonym kwasie siarkowym, natomiast do azotu ogólnego – w mieszaninie kwasu siarkowego i sulfosalicylowego. Mineralizację na oznaczenie siarki, żelaza, manganu, cynku i miedzi prowadzono na „mokro” w mieszaninie kwasów: azotowego i nadchlorowego w stosunku 3:1, a boru „na sucho”, w obecności wodorotlenku wapnia, w piecu muflowym (IUNG 1972).

Po mineralizacji wykonano następujące oznaczenia:

- N – ogólny – metodą destylacyjną wg Kjeldahla na aparacie Parnasa-Wagnera,
- P – metodą kolorymetryczną z molibdenianem amonu (wg Schillaka),
- K, Ca, Mg – spektrometrią absorpcji atomowej (AAS),
- S – metodą nefelometryczną,
- Fe, Mn, Zn, Cu – spektrometrią absorpcji atomowej (AAS),
- B – metodą kolorymetryczną z kurkumina.

Wykonano analizę statystyczną, obliczając równania regresji, ujmujące zależności między zawartością składników w częściach wskaźnikowych roślin a terminami pobierania prób do analiz.

Wyniki badań i dyskusja

Stwierdzono zróżnicowanie średniej zawartości azotu w częściach wskaźnikowych roślin w dwóch latach badań (tab. 1, ryc. 1). W I roku średnia zawartość azotu wynosiła 1,76% N, natomiast w 2002 – 1,58% N. Zawartość azotu w większości badanych odmian w 2000 roku malała, zgodnie z równaniem regresji $y = 1,81 - 0,008x$ (gdzie y – zawartość składnika w roślinie, x – kolejny numer miesiąca 1-12, styczeń-grudzień). Wstawiając w miejsce x numer danego miesiąca, można wyliczyć średnią zawartość azotu w danym miesiącu uprawy, np. dla marca $y = 1,81 - 0,008 \cdot 3$, tj. 1,786% N w suchej masie liści. Malejącą tendencję zawartości azotu w okresie wegetacyjnym potwierdziły badania roślin w 2002 roku – równanie $y = 1,64 - 0,0148x$.

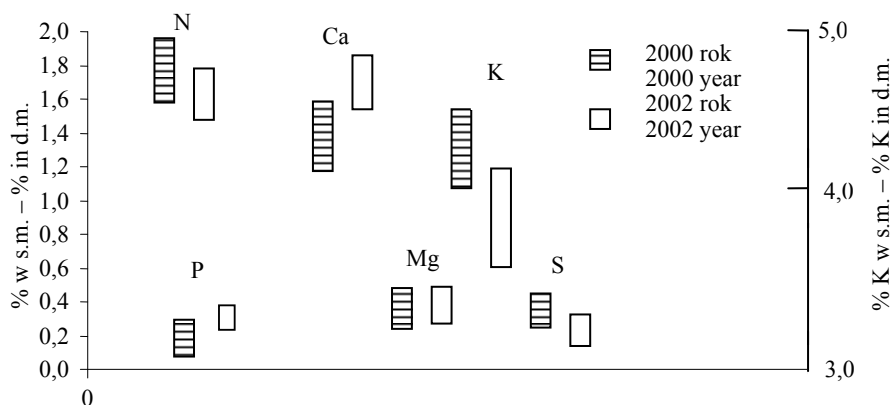
Zawartości azotu były zgodne z zaleceniami podawanymi przez **Anthura** (1998). Jednak **Mills i Scoggins** (1998) podają zawartości wyższe wynoszące od 2,21 do 3,83% N w młodych liściach. **Higaki i in.** (1992) stwierdzili w uprawie tradycyjnej 1,87% N, co jest zbliżone do wartości oznaczonych w badaniach własnych.

Tabela 1
Średnie zawartości składników pokarmowych w częściach wskaźnikowych (młodych, w pełni wyrośniętych liściach po świeżo ściętym kwiecie) anturium w latach 2000 i 2002
Average nutrient contents in the index part (the young fully expanded leaves of which the bloom was fresh harvested) of anthurium in the years 2000 and 2002

Składnik Nu- trient	Rok badań – Year of study					
	2000			2002		
	% w s. m. części wskaźnikowej – % in d.m. of index part					
zakres range	średnia mean	równanie regresji regression equation	zakres range	średnia mean	równanie regresji regression equation	
N	1,57-1,90	1,76	$y = 1,81 - 0,008x^*$	1,47-1,73	1,58	$y = 1,64 - 0,0148x$
P	0,13-0,31	0,21	$y = 0,00128x + 0,193$	0,22-0,36	0,30	$y = 0,2856 + 0,044x$
K	4,00-4,44	4,22	$y = 4,10 + 0,0193x$	3,41-4,05	3,81	$y = 3,33 + 0,1387x$
Ca	1,17-1,55	1,33	$y = 2,0761 - 0,1223x$	1,53-1,81	1,65	$y = 1,44 - 0,0167x$
Mg	0,31-0,50	0,41	$y = 0,364 + 0,00674x$	0,28-0,49	0,36	$y = 0,3647 - 0,0022x$
S	0,29-0,46	0,38	$y = 0,351 + 0,0048x$	0,19-0,34	0,26	$y = 0,2403 + 0,0047x$
	mg · kg ⁻¹ w s.m. części wskaźnikowej – mg · kg ⁻¹ in d.m. of index part					
Fe	84,1-101,8	90,6	$y = 96,3 - 0,797x$	39,1-52,7	47,5	$y = 42,3 + 0,484x$
Mn	68,8-88,3	79,0	$y = 92,5 - 1,87x$	29,6-49,1	41,2	$y = 22,1 + 5,4481x$
Zn	51,6-68,6	58,9	$y = 55,8 + 0,407x$	34,6-56,5	45,9	$y = 53,7 - 2,2124x$
Cu	6,22-7,05	6,58	$y = 6,48 + 0,01x$	4,94-6,46	5,62	$y = 6,2924 - 0,1907x$
B	74,7-85,3	78,9	$y = 87,2 - 1,86x$	58,6-69,2	64,8	$y = 61,0 + 1,071x$

* y – zawartość składnika w części wskaźnikowej, x – numer miesiąca 1-12.

* y – content of nutrient in the index part, x – number of month 1-12.



Ryc. 1. Średnie zawartości makroelementów w częściach wskaźnikowych anturium
Fig. 1. Average content of macroelements in the index part of anthurium

Średnia roczna zawartość fosforu dla wszystkich badanych odmian w 2000 roku uprawy wynosiła 0,21% P, a w 2002 – 0,30% P (tab. 1, ryc. 1). **De Kreij i in.** (1990) podają zakres 0,15-0,30% P, a **Sonneveld i Voogt** (1993) 0,25-0,55% P. Są to zawartości zbliżone do oznaczonych w badaniach własnych.

Potwierdziła się tendencja wzrostu zawartości fosforu w okresie wegetacji. W 2000 roku uprawy opisana została równaniem $y = 0,00128x + 0,193$, a w 2002 – $y = 0,2856 + 0,044x$.

W dwóch latach badań wykazano wzrost zawartości potasu w częściach wskaźnikowych, opisany w 2000 roku uprawy równaniem $y = 4,10 + 0,0193x$, a w 2002 roku $y = 3,33 + 0,1387x$. Średnia zawartość potasu ze wszystkich odmian w roku 2000 wynosiła 4,22% K, natomiast w 2002 roku była niższa – 3,81% K (tab. 1, ryc. 1).

W 2000 roku stwierdzono wyższe zawartości potasu w porównaniu z danymi **Millsa i Scogginsa** (1998). Wymienieni autorzy za odpowiedni wskazują zakres 1,80-3,41% K. Jednak zawartości potasu oznaczone w 2002 roku były zbliżone do podawanych przez **De Kreija i in.** (1990) oraz **Sonnevela i Voogta** (1993), którzy stwierdzili 3,52% K w anturium rosnącym w pianie polifenolowej.

W obydwu latach badań stwierdzono malejącą tendencję zawartości wapnia w okresie wegetacyjnym wynoszącą $y = 2,0761 - 0,1223x$ i $y = 1,44 - 0,0167x$. Średnia roczna zawartość wapnia – przy wyraźnych różnicach między odmianami – w 2000 roku wynosiła 1,33%, a w 2002 roku 1,65% Ca w s.m. liści (tab. 1, ryc. 1). **De Kreij i in.** (1990) podają dla anturium w uprawie tradycyjnej zakres 1,0-2,0% Ca, a **Mills i Scoggins** (1998) 0,73-1,60% Ca w uprawie w żużlu wulkanicznym. Oznaczone zawartości wapnia w badaniach własnych były zbliżone do danych literaturowych.

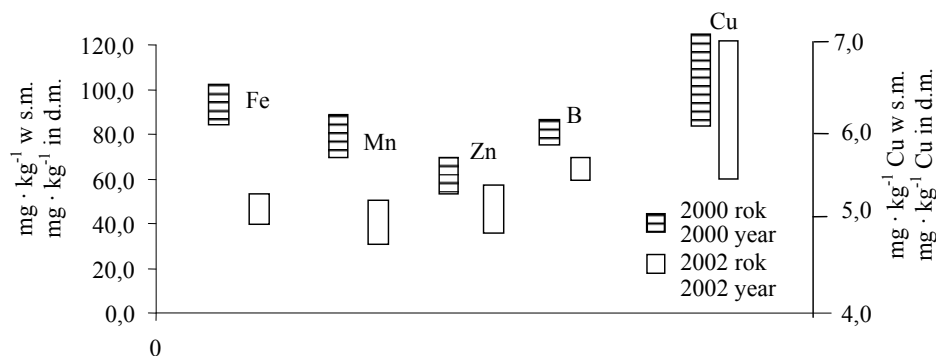
Wyraźnym zmianom ulegał poziom magnezu w 2000 roku, a badane odmiany cechował wzrastający trend zawartości składnika w czasie. Średnia roczna zawartość magnezu dla wszystkich badanych odmian wynosiła 0,41% Mg i była wyższa niż w 2002 roku – 0,36% Mg (tab. 1, ryc. 1). W 2002 roku zarysował się minimalny trend spadkowy zawartości magnezu w czasie, opisany równaniem $y = 0,3647 - 0,0022x$, a w 2000 roku trend wzrostowy wg $y = 0,364 + 0,00674x$.

Uzyskane wyniki są zgodne z zakresem 0,34-0,49% Mg podawanym przez **De Kreija i in.** (1990) dla uprawy tradycyjnej, jak również przez **Millsa i Scogginsa** (1998) dla uprawy prowadzonej w żużlu wulkanicznym.

W obu latach badań stwierdzono wzrastającą tendencję zawartości siarki. W 2000 roku była wyrażona równaniem $y = 0,351 + 0,0048x$, w 2002 roku $y = 0,2403 + 0,0047x$. Średnia roczna zawartość siarki w 2000 roku wynosiła 0,38% S, a w 2002 r. – 0,26% S (tab. 1, ryc. 1). **Sonneveld i Voogt** (1993) oznaczyli 0,22% S, a **Higaki i in.** (1992) 0,21% S w częściach wskaźnikowych anturium. Oznaczone w badaniach wartości były wyższe od podawanych przez cytowanych autorów.

W uogólnieniu dynamiki zawartości makroskładników w anturium można stwierdzić, że w obydwu latach badań obniżała się zawartość azotu i wapnia, a wzrastała zawartość fosforu, potasu i siarki. Jedynie zawartość magnezu wykazywała tendencje przeciwstawne w dwóch latach badań – w 2000 roku wzrost, a w 2002 obniżanie się poziomu tego składnika w okresie wegetacyjnym.

Dużym zmianom ulegała dynamika zawartości mikroelementów w liściach. W dwóch latach badań uzyskano przeciwstawne tendencje. W 2000 roku zawartość żelaza, manganu i boru wykazywała trend malejący, natomiast w 2002 roku wzrastający. W przypadku cynku i miedzi po wzrastającym trendzie w 2000 roku stwierdzono malejący trend w 2002 roku. Średnia roczna zawartość żelaza w 2000 roku wynosiła $90,6 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, a w 2002 roku – $47,5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ Fe (tab. 1, ryc. 2). Równania regresji w odpowiednich latach badań przyjmowały postać $y = 96,3 - 0,797x$ i $y = 42,3 + 0,484x$. Średnie zawartości żelaza równe $90,6 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ (2000 r.) oraz $47,5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ Fe (2002 r.) mieszczą się w przedziale podawanym przez **De Kreijja i in.** (1990) oraz **Millsa i Scogginsa** (1998), są także zbliżone do przedstawianych przez **Sonnevela i Voogta** (1993) oraz **Higaki i in.** (1992).



Ryc. 2. Średnie zawartości mikroelementów w częściach wskaźnikowych anturium
Fig. 2. Average content of microelements in the index part of anthurium

Podobną tendencję do dynamiki zawartości żelaza, stwierdzono dla manganu, którego zawartość w 2000 roku ulegała obniżeniu, według równania $y = 92,5 - 1,87x$, a w 2002 roku wzrastała, przyjmując postać $y = 22,1 + 5,4481x$. Średnie roczne zawartości manganu dla badanych lat wynosiły odpowiednio $79,0$ i $41,2 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ Mn (tab. 1, ryc. 2). Stwierdzone zawartości manganu są niższe od podawanych przez **Sonnevela i Voogta** (1993). Z kolei **De Kreij i in.** (1990) podają zakres $38-109 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ Mn, a **Mills i Scoggins** (1998) $41,0-237,0 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ Mn – co jest zgodne z wynikami uzyskanymi w badaniach autorów.

Dynamika zawartości cynku w 2000 roku wzrastała ($y = 55,8 + 0,407x$), natomiast w 2002 roku wyraźnie malała ($y = 53,7 - 2,2124x$). Średnia roczna zawartość cynku

wynosiła w 2000 roku $58,9 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, a w 2002 roku $45,9 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ Zn (tab. 1, ryc. 2). Średnie zawartości cynku mieszczą się w przedziale podawanym przez **Millsa i Scogginsa** (1998), są także zgodne z zakresem $46,0\text{-}131,0 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ podawanym przez **De Kreija i in.** (1990). **Sonneveld i Voogt** (1993) wykazali $52 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ Zn, co jest wartością zbliżoną do oznaczonych w badaniach własnych.

Zawartość miedzi ulegała wzrostowi w 2000 roku według równania $y = 6,48 + 0,01x$ i malała w 2002 roku, przyjmując postać $y = 6,2924 - 0,1907x$. Średnia roczna zawartość miedzi dla wszystkich badanych odmian wynosiła $6,58 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ Cu. Zaobserwowane tendencje nie potwierdziły się w 2002 roku, w którym stwierdzono niższą średnią roczną zawartość równą $5,62 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ Cu (tab. 1, ryc. 2).

Średnie uzyskane w badaniach własnych są zgodne z zakresem podawanym przez **De Kreija i in.** (1990), a także **Millsa i Scogginsa** (1998). Jednak **Higaki i in.** (1992) oznaczyli więcej miedzi w liściach roślin uprawianych tradycyjnie. **Sonneveld i Voogt** (1993) stwierdzili $8,3 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ Cu w uprawie prowadzonej w piance polifenolowej.

Zawartość boru, podobnie jak żelaza i manganu, ulegała spadkowi w 2000 roku. Zależność tę określa równanie $y = 87,2 - 1,86x$. Trend ten nie potwierdził się w 2002 roku, w którym stwierdzono wzrost zawartości boru $y = 61,0 + 1,071x$. W obydwóch latach badań średnia zawartość boru była zbliżona. W 2000 roku wynosiła $78,9 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ B, przy wąskim przedziale zmienności u badanych odmian, od $74,7$ do $85,3 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ B (tab. 1, ryc. 2). W 2002 roku obejmowała przedział od $58,6$ do $69,2 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ B, przy średniej rocznej ze wszystkich odmian $64,8 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ B.

Zakres zawartości boru oznaczony w badaniach własnych jest zgodny z danymi podawanymi przez **Sonnevellda i Voogta** (1993). Jednak znacznie mniejsze zawartości składnika podają **Higaki i in.** (1992) $22,1 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ oraz **Mills i Scogginsa** (1998) określający zakres $12\text{-}25 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ B jako prawidłowy dla anturium.

Wnioski

1. W dwóch latach badań (2000, 2002) wykazano zgodną tendencję dynamiki zawartości azotu, fosforu, potasu, wapnia i siarki w częściach wskaźnikowych anturium (młode, w pełni wyrosnięte liście po świeżo ściętym kwiecie) w okresie wegetacyjnym.

2. Dynamika zawartości azotu i wapnia w częściach wskaźnikowych anturium, w obydwu latach badań, wykazywała tendencję malejącą, natomiast fosforu, potasu i siarki tendencję rosnącą w okresie wegetacyjnym.

3. Nie stwierdzono zgodności dynamiki zawartości magnezu, żelaza, manganu, cynku, miedzi i boru w częściach wskaźnikowych anturium w obydwu latach badań.

4. Badania wykazały stabilny i powtarzalny przebieg zmian zawartości azotu, fosforu, potasu, magnezu i siarki oraz wielokierunkowe – często przeciwstawne – zmiany zawartości magnezu, żelaza, manganu, cynku, miedzi i boru w częściach wskaźnikowych anturium w okresie wegetacyjnym.

Literatura

- Anthura** (1998): Cultivation guide Anthurium. Anthura: 43.
- De Kreij C., Sonneveld C., Warmenhoven M.G., Straver N.** (1990): Guide values for nutrient element contents of vegetables and flowers under glass: 23.
- Higaki T., Imamura J.S., Paull R.E.** (1992): N, P and K rates and leaf tissue standards for optimum *Anthurium andraeanum* flower production. HortSci., 27: 8, 909-912.
- IUNG** (1972): Metody badań laboratoryjnych w stacjach chemiczno-rolniczych. Cz. II. Badanie materiału roślinnego. IUNG Puławy: 25-83.
- Komosa A.** (2000): Analiza podłoża i roślin jako wskaźniki odżywiania anturium. W: Materiały z V Konferencji dla Producentów Anturium, ISiK Skierniewice, 12-13.04.2000: 24-30.
- Komosa A., Kleiber T.** (2001): Zawartości wskaźnikowe makroskładników dla anturium uprawianego w podłożach inertnych. W: VI Konferencja dla Producentów Anturium, ISiK Skierniewice, 27-28.03.2001: 19-28.
- Komosa A., Kleiber T.** (2002): Tymczasowe zawartości wskaźnikowe mikroskładników dla anturium uprawianego w podłożach inertnych. W: VII Konferencja dla Producentów Anturium, ISiK Skierniewice, 9-10.04.2002: 12-22.
- Komosa A., Kleiber T.** (2003 a): Zawartość składników pokarmowych w anturium uprawianym w podłożach inertnych. Cz. I. Makroelementy. Roczn. AR Pozn., Ogrodn. 36: 45-54.
- Komosa A., Kleiber T.** (2003 b): Zawartość składników pokarmowych w anturium uprawianym w podłożach inertnych. Cz. II. Mikroelementy. Roczn. AR Pozn., Ogrodn. 36: 55-63.
- Mills H.A., Scoggins H.L.** (1998): Nutritional levels for anthurium: young versus mature leaves. Jour. of Plant Nutr.; v. 21(1): 199-203.
- Mojsiej U.** (2002): Koszty produkcji kwiatów ciętych. W: VII Konferencja dla Producentów Anturium, ISiK Skierniewice, 9-10.04.2002: 5-12.
- Piskornik Z.** (1994): Fizjologia roślin dla wydziałów ogrodniczych. Akademia Rolnicza w Krakowie: 288-345.
- Sonneveld C., Voogt W.** (1993): The concentration of nutrients for growing *Anthurium andraeanum* in substrate. Acta Hort. 342: 61-67.

COMPARISON OF DYNAMICS OF MACRO- AND MICROELEMENT CONTENTS IN DIFFERENT YEARS OF ANTHURIUM GROWING

S u m m a r y

The study was done in 2000 and 2002 with growing of anthurium in expanded clay with application of fertigation system. The following cultivars were tested, in 2000: 'Tropical', 'Midori', 'Sultan', 'Bolero' and in 2002: 'Tropical', 'Midori', 'President', 'Choco', 'Baron' and 'Pistache'.

It was found, that there was an agreement in dynamics of nitrogen, phosphorus, potassium, calcium and sulfur contents in the index part of anthurium (the fully expanded leaves of which the bloom was just harvested) at vegetation period in two years of study. The dynamics of nitrogen and calcium contents shown decreasing tendency, but phosphorus, potassium and sulfur increasing one. There were multidirectional differences in dynamics content trends for magnesium, iron, manganese, zinc, copper and boron at vegetation period. Generally, the content of macroelements in the index part of anthurium (except of magnesium) is more stable than for microelements.