ACTA AGROBOTANICA
Vol. XXV, z. 2 — 1972

Opracowanie optymalnych dawek i form makro- i mikro elementów pożywki hydroponicznej w metodzie wrocławskiej przy równoczesnym działaniu humianów

Élaboration des meilleures doses et compositions de macro- et microéléments des solutions nutritives et celles-ci avec présence d'humate dans la culture hydroponique de Wrocław

Z. GUMIŃSKA i M. GRACZ-NALEPKA

Ogród Botaniczny Instytutu Botaniki i Biochemii Uniwersytetu Wrocławskiego

Z. Gumińska et M. Gracz-Nalepka, Botanical Gardens, Wrocław University, Kanonia 6/8, Poland

Elaboration of optimal doses and forms of macro- and microelements and humates in the nutrient used in hydroponic culture „Wrocław"

Abstract

The effectiveness of macro- and microelements of modified solution of Hampe was investigated. In general, the original doses and forms of ions were optimal. Nevertheless, a pronounced dependence on external factors was found. In autumn, changes of magnesium doses were of no importance. A double calcium dose was optimal at that time. During summer copper, boron and molybdenum gave better effects if applied in tenfold doses.
Applying of humate in non-optimal conditions was distinctly adventageous.

WSTĘP

W 1967 r. (Gumińska, Kukułczanka i Graczówna) opracowano optymalne stężenie pożywki dla poszczególnych gatunków roślin. Okazało się, że na ogół rośliny najlepiej plonują przy stałym dolewaniu zmodyfikowanej pożywki Hampe'a o stężeniu 0,3%—0,4%.

Istnieje w literaturze mnóstwo różnych pożywek o różnym składzie i stężeniu; Hewitt (1952) daje ponad 100 formuł, Schropp (1951) około 60, Gericke (1946) kilkanaście, Scholto Douglas (1959) około 100. Penningsfeld (1960) opracował dla uprawy torfowej odrębne nawożenie dla poszczególnych roślin ozdobnych, Hampe (1938)

opracował optymalną pożywkę podstawową, Post (1952) podaje kilka składów najpowszechniej stosowanych w Stanach Zjednoczonych. Rozwój bezziemnych upraw spowodował lawinę formuł pożywek dla wzrostu poszczególnych gatunków roślin. Opracowano też składy pożywek osobno dla strefy umiarkowanej, osobno dla tropikalnej, np. Bentley (1959) dla szeregu roślin strefy tropikalnej.

A. A. Steiner (1961) opracował uniwersalną metodę dla układania pożywek. Wykazał on, że trzeba brać pod uwagę wzajemny stosunek anionów, kationów, całą jonową koncentrację oraz pożądane pH. W pracy tej oznaczył optymalny stosunek anionów $NO_3^- : H_2PO_4^- : SO_4^{--} = 5:3:1$ oraz optymalny stosunek kationów $K^+ : Ca^{++} : Mg^{++} = 5:3:2$; w innej swej pracy (1966) zastosował w uprawie pomidorów pięć różnych poziomów azotu i trzy różne dawki potasu (azot od 36,3% do 85% sumy anionów, a potas 22,4% do 66,8% całości kationów), uzyskując minimalne różnice; jedynie przy najwyższej dawce azotu wystąpiło opóźnienie owocowania, zaś w najwcześniejszym plonie najlepsze pomidory uzyskał przy najniższej dawce potasu.

Mimo teoretycznych podstaw podanych przez Steinera i długoletniego wypróbowania pożywki w uprawie hydroponicznej wydaje się celowe dalsze badanie różnych dawek i form poszczególnych soli używanych w pożywce; należy przy tym uwzględniać wpływ czynników zewnętrznych (światła i temperatury) na pobieranie pożywki. Ważną też kwestią jest znalezienie optymalnej formy poszczególnego makroelementu.

Równocześnie postanowiono kontrolować efekt działania związków próchnicznych przy różnych dawkach poszczególnych jonów i różnych ich formach w klasycznych przewietrzanych kulturach wodnych oraz w kulturach hydroponicznych.

Z pracy Gumińskiego, Gumińskiej i Sulej (1965), jak też z pracy Czerwińskiego (1967) wiadomo, że w nie przewietrzanych kulturach wodnych humian działa jako czynnik kompleksujący, ułatwiający roślinie pobieranie żelaza. Fakt ten ma istotne znaczenie dla uprawy hydroponicznej wrocławskiej, w której pożywki się nie przepompowuje i nie przewietrza.

METODYKA OGÓLNA

Wszystkie doświadczenia przeprowadzano w szklarniach Ogrodu Botanicznego, o wilgotności względnej 70—80%. Badań dokonano w kulturach wodnych lub hydroponikach na siewkach pomidorów lub na goździkach. W obu metodach, z wyjątkiem uprawy goździków, używano słojów jednolitrowych, tzw. „wekowych", pomalowanych z zewnątrz

podwójnie farbą czarną i białą. W kulturach wodnych posługiwano się wieczkami plastykowymi z wywierconymi otworami na rośliny. W otworach utrzymywano siewki pomidorów przy pomocy waty. Pożywki kultur wodnych przelewano codziennie 1 lub 2 razy celem poruszenia osadu i natlenienia pożywki. Do upraw hydroponicznych używano miseczek plastykowych, głębokości 6 cm, z otworami w dnie. Miseczki wypełniano ściółką żużlowo-torfową. We wszystkich doświadczeniach kontrolną pożywką była pożywka następująca (w g na 1 litr wody destylowanej):

$(NH_4)_2HPO_4$	0,142
$MgSO_4.7H_2O$	0,3
$Ca(NO_3)_2.4H_2O$	0,7
KNO_3	0,6
$Fe_2(SO_4)_3.nH_2O$	0,112

Mikroelementy: $MnSO_4$, $CuSO_4$, $ZnSO_4$, H_3BO_3, $(NH_4)_6Mo_7O_{24}$, wszystkie w ilości 0,6 mg na 1 litr pożywki. Przy użyciu pożywki technicznej stosowano wszystkie sole makroelementów w formie technicznej i zamiast $(NH_4)_2HPO_4$ superfosfat o zawartości 18% P_2O_5 w ilości 0,5 g na 1 litr. Odczyn kontrolowano kolorymetrycznie. Do zakwaszania w miarę potrzeby używano kwasu siarkowego, a do alkalizacji NaOH. We wszystkich doświadczeniach z pomidorami utrzymywano pH 6—6,4, a w doświadczeniach z goździkami pH = 6,5—6,8.

Humian otrzymywano metodą opracowaną w Instytucie Chemii i Technologii Nafty i Węgla Politechniki Wrocławskiej przez dr D. Augustyn i mgr H. Martyniuk. Nitrowano węgiel brunatny mieszaniną kwasu siarkowego i azotowego (100 g węgla o wilgotności 20%, rozdrobnionego do średnicy 0,2 mm, traktowano 10 ml stężonego H_2SO_4 + + 100 ml 5 n HNO_3), następnie po godzinie półpłynną mieszaninę zobojętniano do pH 8 10% wodą amoniakalną, suszono przy temperaturze poniżej 80°C oraz rozdrabniano do wielkości poniżej 0,2 mm. Preparat ten zawierał 50% rozpuszczalnych w wodzie humianów. Humian stosowano według optymalnej dawki sprawdzonej w poprzedniej pracy (Gumińska, Augustyn, Graczówna i Sulej 1968) w ilości 100 mg rozpuszczalnych humianów na 1 litr pożywki, w której rosły rośliny (czyli 200 mg wyżej opisanego preparatu).

OPIS ORAZ OMÓWIENIE WYNIKÓW POSZCZEGÓLNYCH DOŚWIADCZEŃ

1. Różne dawki i formy azotu

W przeprowadzonym doświadczeniu, przy zmniejszonej dawce azotu do połowy, potas uzupełniano w formie siarczanu potasowego. Przy 10-krotnym zmniejszeniu dawki azotu część wapnia dano w formie

Tabela 1 - Tableau 1

Wpływ różnych dawek azotu oraz humianu na wzrost siewek pomidorów odmiany Stenora w kulturach wodnych, wietrzonych na pożywce sporządzonej na wodzie wodociągowej. Sucha masa w mg; średnie z 6 powtórzeń

Influence des diverses doses d'azote et d'humate sur la croissance des tomates /Stenora/ dans les cultures aquatiques aérées; solution dans l'eau non distillée. Matière sèche en mg; moyennes de 6 répétitions.

Doświadczenie /Expériment/: 12.VII-1.VIII.1968; temp.18-25°C

Dawkowanie azotu w g/1 l Doses d'azote en g/1 l		Zmiany w pożywce Changement dans la solution	Pędy Pousses mg	Korzenie Racines mg
Pełna dawka Dose normale	N = 0,187		1861,6	412,0
	N = 0,187 + 0,1 g hum.		2233,0	472,0
1/2 dawki Demi dose	N = 0,094	0,6 g $Ca/NO_3/_2$ 0,51 g K_2SO_4 bez KNO_3	486,0	108,3
	N = 0,094 + 0,1 hum.	"	302,0	75,0
1/10 dawki Dixième de dose	N = 0,0187	0,12 g $Ca/NO_3/_2$ 0,17 g $Ca/OH/_2$ 0,51 g K_2SO_4 bez KNO_3	352,0	112,0
	N = 0,0187 + 0,1 g hum.	"	380,0	104,0
Podwójna dawka Double dose	N = 0,374	0,55 g NH_4NO_3	1283,3	356,6
	N = 0,374 + 0,1 g hum.	"	1260,0	226,6
10-krotna dawka Dose décuplée	N = 1,87	4,95 g NH_4NO_3	1142,0	285,0
	N = 1,87 + 0,1 g hum.	"	1800,0	400,0
Przedział ufności Intervalle de confiance			222,0	104,8

$Ca(OH)_2$, a potas w formie siarczanu potasowego. Przy zwiększających się dawkach azotu podano dodatkowo azot w formie saletry amonowej (tab. 1).

Przy zastosowaniu różnych dawek azotu okazało się, że dawka azotu znajdująca się w pożywce jest optymalna. Dodatek humianu 0,1 g na 1 litr działał istotnie korzystnie. Niższe dawki azotu w ilości 1/2 i 1/10 dawki kontrolnej silnie zahamowały wzrost pomidorów, zmniejszając ciężar suchej masy sześciokrotnie, przy czym humian był bez znaczenia. Podwójna dawka azotu obniżyła plon o około 30%, przy czym humian był również bez znaczenia. Dziesięciokrotna dawka azotu obniżyła ciężar suchej masy pomidorów o 40%, lecz dodatek humianu podziałał bardzo korzystnie anulując całkowicie ujemne działanie dużego stężenia azotu.

Stosując formę azotanową (tab. 2) użyto w pożywce 0,6 g saletry potasowej i 0,7 g saletry wapniowej; przy zastosowaniu formy azotanowo-amonowej cały azot zastosowano w formie saletry amonowej, potas

Tabela 2 - Tableau 2

Wpływ różnych form azotu przy optymalnej dawce oraz w obecności humianów na wzrost siewek pomidorów odm. Zelandia w kulturach wodnych

Influence de la dose optimale d'azote dans diverses compositions et dans celles-ci avec présence d'humate sur la croissance des tomates /cv.Zelandia/ les cultures aquatiques

Doświadczenie /Expériment/: 12.III-2.IV.1970; temp. 16-25°C

Forma azotu Forme de l'azote	Zmiany w pożywce Changement dans la solution	Pędy Pousses mg	Korzenie Racines mg
Azotanowa - Nitrate		220,0	51,0
+ 0,1 g hum.		252,5	60,0
Amonowo-azotanowa Ammoniaque et nitrate	0,56 g NH_4NO_3 0,54 g K_2SO_4 0,25 g $Ca/OH/_2$	50,0	12,0
+ 0,1 g hum.	- " -	66,5	17,5
* Mocznik - Urate	0,41 NH_2CONH_2	107,0	20,0
+ 0,1 g hum.	- " -	127,0	21,0
Przedział ufności Intervalle de confiance		31,4	4,0

Pozostałe warunki jak w tab.1

Autres conditions comme au tab.1

w formie siarczanu potasu, a wapń wodorotlenku wapnia. W trzeciej kombinacji cały azot podano w formie mocznika, a potas w formie siarczanu potasu, zaś wapń w formie wodorotlenku wapnia.

Powyższe doświadczenie wykazało, że najlepszą formą azotu jest saletra wapniowa i potasowa; gorzej pomidory rosły przy zastosowaniu mocznika, najgorzej gdy azot podano w formie saletry amonowej. We wszystkich tych wypadkach humian działał raczej korzystnie, lecz na ogół w granicach błędu doświadczalnego. Działanie jego dla pędów statystycznie nie było udowodnione prócz kombinacji z azotanami, w przeciwieństwie do korzeni.

Próby zrobione na goździkach też wykazały najlepszy wzrost tych roślin przy zastosowaniu saletry wapniowej i potasowej; przy zastosowaniu azotu w formie mocznika goździki zginęły.

2. Różne dawki i formy potasu

Różne dawki i formy potasu zastosowano w następnym doświadczeniu (tab. 3), przy czym przy zmniejszających się dawkach potasu w stosunku do kontrolnej dawki saletry, ekwiwalent azotu podano w formie saletry

* Erratum: 0,41 NH_2CONH_2
0,54 K_2SO_4 }
0,25 $Ca(OH)_2$ }

Tabela 3 - Tableau 3

Wpływ różnych dawek potasu oraz humianu na wzrost siewek pomidorów odm. Stenora w kulturach wodnych

Influence des diverses doses de potassium et celles-ci avec présence d'humate sur la croissance des tomates /cv.Stenora/ dans les cultures aquatiques

Doświadczenie /Expériment/: 29.VI-23.VII.1968; temp.18-25°C

Dawkowanie potasu g/l Doses de potassium		Zmiany w pożywce Changement dans la solution g/l	Pędy Pousses mg	Korzenie Racines mg
Pełna dawka Dose normale	K_2O = 0,27 K_2O=0,27+ hum.		1810,0 1400,0	430,0 360,0
1/2 dawki Demi dose	K_2O=0,135 K_2O=0,135+hum.	0,3 KNO_3 0,114 NH_4NO_3 - " -	1531,6 1390,0	400,0 350,0
1/10 dawki Dixième de dose	K_2O=0,027 K_2O=0,027+ hum.	0,06 KNO_3 0,205 NH_4NO_3 - " -	1085,0 1098,3	250,0 245,0
Podwójna dawka Double dose	K_2O=0,54 K_2O=0,54+hum.	0,51 K_2SO_4 - " -	1450,0 1520,0	336,6 365,0
10 razy większa dawka Dose décuplée	K_2O=2,70 K_2O=2,70+hum.	4,63 K_2SO_4 4,63 K_2SO_4	562,0 312,0	95,0 60,0
Przedział ufności Intervalle de confiance			161,0	65,0

Pozostałe warunki jak w tab.1.

Autres conditions comme au tab.1.

amonowej, a przy zwiększających się dawkach poza saletrą potasową stosowano dodatkowo potas w formie siarczanu. Okazało się, że najwyższy ciężar suchej masy pomidorów uzyskano z pełnej dawki potasu stosowanej w pożywce Hampe'a. Tak dawka podwójna i 10 razy wyższa, jak i dawka 2 i 10 razy niższa dały niższy plon suchej masy roślin, co zostało statystycznie udowodnione. Można zauważyć znacznie silniej hamujące działanie przy dawce 10-krotnie większej w porównaniu z kontrolą aniżeli 10-krotnie mniejszej, odwrotnie niż to miało miejsce przy dawkowaniu azotu.

Przy podwójnej dawce potasu humian jak gdyby łagodził ujemne działanie nadmiaru potasu, co jednak statystycznie nie jest udowodnione; przy 1/10 dawki działanie humianu jest minimalne, prawie bez znaczenia, przy połowie dawki potasu i 10-krotnie większej dawce, jak też przy pełnej dawce humian działa niekorzystnie.

Przy potasie stosowanym w formie siarczanów (tab. 4) i chlorków zamiast azotanów, azot uzupełniano w formie saletry amonowej. Najlepsze wyniki otrzymano na azotanowej formie potasu, przy czym korzystne

Tabela 4 - Tableau 4

Wpływ różnych form potasu przy optymalnej dawce oraz w obecności humianów na wzrost siewek pomidorów odmiany Stenora w kulturach wodnych

Influence de la dose optimale de potassium dans diverses compositions et dans celles-ci avec d'humate sur la croissance des tomates /Stenora/ dans les cultures aquatiques

Doświadczenie /Expériment/ 11.III-2.IV.1970; temp.15-25° C.

Forma potasu Forme de potassium	Zmiany w pożywce Changement dans la solution g/l	Pędy Pousses mg	Korzenie Racines mg
Saletrzana Nitrate		222,0	49,2
+ 0,1 g hum.		252,5	61,0
Siarczanowa Sulfate de potassium	0,54 K_2SO_4 0,24 NH_4NO_3	71,0	16,6
+ 0,1 g hum.	- " -	150,0	29,3
W formie chlorku Chlorure de potassium	0,68 KCl 0,24 NH_4NO_3	202,5	25,0
+ 0,1 g hum.	- " -	311,0	62,0
Przedział ufności Intervalle de confiance		40,6	6,8

Pozostałe warunki jak w tab.1.

Autres conditions comme au tab.1.

działanie humianu dla pędów było w granicach błędu. Gorzej rośliny rosły na chlorku potasu, a najgorzej, gdy całość potasu podana była w formie siarczanu. W obu wypadkach humian łagodził istotnie ujemne działanie (co statystycznie zostało udowodnione). Co więcej dodatek humianu w kombinacji z chlorkiem potasu spowodował zwyżkę plonu suchej masy w porównaniu z formą azotanową potasu. Różnica jest istotna, statystycznie udowodniona.

Z powyższych obu doświadczeń wynika, że najlepszą formą potasu jest saletra potasowa i to w tej ilości, jaką stosuje się w pożywce uprawy hydroponicznej wrocławskiej, 0,6 g na 1 litr, lub chlorek potasu w równoważnej ilości, lecz przy dodatku 0,1 g humianu.

3. Różne dawki i formy fosforu

W przeprowadzonym doświadczeniu (tab. 5) zmieniano dawkę fosforu amonowego, nie wyrównując dawki azotu. Doświadczenie to wykazało, że dawka zastosowana w pożywce tzw. „wersalskiej" jest optymalna. Silne hamowanie, około 60%, wystąpiło dopiero przy 10-krotnie wyższej dawce. Przy dawce podwójnej, 2- i 10-krotnie niższej hamowanie było widoczne (do 20%). Humian był raczej bez znaczenia.

Wyniki uzyskane w doświadczeniu z superfosfatem wykazały, że róż-

Tabela 5 - Tableau 5

Wpływ różnych dawek fosforanu amonowego i superfosfatu w obecności humianu na wzrost siewek pomidorów odm. Stenora w kulturach wodnych

Influence des diverses doses du phosphate d'ammonique et superphosphates et celles-ci avec présence d'humate sur la croissance des tomates /cv. Stenora/ dans les cultures aquatiques

Kombinacja doświadczalna Combination d'experiment	Doświadczenie /Expériment/ 31.V-21.VI.1968			Doświadczenie /Expériment/ 12.VI-2.VII.1968		
	Fosforan amonowy * Phosphate amonique			Superfosfat ** Superphosphate		
	Dawka/Dose/ /$NH_4/_2HPO_4$ g/l	Pędy Pousses mg	Korzenie Racines mg	Dawka /Dose/ Superfosfat g/l	Pędy Pousses mg	Korzenie Racines mg
Pełna dawka Dose normale	0,5	1265,0	270,0	0,5	1681,6	388,3
	0,5+0,1 g/hum.	1190,0	240,0	0,5+0,1 hum.	1193,3	204,2
1/2 dawki Demi dose	0,071	1062,0	240,0	0,25	1726,6	410,0
	0,071+0,1g/hum.	985,0	173,3	0,25+0,1 hum.	1666,6	330,0
1/10 dawki Dixième de dose	0,014	1000,0	236,6	0,05	481,6	173,3
	0,014+0,1g/hum.	1105,0	240,0	0,05+0,1 hum.	498,3	180,0
Podwójna dawka Double dose	0,284	1093,3	223,3	1,0	1536,6	345,0
	0,284+0,1g/hum.	1053,3	170,0	1,0+0,1 hum.	1440,0	366,6
10-krotna dawka Dose décuplée	1,420	455,0	55,0	5,0	1286,6	310,0
	1,420+0,1g/hum.	403,3	88,8	5,0+0,1 hum.	1190,0	336,6
Przedział ufności Intervalle de confiance		152,8	31,2		119,2	14,0

* Woda destylowana, sole chemicznie czyste
L'eau distillée, sels chimiquent purs

** Woda wodociągowa
L'eau non distillée

Pozostałe warunki jak w tab.1.
Autres conditions comme au tab.1.

nica między dawkami 0,5 g, 0,25 g i 1,0 g jest nieistotna — w ramach błędu doświadczalnego. Dziesięciokrotnie większa dawka podziałała hamująco, lecz tylko około 25%, podczas gdy dawka 10-krotnie mniejsza (= 0,05 g) najsilniej zahamowała wzrost — około 75%. Działanie humianu było raczej niekorzystne (tab. 5).

Najwyższy ciężar suchej masy uzyskano przy potrójnej dawce fosforu. Humian stosowany opryskowo dwa razy w tygodniu podziałał korzystnie przy wszystkich stężeniach fosforu, stosowany w pożywce był bez znaczenia (tab. 6).

Próby anulowania ujemnego działania kwasu ortofosforowego, przeprowadzone w specjalnym doświadczeniu (tab. 7), wykazały, że dodanie kwasu ortofosforowego 0,1 ml na 1 litr silnie hamuje wzrost części nadziemnej roślin (taką ilość kwasu ortofosforowego dodaje się zwykle celem zakwaszenia pożywki). Zastosowanie dodatku humianu, EDTA, lub

Tabela 6 - Tableau 6

Wpływ różnych dawek fosforanu amonu z dodatkiem kwasu fosforowego oraz humianu na wzrost siewek pomidorów odm. Stenora w kulturach wodnych
Influence des diverses doses du phosphate d'ammonique avec de l'acide phosphorique et celle-ci avec l'humate sur la croissance des tomates /cv.Stenora/ dans les cultures aquatique

Doświadczenie /Expériment/: 15.IV-6.V.1969; temp. 15-25°C

$/NH_4/_2HPO_4$	Dawki w g - Dose en g		Pędy Pousses mg	Korzenie Racines mg
1/	0,142 + 0,1 ml H_3PO_4		723,3	203,3
2/	0,284 + 0,2 ml H_3PO_4		776,6	180,0
3/	0,426 + 0,3 ml H_3PO_4		870,0	180,0
4/	0,142 + 0,1 ml H_3PO_4	humian w pożywce solution avec l'humate	822,0	183,3
5/	0,284 + 0,2 ml H_3PO_4 +		790,0	166,6
6/	0,426 + 0,3 ml H_3PO_4		785,0	196,6
7/	0,142 + 0,1 ml H_3PO_4	oprysk humianem 1 raz w tygodniu vaporisation d'humate 1 fois par semaine	590,0	141,6
8/	0,284 + 0,2 ml H_3PO_4 +		790,0	205,0
9/	0,426 + 0,3 ml H_3PO_4		845,0	186,6
10/	0,142 + 0,1 ml H_3PO_4	oprysk humianem 2 razy w tygodniu vaporisation d'humate 2 fois par semaine	940,0	190,0
11/	0,284 + 0,2 ml H_3PO_4 +		783,3	173,3
12/	0,426 + 0,3 ml H_3PO_4		953,3	216,6
13/	0,142 + 0,1 ml H_3PO_4	oprysk humianem 3 razy w tygodniu vaporisation d'humate 3 fois par semaine	661,6	150,0
14/	0,284 + 0,2 ml H_3PO_4 +		773,3	155,0
15/	0,426 + 0,3 ml H_3PO_4		755,0	180,0
Przedział ufności Intervalle de confiance			145,5	35,1

Woda destylowana, sole chemicznie czyste
L'eau distillée, sels chimiquement purs

Pozostałe warunki jak w tab.1.
Autres conditions comme au tab.1.

podwójnej dawki żelaza do pożywki z dodatkiem 0,1 ml kwasu fosforowego działało korzystnie usuwając ujemne działanie kwasu fosforowego, a pozytywne działanie tych czynników było istotne (statystycznie udowodnione) w porównaniu z obiema kontrolami. Pięciokrotna dawka miedzi zanulowała także ujemne działanie dodanego kwasu ortofosforowego, lecz to działanie było słabsze, korzystne istotnie tylko w porównaniu z kontrolą z dodatkiem kwasu fosforowego. Ze wszystkich stosowanych czynników najkorzystniej podziałała 1/5 dawki żelaza w formie chelatu uprzednio przygotowanego z kwasu wersenowego (na 100 l chelatu dawano 1500 g KOH + 2600 g kwasu wersenowego + 2500 g $FeSO_4$; mieszaninę tę dwa dni natleniano motorkiem akwarystycznym).

Wpływ podwójnej dawki fosforu w różnej formie przy dodatku kwasu ortofosforowego z zastosowaniem EDTA, humianu i żelaza schelatyzo-

Tabela 7 - Tableau 7

Próby usuwania ujemnego działania kwasu fosforowego na wzrost siewek pomidorów odm.Stenora w kulturach wodnych,na pożywce sporządzonej na wodzie destylowanej
Essais d'anihiler l'action négative de l'acide phosphorique sur la croissance des tomates/cv.Stenora/ dans les cultures aquatiques.Solution dans l'eau distillée
Doświadczenie /Expériment/: 13.III-8.IV.1969; temp. 15-25°C

Pożywka - Solution		Sucha masa Matière sèche	
		pędy pousses mg	korzenie racines mg
Kontrola 1 Temoin 1	$/NH_4/_2HPO_4$ 0,142 g	343,3	70,0
Kontrola 2 Temoin 2	$/NH_4/_2HPO_4$ 0,142 g +0,1 ml H_3PO_4	253,3	72,0
	+ 0,1 g hum.	430,0	102,0
	+ EDTA	482,0	98,3
	+ podwójna dawka double dose $Fe_2/SO_4/_3$	470,0	88,3
Jak kontrola 2 Comme temoin 2	+ Fe scheląt. fer chélatisé	383,3	73,3
	+ 1/5 żelaza scheląt. 1/5 fer chélatisé	546,6	115,0
	+ 5 razy większa dawka $CuSO_4$ dose quintuplée $CuSO_4$	366,6	60,0
Przedział ufności Intervalle de confiance		59,8	16,0

Pozostałe warunki jak w tab.1.
Autres conditions comme au tab.1.

wanego w 1/5 dawki badano w doświadczeniu (tab. 8), w którym poziom azotu ujednolicono we wszystkich kombinacjach dodając odpowiednie ilości saletry amonowej („Solania" zastosowana w tym doświadczeniu jest to nowy nawóz fosforowy sprowadzony z Francji w stanie płynnym, zawierający 33,81% P_2O_5 i 9,88% N). Najlepszy rezultat dała „Solania", następnie superfosfat. Fosfor w formie kwasu fosforowego i kwaśnego fosforanu amonu wywołał hamowanie wzrostu ponad 50%. Następnie do kombinacji z podwójnymi dawkami fosforu w różnych formach dodano EDTA, które podziałało niejednakowo: przy fosforanie dwuamonowym było bez znaczenia, w wypadku „Solanii" i superfosfatu podziałało niekorzystnie, w wypadku kwasu ortofosforowego i kwaśnego fosforanu amonu działanie EDTA było korzystne, powodując zwiększenie suchej masy o około 30—50% w stosunku do tych kombinacji bez dodatku EDTA. Podobnie podziałał humian, lecz raczej bardziej korzystnie niż EDTA: przy fosforanie dwuamonowym, przy kwasie fosforowym, fosforanie jednoamonowym działał korzystnie (przy ostatnim stymulacja 100%), a w wypadku „Solanii" był bez znaczenia. Jedynie przy fosforze w formie superfosfatu działanie jego było negatywne. Zastosowanie

Tabela 8 - Tableau 8

Wpływ podwójnej dawki fosforu w różnej formie przy dodatku 0,2 ml H_3PO_4 z zastosowaniem EDTA, humianu i żelaza schelatyzowanego /w 1/5 dawki/ na siewki pomidorów odm. Stenora, w kulturach wodnych, na pożywce sporządzonej na wodzie destylowanej

Influence d'une double dose de phosphore sous ses diverses formes avec addition 0,2 ml H_3PO_4 et celle-ci avec EDTA, humus et 1/5 de dose de fer chélatisé sur la croissance des tomates /cv.Stenora/ dans les cultures aquatiques. Solution dans l'eau distillée

Doświadczenie /Expériment/: 14.IV-5.V.1969; temp. 15-25° C

	NH_4NO_3 g	Pędy Pousses mg	Korzenie Racines mg
1/ $/NH_4/_2HPO_4$ 0,284 g+0,2 ml H_3PO_4	-	1076,6	252,0
2/ superfosfat 1,0 g +0,2 ml H_3PO_4	0,18	1385,0	302,0
3/ Solania 0,454 g+0,2 ml H_3PO_4	0,04	1470,0	330,0
4/ H_3PO_4 0,16 ml +0,2 ml H_3PO_4	0,18	523,3	140,0
5/ $NH_4H_2PO_4$ 0,248 g+0,2 ml H_3PO_4	0,08	628,3	186,6
6/ $/NH_4/_2HPO_4$ 0,284 g+0,2 ml H_3PO_4 + EDTA	-	966,6	162,0
7/ superfosfat 1,0 g +0,2 ml H_3PO_4 + EDTA	0,18	1135,0	220,0
8/ Solania 0,454 g+0,2 ml H_3PO_4 + EDTA	0,04	1275,0	290,0
9/ H_3PO_4 0,16 ml +0,2 ml H_3PO_4 + EDTA	0,18	843,0	150,0
10/ $NH_4H_2PO_4$ 0,248 g+0,2 ml H_3PO_4 + EDTA	0,08	1192,0	230,0
11/ $/NH_4/_2HPO_4$ 0,284 g+0,2 ml H_3PO_4 + 0,1 g hum.	-	1149,0	210,0
12/ superfosfat 1,0 g +0,2 ml H_3PO_4 + 0,1 g hum.	0,18	990,0	253,3
13/ Solania 0,454 g+0,2 ml H_3PO_4 + 0,1 g hum.	0,04	1375,0	263,3
14/ H_3PO_4 0,16 ml +0,2 ml H_3PO_4 + 0,1 g hum.	0,18	742,0	164,2
15/ $NH_4H_2PO_4$ 0,248 g+0,2 ml H_3PO_4 + 0,1 g hum.	0,08	1353,3	285,0
16/ $/NH_4/_2HPO_4$ 0,284 g+0,2 ml H_3PO_4 + 1/5 Fe schel.* /1/5 Fe chél./	-	1264,2	216,0
17/ superfosfat 1,0 g+0,2 ml H_3PO_4 + - " -	0,18	1060,0	265,0
18/ Solania 0,454 g+0,2 ml H_3PO_4 + - " -	0,04	1110,0	216,6
19/ H_3PO_4 0,16 ml +0,2 ml H_3PO_4 + - " -	0,18	1140,0	252,0
20/ $NH_4H_2PO_4$ 0,248 g+0,2 ml H_3PO_4 + - " -	0,08	1225,0	240,0
Przedział ufności Intervalle de confiance		190,1	43,9

Pozostałe warunki jak w tab.1.
Autres conditions comme au tab.1.

* 1/5 dawki żelaza schelatyzowanego
1/5 de dose du fer chélatisé

1/5 dawki żelaza w formie chelatu usunęło różnice w działaniu różnych form fosforu, przy czym w wypadku „Solanii" i superfosfatu podziałało negatywnie, przy reszcie form korzystnie.

Ponieważ na podstawie danych w tabeli 7 można stwierdzić, że podczas gdy dodany kwas ortofosforowy obniżył ciężar suchej masy pomidorów zwiększona pięciokrotnie dawka miedzi anulowała ujemne działanie dodanego kwasu ortofosforowego, założono następne doświadczenie z zastosowaniem pięciokrotnej dawki miedzi przy różnych formach fosforu i dodatku kwasu ortofosforowego (tab. 9).

Tabela 9 - Tapleau 9

Wpływ różnych form fosforu i dodatku H_3PO_4 0,1 ml oraz pięciokrotnej dawki miedzi na siewki pomidorów odm.Stenora, w kulturze wodnej

Influence des diverses formes du phosphore avec addition H_3PO_4 0,1 ml et avec quintuple dose de cuivre sur la croissance des tomates /cv.Stenora/ dans les cultures aquatiques

Doświadczenie /Expériment/ 27.III-24.IV.1970; temp.15-25°C

	NH_4NO_3 g	Pędy Pousses mg	Korzenie Racines mg
1/ $/NH_4/_2HPO_4$ + 0,1 ml H_3PO_4	-	627,5	107,0
2/ $/NH_4/_2HPO_4$ + 0,1 ml H_3PO_4 + 5 x $CuSO_4$		335,0	62,5
3/ superfosfat + 0,1 ml H_3PO_4	0,09	447,0	67,5
4/ superfosfat + 0,1 ml H_3PO_4 + 5 x $CuSO_4$	0,09	612,5	83,3
5/ $NH_4H_2PO_4$ + 0,1 ml H_3PO_4	0,04	415,0	92,0
6/ $NH_4H_2PO_4$ + 0,1 ml H_3PO_4 + 5 x $CuSO_4$	0,04	523,3	80,0
7/ Solania + 0,1 ml H_3PO_4	0,02	524,1	72,5
8/ Solania + 0,1 ml H_3PO_4 + 5 x $CuSO_4$	0,02	511,0	80,0
9/ H_3PO_4 + 0,1 ml H_3PO_4	0,09	496,0	80,0
10/ H_3PO_4 + 0,1 ml H_3PO_4 + 5 x $CuSO_4$	0,09	531,0	77,5
Przedział ufności Intervalle de confiance/		124,0	17,2

Woda destylowana, sole chemicznie czyste
L'eau distillée, sels chimiquement purs

Pozostałe warunki jak w tab. 1
Autres conditions comme au tab. 1

Tabela 10 - Tablecu 10

Wpływ różnych dawek superfosfatu na ilość i jakość goździków odm. Improwed Wiliam Sim' w kulturach hydroponicznych

Influence des diverses dose de superphosphate sur la quantité et la qualité de la récolte de fleurs des oeillets 'Improwed Wiliam Sim' dans les cultures hydroponiques

Doświadczenie /Expériment/: 16.XII.1968 - 1.VIII.1970; temp. 12-20°C

Superfosfat w g/1 l + 0,1 ml H_3PO_4 Superphosphate en g/1 l + 0,1ml H_3PO_4	Stosunek Relation $N:P_2O_5:K_2O$	Liczba kwiatów Quantité de fleurs	Długość łodyg Hauteur de tiges cm	Średnica kwiatów Diametre des fleurs	% kwiatów pękniętych % de fleurs aux sipales rompues
0,08	1 : 0,4 : 1,44	13,7	80,1	8,5	15,9
0,50	1 : 0,8 : 1,44	12,0	76,6	8,0	11,45
0,70	1 : 1,0 : 1,44	12,5	80,0	8,1	8,0
1,20	1 : 1,5 : 1,44	13,2	78,6	8,5	7,6
1,2 + Fe schelat. /Fe chélatisé/	1 : 1,5 : 1,44	12,7	76,0	8,3	19,7
1,6	1 : 1,8 : 1,44	9,5	79,3	7,7	15,5
1,6 + Fe schelat. /Fe chélatisé/	1 : 1,8 : 1,44	8,5	79,3	7,8	13,7
Kontrola w ziemi * Temoin en terre	1 : 0,8 : 1,44	7,5	76,8	8,5	10,87
Kontrola w torfie ** Temoin dans la tourbe	1 : 0,8 : 1,44	9,6	80,8	8,5	1,7
Przedział ufności Intervalle de confiance		1,08	10,2	0,4	

* Kontrola zasilana raz na miesiąc pożywką z dawką 0,5 g superfosfatu
Temoin alimenté une fois par mois avec une solution 0,5 g de superphosphate

** Kontrola zasilana pożywką o dawce 0,5 superfosfatu na równi z kulturą hydroponiczną
Temoin alimenté avec une solution 0,5 g de superphosphate comme dans les cultures hydroponiques

Pozostałe warunki jak w tab.1.
Autres conditions comme au tab.1.

W doświadczeniu tym prowadzonym od 27.III do 24.IV.1970 r. na pożywce sporządzonej na wodzie destylowanej wyrównano poziom azotu, dodając odpowiednie ilości saletry amonowej. Przy fosforanie dwuamonowym dodatek miedzi obniżył ciężar suchej masy roślin, przy zastosowaniu fosforu w formie „Solanii" dodatek ten był bez znaczenia, a w wypadku superfosfatu, fosforanu jednoamonowego i samego kwasu ortofosforowego podziałał korzystnie, jednak tylko w wypadku superfosfatu działanie to statystycznie było udowodnione.

Ponieważ w pracach dotyczących uprawy goździków szklarniowych stale jest dyskutowana dawka fosforu, przeprowadzono długotrwałe doświadczenie hydroponiczne aż do plonowania z goździkami, używając różnych dawek fosforu (tab. 10). We wszystkich kombinacjach stosowano 0,1 ml kwasu ortofosforowego na 1 l pożywki, a superfosfat dawkowano, ażeby uzyskać odpowiednią ilość fosforu. Rośliny rosły w dwuczęściowych wazonach hydroponicznych: dolna część zawierała dwa litry pożywki, górna z dziurkowanym dnem, wysokości 8 cm wypełniona była ściółką żużlowo-torfową. W miarę ubytku pożywki w każdej kombinacji dolewano ją z odpowiednią dawką fosforu. Ściółkę zraszano początkowo pożywką, a gdy rośliny korzeniami dostały się do pożywki — wodą.

Wyniki tego doświadczenia zebrane w tabeli 10 wykazują, że dopiero dawka najwyższa fosforu o stosunku $N : P_2O_5 : K_2O = 1 : 1,8 : 1,44$ obniżyła widocznie ilość i jakość goździków. Niższe dawki od stosunku 1 : 0,4 : 1,44 aż do 1 : 1,5 : 1,44 były bez znaczenia, tak jeśli chodzi o ilość zebranych kwiatów, jak też o ich średnicę. Niższy plon też był zarówno na uprawie ziemnej (ziemia goździkowa), jak i na uprawie torfowej (uprawę ziemną zasilano co miesiąc pożywką 100 ml o stosunku 1 : 0,8 : 1,44.) Jakość kwiatów w obu tych uprawach dorównywała jakości kwiatów z uprawy hydroponicznej. Procent kwiatów o pękniętym kielichu kwiatowym najniższy był w uprawie torfowej oraz przy stosunku 1 : 1 : 1,44 oraz 1 : 1,5 : 1,44. Przy niższym poziomie fosforu, jak też wyższym procent kwiatów pękniętych był wyższy.

Przy dużych dawkach fosforu wprowadzono dodatkową kombinację z żelazem w dawce $^1/_5$ kontrolnej, lecz w formie schelatyzowanej. Z doświadczenia tego wynika, że chelat ten był w tym wypadku bez znaczenia.

4. Różne dawki magnezu

Doświadczenie nad wpływem magnezu, EDTA i humianu, prowadzone od 19.VI - 11.VII 1962, na wodzie wodociągowej, wykazało najwyższy ciężar suchej masy pomidorów przy dawce 0,28 g $MgSO_4$ na 1 litr pożywki. Różnice w porównaniu z pozostałymi kombinacjami były istotne. W doświadczeniu tym zaznaczył się niekorzystny wpływ humianu, jak też EDTA. To ujemne działanie też jest statystycznie udowodnione (tab. 11).

Tabela 11 - Tableau 11

Wpływ różnych dawek magnezu oraz EDTA i humianu na wzrost siewek pomidorów odm. Stenora w kulturach wodnych

Influence des diverses doses de magnesium et de celle-ci avec EDTA et humus sur la croissance des tomates /cv.Stenora/ dans les cultures aquatiques

Dawki /Dose/ $MgSO_4$ g/1 l		w.t.19.VI-11.VII. 1962 temp.20-30°C woda wodociągowa l'eau non distillée		w.t.10.X-7.XI. 1969 temp.15-25°C woda destylowana l'eau distillée	
		Pędy Pousses mg	Korzenie Racines mg	Pędy Pousses mg	Korzenie Racines mg
Pełna dawka Dose normale	0,28	915,0	195,0	336,0	46,6
	0,28 + hum.	715,0	183,3	382,0	49,2
	0,28 + EDTA	616,0	110,0		
Połowa dawki Demi dose	0,14			366,6	49,2
	0,14 + hum.			332,0	50,0
1/10 dawki Dixième de dose	0,028	550,0	165,0	320,0	34,2
	0,028 + hum.	426,0	143,3	311,0	31,0
	0,028 + EDTA	278,3	73,3		
Podwójna dawka Double dose	0,56			262,0	31,0
	0,56 + hum.			297,5	36,0
10 razy większa dawka Dose décuplée	2,80			322,5	32,0
	2,8 + hum.			330,0	32,0
* Bez magnezu ** Sans de magnésium		453,3 96,6 240,0	143,3 26,6 66,6		
Przedział ufności Intervalle de confiance		85,6	33,2	81,4	11,0

Pozostałe warunki jak w tab.1.
Autres conditions comme au tab.1.

W doświadczeniu, prowadzonym od 10.X. do 7.XI. 1969 r., na pożywce sporządzonej na wodzie destylowanej dawki magnezu okazały się bez znaczenia, tak 10-krotnie wyższe, jak i niższe. Nie znaleziono różnic w ciężarze suchej masy pomidorów w stosunku do kontroli, wykraczających poza przedział ufności. Działanie korzystne i niekorzystne humianu pozostaje też w granicach błędu doświadczalnego.

Doświadczenie prowadzone od 25.III. do 19.III.1970 (tab. 13) uwzględniające stosunek magnezu do wapnia potwierdza wyniki poprzednio przedstawionego doświadczenia. Zmiany w dawkach magnezu okazały się bez znaczenia.

Z powyższych doświadczeń wynika, że magnez odgrywa decydującą rolę w okresie dobrego nasłonecznienia, gdy doświadczenie przebiegało w czerwcu i lipcu. W październiku i listopadzie, jak też w lutym i marcu zróżnicowania dawek magnezu były bez znaczenia.

* Bez magnezu (Sans de magnésium)
** Bez magnezu + hum. (Sans de magnésium + hum.)
Bez magnezu + EDTA (Sans de magnésium + EDTA)

5. Różne dawki wapnia

Wpływ różnych dawek wapnia na wzrost siewek pomidorów w kulturach wodnych, na pożywce sporządzonej w wodzie destylowanej, badano w doświadczeniu prowadzonym od 19.VI. do 11.VII.1968. W wypadku obniżania dawek saletry wapniowej poziom azotu wyrównywano dodając odpowiednią ilość saletry amonowej (tab. 12). Przy podwójnej

Tabela 12 - Tableau 12

Wpływ różnych dawek wapnia i humianu na wzrost siewek pomidorów odm. Stenora w kulturach wodnych na pożywkach sporządzonych na wodzie destylowanej. Temp. 12-25°C

Influence des diverses doses de calcium et celle-ci avec humate dur la croissance des tomates /cv.Stenora/ dans les cultures aquatiques. Solutions dans l'eau ditillée. Temp. 12-25°C

Dawki /Doses/ $Ca/NO_3/_2$ g/1 l		Zmiany w pożywce Changement dans la solution g	19.VI-11.VII. 1968		5.IX-27.IX. 1969	
			Pędy Pousses mg	Korzenie Racines mg	Pędy Pousses mg	Korzenie Racines mg
Pełna dawka Dose normale	0,7		1518,3	243,3	1040,0	205,0
	0,7 + hum.		1996,6	380,0	1260,0	205,0
Pół dawki Demi dose	0,35	0,171 NH_4NO_3	503,3	90,8	1151,0	182,0
	0,35+ hum.		588,3	110,0	1124,0	185,0
1/10 dawki Dixième de dose	0,07	0,308 NH_4NO_3	430,0	82,0	1211,0	196,0
	0,07+ hum.		499,0	92,0	999,2	156,0
Podwójna dawka Double dose	1,4	bez /sans/ KNO_3 +0,6 K_2SO_4	470,5	92,5	1650,0	216,0
	1,4 + hum.		470,1	83,3	1136,6	150,0
10 razy większa dawka Dose décuplée	1,4	bez /sans/ KNO_3 +0,6 K_2SO_4	448,3	116,6	1359,0	210,0
	1,4 + hum.	w VII+1,65 $Ca/OH/_2$ we IX+2,48 $CaCl_2$	52,5	22,0	1182,0	156,0
Przedział ufności Intervalle de confiance			120,8	22,6	280,0	50,0

Pozostałe warunki jak w tab.1
Autres conditions comme au tab.1

dawce saletry wapniowej potas podano w formie siarczanu potasu. Przy 10 razy większej dawce, cały azot dawano w formie saletry wapniowej, potas podano w formie siarczanu potasu, a resztę wapnia w formie wodorotlenku wapnia. Doświadczenie to wykazało, że optymalną dawką jest 0,7 g saletry wapniowej na 1 litr pożywki. W tej dawce humian działał istotnie korzystnie, w pozostałych kombinacjach korzystne działanie humianu pozostaje w granicach błędu. Przy dawce 10 razy większej humian działa istotnie ujemnie.

BIBLIOTEKA PRACOWNI ZAGADNIEŃ ROŚLIN UPR. WINYCH POLSKIEJ AKADEMII NAUK

Doświadczenie prowadzone od 3.IX. do 27.IX.1969 było powtórzeniem doświadczenia poprzedniego z tą różnicą, że przy 10 razy większej dawce wapnia resztę wapnia (poza saletrą wapniową) dano w formie chlorku wapnia. W doświadczeniu tym podwójna dawka wapnia dała najwyższy ciężar suchej masy pomidorów, przy czym humian podziałał hamująco. Uzyskany optymalny plon na podwójnej dawce wapnia oraz brak wyraźnego hamowania przy zastosowaniu 10 razy większej dawki zdawałoby się wskazywać, jakoby roślina w okresie jesiennym wymagała większego nawożenia wapniem aniżeli w okresie letniego nasłonecznienia.

Wpływ różnego stosunku wapnia do magnezu oraz humianu na wzrost siewek pomidorów odmiany Stenora, w kulturach wodnych badano w doświadczeniu prowadzonym od 25.II. do 19.III.1970 (tab. 13). Optymalne wyniki otrzymano przy stosunku wapnia do magnezu 2,1 : 1, przy czym humian działał istotnie korzystnie. Wyraźne toksyczne działanie wystąpiło przy stosunku = 4,2 : 1 i 10 : 1, przy czym w pierwszym wypadku korzystne działanie humianu było w granicach błędu doświadczalnego, w drugim było ono wyraźnie ujemne. Stosunki wapnia do magnezu 1,1 : 1 i 2,6 : 1 dały gorsze rezultaty od optymalnych i w obu wypadkach wystąpiło korzystne istotne działanie humianu. Przy zwiększającej się dawce magnezu, a niezmiennej wapnia istotnych różnic nie stwierdzono; identyczne wyniki uzyskano przy stosunku wapnia do magnezu 1 : 2,2 jak 1 : 10,9. We wszystkich kombinacjach humian działał korzystnie, wykazując zwiększony ciężar suchej masy pomidorów o 10—30%.

6. Różne dawki i formy żelaza

Żelazo specjalnie było przedmiotem długoletnich badań tak co do formy, jak co do jego dawek. Za „pełną" dawkę przyjęto dawkę 0,112 g $FeCl_3 \cdot n\,H_2O$ na 1 litr pożywki, jaka jest użyta w pożywce Hampe'a. Inne formy żelaza odpowiednio przeliczano.

Nie umieszczam wyników z doświadczeń porównawczych, przeprowadzanych z różnymi formami żelaza na siewkach pomidorów, w kulturach wietrzonych i nie wietrzonych, na wodzie wodociągowej i destylowanej z dodatkiem EDTA i humianu, gdyż doświadczenia te potwierdzają jedynie wyniki pracy już uprzednio opublikowanej (Gumiński, Gumińska i Sulej 1965). Mianowicie tak EDTA, jak i humian w kulturach nie wietrzonych działał istotnie korzystnie, a w kulturach wietrzonych oba czynniki były bez znaczenia lub działały ujemnie.

W doświadczeniu nad wpływem różnych dawek siarczanu żelazowego i EDTA na siewki pomidorów w kulturach hydroponicznych, prowadzonym od 6.VI. do 24.VI.1966 ściółkę hydroponiczną stanowił żużel z torfem (tab. 14). Bez dodatku EDTA najlepszy efekt uzyskano przy

Tabela 13 - Tableau 13

Wpływ różnego stosunku wapnia do magnezu oraz humianu na wzrost siewek pomidorów odm.Stenora, w kulturach wodnych,na pożywce sporządzonej na wodzie destylowanej

Influence des diverses relations entre le calcium et le magnesium sur la croissance des tomates /cv.Stenora/ dans les cultures aquatiques Solution dans l'eau distillée

Doświadczenie /Expériment/:25.II-19.III.1970;temp.15-25°C

Stosunek /Relation/ Ca : Mg	Pędy Pousses mg	Korzenie Racines mg
1,1 : 1	152,0	43,3
1,1 : 1 + hum.	353,2	62,0
2,1 : 1	286,0	53,3
2,1 : 1 + hum.	352,0	63,3
2,6 : 1	201,0	55,0
2,6 : 1 + hum.	301,0	60,0
4,2 : 1	51,0	11,0
4,2 : 1 + hum.	64,2	11,0
10,0 : 1*	64,2	21,0
10,0 : 1*	8,3	3,3
1,0 : 2,2	300,0	54,2
1,0 : 2,2 + hum.	327,0	59,2
1,0 : 4,4	252,0	54,5
1,0 : 4,4 + hum.	348,0	60,2
1,0 :10,9	300,0	58,3
1,0 : 10,9 + hum.	356,0	58,3
Przedział ufności Intervalle de confiance	37,4	6,0

* nadmiar wapnia w formie $Ca/OH/_2$
Excès de calcium sous forme $Ca/OH/_2$

Pozostałe warunki jak w tab.1.
Autres conditions comme au tab.1.

Tabela 14 - Tableau 14

Wpływ różnych dawek siarczanu żelazowego i EDTA na wzrost siewek pomidorów odm.Stenora w kulturach hydroponicznych

Influence des diverses doses de sulfate de fer et FDTA sur la croissance des tomates /Stenora/ dans les cultures hydroponiques

Doświadczenie /Expériment/: 6.VI-24.VI.1966; temp.15-25°C

Dawki /Doses/ $Fe_2/SO_4/_3$ w g/1 l	Pędy Pousses mg	Korzenie Racines mg
0,01	430,0	130,0
0,01 + EDTA	565,0	186,0
0,02	465,0	180,0
0,02 + EDTA	561,0	201,0
0,04	433,0	123,0
0,04 + EDTA	765,0	266,0
0,06	476,0	146,0
0,06 + EDTA	931,0	315,0
0,08	408,0	128,0
0,08 + EDTA	838,0	241,0
0,10	486,0	213,0
0,10 + EDTA	860,0	245,0
0,12	788,0	343,0
0,12 + EDTA	773,0	228,0
0,14	475,0	230,0
0,14 + EDTA	711,0	261,0
Przedział ufności Intervalle de confiance	31,4	9,4

Pozostałe warunki jak w tab.1.
Autres conditions comme au tab.1

dawce 0,12 g siarczanu żelazowego, jednakże przy dodatku EDTA znacznie wyższy rezultat uzyskano przy dawce siarczanu żelazowego 0,06 g, czyli o połowę niższej. Z wyjątkiem optymalnej dawki siarczanu żelazowego = 0,12 g, przy wszystkich innych dawkach, i mniejszych i większych od optymalnej, zaznaczył się korzystny wpływ dodatku 10 mg EDTA.

Tabela 15 podaje rezultaty z badania porównawczego różnych dawek chlorku żelazowego, cytrynianu żelazowego, siarczanu żelazawego i siarczanu żelazowego. Najlepsze rezultaty uzyskano na chlorku żelazowym, na dawce 0,04 g i następnie na siarczanie żelazowym o dawce 0,1 g

Tabela 15 - Tableau 15

Wpływ różnych form i dawek żelaza na wzrost siewek pomidorów odm.Stenora w kulturach hydroponicznych na wodzie wodociągowej, w okresie letnim 1966 i jesiennym 1970 r.

Influence des diverses formes et doses de fer sur la croissance des tomates /cv. Stenora/ dans les cultures hydroponiques. Solution dans l'eau non distillée

Formy żelaza Formes de fer	Doświadczenie /Expériment/ 17.VI-27.VII.1966			2.IX-23.IX.1970		
	temp.18-30°C			temp.15-25°C		
	dawki doses g/1 l	pędy pousses mg	korzenie racines mg	dawki doses g/1 l	pędy pousses mg	korzenie racines mg
Chlorek żelazowy Chlorure de fer	0,04	875,0	290,0	0,056	643,3	77,5
	0,10	520,0	173,0	0,112	437,0	58,0
	0,12	470,0	140,0	0,168	527,0	53,3
	-	-	-	0,224	493,3	70,8
Cytrynian żelazowy Citrate de fer	0,04	376,0	140,0	0,061	1310,0	195,0
	0,10	311,0	166,0	0,122	1370,0	207,0
	0,12	426,0	196,0	0,193	1003,0	173,3
	-	-	-	0,244	907,0	183,3
Siarczan żelazawy Sulfate ferreux	0,06	255,0	168,0	0,058	1122,0	157,0
	0,08	275,0	186,0	0,116	1330,0	217,0
	0,10	463,0	295,0	0,174	1093,3	223,3
	-	-	-	0,232	645,0	163,3
Siarczan żelazowy Sulfate ferrique	0,04	523,0	140,0	0,058	760,0	112,0
	0,10	686,0	120,0	0,116	673,3	87,5
	0,12	594,0	164,0	0,174	632,0	107,0
	-	-	-	0,232	582,0	113,0
Przedział ufności Intervalle de confiance		28,8	38,0		182,1	30,6

Pozostałe warunki jak w tab.1.
Autres conditions comme au tab.1.

w okresie letnim od 17.VI. do 27.VII, na podstawie podobnego doświadczenia powtórzonego w miesiącu wrześniu najlepsze rezultaty uzyskano na cytrynianie żelazowym w dawce 0,122 g i siarczanie żelazawym o dawce 0,116 g.

Wpływ różnych dawek chlorku żelazowego i humianu na wzrost siewek pomidorów przedstawiono w tabeli 16. Prawdopodobnie wysokie temperatury trwające podczas przeprowadzania niniejszego doświadczenia spowodowały, że mimo przewietrzania we wszystkich dawkach humian podziałał istotnie korzystnie. Najwyższy ciężar suchej masy uzyskano przy podwójnej dawce $FeCl_3$ = 0,224 z dodatkiem humianu.

Tabela 16 - Tableau 16

Wpływ różnych dawek chlorku żelazowego i humianu na wzrost siewek pomidorów odm. Stenora w kulturach wodnych wietrzonych

Influence des diverses doses de chlorure ferrique et celle-ci avec humate sur la croissance des tomates /cv. Stenora/ dans les cultures aquatiques, aérées

Doświadczenie /Expériment/: 29.VII.-22.VIII.1969; temp. 20-35°C

Dawki /Doses/ g $FeCl_3$		Pędy Pousses mg	Korzenie Racines mg
Pełna dawka Dose normale	0,112	570,0	162,0
	0,112 + hum.	1305,0	300,0
Pół dawki Demi dose	0,056	946,6	273,0
	0,056 + hum.	1480,0	346,6
1/10 dawki Dixième de dose	0,011	970,0	280,0
	0,011 + hum.	1310,0	290,0
Podwójna dawka Double dose	0,224	890,0	130,0
	0,224 + hum.	1770,0	445,0
10 razy większa dawka Dose décuplée	1,120	300,0	175,0
	1,120 + hum.	530,0	213,3
Przedział ufności Intervalle de confiance		286,0	84,0

Pozostałe warunki jak w tab.1.
Autres conditions comme au tab. 1.

7. Różne dawki mikroelementów

Z wielu doświadczeń z mikroelementami wybrano trzy (tab. 17) z 10-krotną dawką jako porównawczą, bo mniejsze dawki dały mniej wyraźne wyniki. Kontrolę stanowiła pożywka, w której pięć użytych mikroelementów dano w dawce 0,0006 g na 1 litr pożywki. W następnych kombinacjach zastosowano 10-krotną dawkę poszczególnego mikroelementu, przy reszcie soli i mikroelementach bez zmian. Doświadczenia były przeprowadzane na wodzie destylowanej w szkle. W badaniach tych okazało się, że działanie mikroelementów uzależnione jest od pory roku, czyli od naświetlenia i temperatury.

Z doświadczenia przeprowadzonego w sierpniu wynika, iż 10-krotna dawka miedzi i molibdenu daje zwyżkę ciężaru suchej masy pomidorów udowodnioną statystycznie; w wypadku miedzi zwyżka wynosiła 150%, w wypadku molibdenu 90%, a boru 75%. Przy zwiększonej dawce miedzi i przy kontroli wystąpiła stymulacja spowodowana humianem, w pozostałych wypadkach humian działał niekorzystnie — hamująco.

Tak samo założone doświadczenie przeprowadzone w październiku nie

Tabela 17 - Tableau 17

Wpływ różnych dawek mikroelementów i humianu na wzrost siewek pomidorów odm. Stenora w kulturach wodnych /woda destylowana/

Influence des diverses doses de microéléments et celle-ci avec humus sur la croissance des tomates /cv. Stenora/ dans les cultures aquatiques. Solution dans lèau distillée

	Dawki Doses	3-27.VIII. 1968 temp.18-30°C		25.IX-30.X. 1968 15-25°C		25.V-13.VI. 1970 15-25°C	
		Pędy Pousses mg	Korzenie Racines mg	Pędy Pousses mg	Korzenie Racines mg	Pędy Pousses mg	Korzenie Racines mg
	Kontrola ✱ /Temoin/✱	420,0	123,0	137,0	50,0	668,3	112,5
	" " + hum.	538,0	157,0	170,0	50,0	636,0	120,0
Dziesięciokrotna dawka mikroelementu / Dix fois plus de microéléments	boru /de bor/ - 6 mg/1 l	753,0	173,0	120,0	36,6	675,0	108,3
	" " " + hum.	233,0	61,0	200,0	46,6	588,3	130,0
	cynku /de zinc/-6 mg/1 l	500,0	175,0	98,3	22,5	225,0	60,0
	" " " + hum.	230,0	90,0	24,2	11,0	400,0	110,0
	manganu /de manganèse/ - 6 mg/1 l	400,0	155,0	73,3	26,6	441,7	104,1
	" " " + hum.	153,0	40,0	182,5	50,5	688,3	155,0
	miedzi /de cuivre/-6 mg/1 l	1066,0	230,0	122,0	25,5	654,1	130,0
	" " " + hum.	1131,0	241,0	224,2	42,0	760,0	127,0
	molibdenu /de molibdène/ - 6 mg/1 l	798,0	185,0	97,0	22,0	600,0	133,3
	" " " + hum.	300,0	100,0	142,5	38,3	870,0	146,6
	wszystkich mikroelementów /les microél. reunis/	-	-	150,0	21,0	54,1	12,5
	" " " + hum.	-	-	162,0	32,5	131,7	25,0
	$CuSO_4, H_3BO_3, /NH_4/_6Mo_7O_{24}$	-	-	153,3	35,0	403,3	89,2
	" " " + hum.	-	-	87,5	22,5	838,3	140,0
	Przedział ufności Intervalle de confiance	83,2	81,5	43,1	9,01	134,06	5,5

✱ Wszystkie mikroelementy po 0,6 mg
Tous les microéléments à 0,6 mg

Pozostałe warunki jak w tab.1.
Autres conditions comme au tab.1

wykazało żadnego korzystnego działania zwiększonych dawek miedzi, boru czy molibdenu; wprost przeciwnie, zaznaczyło się ich działanie ujemne. We wszystkich wypadkach z wyjątkiem ujemnego działania zwiększonej dawki cynku oraz łącznie zwiększonej dawki molibdenu, boru i miedzi, humian anulował ujemne działanie wyższych dawek poszczególnych mikroelementów.

To samo doświadczenie powtórzone wiosną od 27.V. do 13.VI. nie wykazało dodatniego działania zwiększonej dawki miedzi, boru, czy molibdenu, lecz nie wykazało także ujemnego działania udowodnionego statystycznie tych zwiększonych dawek. Hamująco podziałała tylko dzie-

sięciokrotna dawka cynku, manganu oraz dziesięciokrotna dawka wszystkich mikroelementów oraz 10-krotna dawka łączna boru, molibdenu i miedzi. Z wyjątkiem kontroli i 10-krotnej dawki boru we wszystkich wypadkach humian podziałał istotnie korzystnie.

8. Różne kwasy użyte do zakwaszania pożywki

Wpływ różnych kwasów, użytych do zakwaszania pożywki do pH = 6,5, na wzrost siewek pomidorów odmiany 'Stenora' w kulturach wodnych na pożywce sporządzonej na wodzie wodociągowej przedstawiono w tabeli 18. Z 7 użytych kwasów do zakwaszania pożywki najlepsze rezultaty dał kwas mlekowy, octowy i ortofosforowy. Gorzej działał kwas cytrynowy i azotowy, a najgorsze wyniki dał kwas solny i siarkowy.

Tabela 18 - Tableau 18

Wpływ różnych kwasów, użytych do zakwaszania pożywki do pH = 6,5, na wzrost siewek pomidorów odm. Stenora w kulturach wodnych; woda wodociągowa

Influence des diverses acides utilisés pour acidifier la solution jusqu'à un pH = 6,5 sur la croissance des tomates /cv.Stenora/ dans les cultures aquatiques. Solution dans l'eau non distillée

Doświadczenie /Expériment/: 4.VII.-25.VII.1970; temp.18-30°C

Nazwa kwasu Nom de l'acide	Dawka na 5 litrów Dose pour 5 litre	Pędy Pousses mg	Korzenie Racines mg
siarkowy sulfurique	0,1 ml	975,0	200,0
cytrynowy citrique	0,5 g	1202,0	292,0
octowy acétique	5,0 ml	1456,0	302,0
fosforowy phosphorique	0,1 ml	1436,0	394,0
solny chlorhydrique	0,2 ml	985,0	322,0
mlekowy lactique	0,2 ml	1556,0	314,0
azotowy nitrique	0,2 ml	1224,0	330,0
Przedział ufności Intervalle de confiance		205,4	99,5

Pozostałe warunki jak w tab.1.
Autres conditions comme au tab.1.

DYSKUSJA WYNIKÓW

Stwierdzenie, że dana dawka i forma makroelementu czy mikroelementu jest optymalna, nie wymaga dyskusji. Na ogół dawki i formy zgadzają się z dawkami i formami stosowanymi w pożywce wersalskiej. Trzeba podkreślić, że wyniki omawianych doświadczeń odnoszą się do naszych warunków klimatycznych. Nowe dane, które uzyskano w toku doświadczeń, są następujące: w wypadku magnezu optymalna dawka, pokrywająca się z dawką stosowaną w pożywce wersalskiej odnosi się do lata, w jesieni zróżnicowane dawkowanie jest bez znaczenia: w wypodku wapnia optymalna dawka, zgodna z pożywką wersalską, odnosi się do lata, w jesieni podwójna dawka dała najlepsze rezultaty. Dziesięciokrotna dawka miedzi, molibdenu czy boru działa korzystnie w lecie, na wiosnę nie ma istotnego znaczenia, a jesienią działa ujemnie. Sprawy te zależą prawdopodobnie od oświetlenia i temperatury, co należy zbadać w warunkach fitotronowych. Podobnie rzecz przedstawia się odnośnie fosforu. W marcu (tab. 7) dodatek kwasu fosforowego obniża plon, a w kwietniu i maju (tab. 6) ten ujemny wpływ już się nie zaznacza. Inaczej też reaguje pomidor niż goździk. W okresie pełnej wegetacji u pomidorów, hamowanie przy potrójnej dawce fosforu już się nie zaznacza (tab. 6), natomiast u goździków wystąpił widoczny spadek plonu (tab. 10).

Doświadczenie z goździkami wykazuje dużą tolerancję w uprawie hydroponicznej na dawkowanie fosforu. Optymalny wynik plonu przy niskim poziomie nawożenia fosforowego nasuwa przypuszczenie, że rośliny w uprawie hydroponicznej wykorzystują znacznie więcej fosforu aniżeli w ziemi.

Specjalnego omówienia wymagają doświadczenia przeprowadzane z różnymi formami i dawkami żelaza.

W kulturach hydroponicznych bez dodatku EDTA najlepszą dawkę siarczanu żelazowego okazała się pełna dawka, czyli 0,12 g na 1 litr pożywki (tab. 14). Dodanie EDTA działało korzystnie i dało optymalny rezultat przy dawce 0,06 g, czyli o połowę mniejszej. W kulturach hydroponicznych bez dodatku EDTA (tab. 15) trudno ustalić najlepszą formę żelaza; w lecie najlepsze wyniki uzyskano na chlorku żelazowym i siarczanie żelazowym, a w jesieni na cytrynianie żelazowym i siarczanie żelazawym.

Omawiając działanie żelaza trzeba przypomnieć tabelę 7 omawianą przy działaniu fosforu. Gdy mianowicie 0,1 ml/1 l kwasu ortofosforowego obniżyło ciężar suchej masy pomidorów, dodany humian lub EDTA oraz podwójna dawka siarczanu żelazowego nie tylko anulowały ujemne działanie kwasu ortofosforowego, lecz działały korzystnie w porównaniu

z kontrolą bez dodatku kwasu fosforowego. Najkorzystniej podziałał chelat żelazowy, lecz w dawce żelaza pięciokrotnie niższej od kontrolnej.

Reasumując wszystkie wyniki doświadczeń nad zastosowaniem żelaza można wyciągnąć następujący wniosek praktyczny: do kultur hydroponicznych najlepiej stosować dawkę 0,02 g siarczanu żelazawego w formie uprzednio schelatyzowanej. Jeśli nie podaje się chelatu, można dać 0,06 g siarczanu żelazowego przy równoczesnym zastosowaniu 0,01 g EDTA na 1 l pożywki. W dalszej uprawie hydroponicznej funkcje kompleksorów pełnią pewne humiany rozpuszczające się powoli ze ściółki torfowo-węglowej. Jeśli nie stosuje się ani żelaza schelatyzowanego, ani EDTA, należy dawać więcej żelaza, tj. 0,12 g na 1 litr siarczanu żelazowego lub chlorku żelazowego i to w okresie wegetacji letniej, a jesienią siarczanu żelazawego lub cytrynianu żelazowego.

Specjalnego też omówienia wymaga działanie humianów. Bezsporne jest działanie humianów w pożywkach nie wietrzonych, co jest rzeczą bardzo ważną dla kultur hydroponicznych. Sprawa ta już wyjaśniona została w poprzednich pracach (Gumińska, Gumiński i Sulej 1965; Czerwiński 1967). Podobnie działał humian w kulturach wietrzonych (tab. 16), gdy panowała wysoka temperatura i „wietrzenie" było niewystarczające.

Jeśli natomiast weźmie się pod uwagę wyłącznie kultury wietrzone, działanie humianów jest bardzo różnorodne i trudne do interpretacji.

Humian działał korzystnie przy za wielkiej dawce azotu (tab. 1). Ponieważ w tym wypadku dużą część azotu podano w formie amonowej, działanie humianu może polegać na przeciwdziałaniu niedotlenienia korzeni, jak wykazała Stabrowska i Dziewulska (1970). Korzystnie działał też humian przy stosowaniu potasu w formie chlorku i siarczanu (tab. 4), tj. w formach mniej korzystnych dla roślin aniżeli azotan, wtedy, gdy kwas fosforowy działał niekorzystnie (tab. 7 i 8), jak również przy toksycznym działaniu poszczególnych mikroelementów (tab. 17). Zjawiska te można tłumaczyć jego właściwościami sorbcyjnymi, ochronnie działającymi dla roślin. Potwierdza to obserwacje Jurkowskiej (1964) dotyczące działania miedzi.

Korzystne działanie humianu stosowanego w oprysku (tab. 6) nasuwa przypuszczenie, że humian uruchamia żelazo w liściach, co potwierdzałoby pracę Prata (1963) na temat przedostawania się związków próchnicznych (fulwokwasów) do wnętrza rośliny. Jest też możliwość pobrania żelaza z humianu wsysanego przez komórki liścia. Przemawia za tą hipotezą fakt, że tylko pryskanie dwa razy tygodniowo dało korzystny wynik, podczas gdy pryskanie 1 i 3 razy było bez znaczenia. Widocznie ta dawka żelaza była korzystna, a wyżej wspomniane były albo za małe albo za duże.

Przez wszystkie doświadczenia, gdzie stosowano humian, przebija się

jego zdolność wiązania pewnych ilości kationów i ułatwianie pobrania ich przez rośliny. Im kation jest wyższej wartościowości, tym humian łatwiej się z nim łączy. Tym można tłumaczyć czasem korzystne jego działanie, to znów ujemne. Wskutek tego łączenia się z kationami przy zmieniających się stosunkach wapnia do magnezu humian działa łagodząco (tab. 13). Jedynie przy bardzo wysokiej dawce wapnia Ca : Mg = = 10 : 1 działa on niekorzystnie.

Interesująco wygląda działanie humianu przy zastosowaniu 10-krotnych dawek poszczególnych mikroelementów w różnych porach roku. W lecie (tab. 17) humian działa korzystnie przy kontroli, gdzie najwidoczniej mikroelementów jest za mało, oraz przy 10-krotnej dawce miedzi. Przy wszystkich innych zwiększonych dawkach mikroelementów humian działa ujemnie. W wypadku anionów — boru i molibdenu można tłumaczyć to sorbcją, a w wypadku kationów — cynku i manganu ułatwieniem pobrania ich, co podziałało toksycznie. W okresie jesiennym, gdy 10-krotnie zwiększone dawki poszczególnych mikroelementów działają niekorzystnie, humian działa istotnie korzystnie — ochronnie (z wyjątkiem cynku). Wiosną, gdy korzystne dzałanie zwiększonych 10-krotnie dawek mikroelementów pozostawało w granicach błędu, humian we wszystkich wypadkach z wyjątkiem kontroli i boru działał istotnie korzystnie. Nawet w wypadku zwiększonej 10-krotnie dawki cynku, który jedynie działał istotnie ujemnie, humian wpływa korzystnie podnosząc ciężar suchej masy o prawie 100%.

Z powyższych rozważań widać, że działanie humianu zależy od czynników zewnętrznych. Ażeby te kwestie definitywnie wyjaśnić, trzeba by takie doświadczenia prowadzić w ściśle określonych warunkach temperatury, światła, wilgotności, czyli w fitotronie.

Wprawdzie różnorodne przepisy pożywek podają wyższe ich stężenia na okres wegetacji letniej, a mniejszą dawkę na okres zimy (Post 1952), jednak nie rozpatrują indywidualnie każdego pierwiastka. Doświadczenia przeprowadzone w tej pracy mogą stanowić praktyczne wskazania dla upraw hydroponicznych. Przekonują też o właściwościach czynnej ingerencji humianów w tej uprawie i celowości użycia torfu i węgla brunatnego na ściółkę uprawy hydroponicznej.

Równocześnie doświadczenia te ukazują zasięg działania humianu, którego mechanizm działania nie jest dostatecznie zbadany i wymaga dalszych prac w uściślonych warunkach zewnętrznych.

WNIOSKI

1. Azot azotanowy w dawce stosowanej w pożywce Hampe'a jest najlepszą formą azotu.

2. Najlepszą formą potasu jest azotan potasu w dawce stosowanej w pożywce Hampe'a.

3. Najlepszymi formami fosforu okazała się „Solania" i superfosfat 18% P_2O_5.

4. Kwas ortofosforowy obniża ciężar suchej masy pomidorów w okresie wczesnowiosennym, lecz zastosowane chelaty, takie jak EDTA, humian czy żelazo schelatyzowane oraz podwójna dawka żelaza lub 5-krotna dawka miedzi usuwa jego ujemne działanie.

5. Przy podwójnej i potrójnej dawce fosforu w okresie letnim nie stwierdzono ujemnych rezultatów na siewkach pomidorów, natomiast potrójna dawka fosforu na goździkach obniżyła plon.

6. Doświadczenie z goździkami wykazuje dużą tolerancję w uprawie hydroponicznej na dawkowanie fosforu. Optymalny wynik plonu przy niskim poziomie nawożenia fosforowego nasuwa przypuszczenie, że roślina w uprawie hydroponicznej wykorzystuje znacznie więcej fosforu aniżeli w ziemi.

7. Dawka magnezu stosowana w pożywce Hampe'a jest optymalna w okresie lata, w jesieni dawkowanie jej jest bez znaczenia.

8. Dawka wapnia stosowana w pożywce Hampe'a jest optymalna w okresie lata, w jesieni optymalna jest dawka podwójna.

9. Optymalne wyniki uzyskano przy stosunku Ca : Mg = 2,1 : 1. Stosunek 4,2 : 1 i wyższe dały rezultaty gorsze.

10. Najlepszy wynik daje dawka 0,02 g na 1 litr pożywki siarczanu żelazawego uprzednio schelatyzowanego. Jeśli nie daje się chelatu, optymalna dawka jest 0,06 g siarczanu żelazowego przy równoczesnym zastosowaniu 10 mg EDTA. Jeśli nie stosuje się żelaza schelatyzowanego, ani EDTA, należy stosować dawkę wyższą = 0,12 g na 1 litr pożywki, przy czym najlepsze wyniki uzyskano w okresie letnim na siarczanie żelazowym lub chlorku żelazowym, a w okresie jesieni na siarczanie żelazawym lub cytrynianie żelazowym.

11. 10-krotnie wyższa dawka miedzi lub boru, lub też molibdenu w okresie letnim działa korzystnie; w pozostałych okresach optymalna jest dawka wzorowana na dawkach Hoaglanda.

12. Humian działa wyraźnie korzystnie w kulturach nie wietrzonych.

13. W kulturach wietrzonych, w optymalnych warunkach dla roślin humian działa raczej niekorzystnie.

14. W warunkach nie bardzo odbiegających od optymalnych humian działa korzystnie, bądź to ochronnie przed nadmiarem jakiegoś jonu, bądź to ułatwiając pobieranie danego kationu.

Autorki składają serdeczne podziękowanie dr A. Augustyn i mgr H. Martyniuk, pracowniczkom Instytutu Chemii i Technologii Nafty i Węgla Politechniki Wrocławskiej, za przygotowanie i dostarczenie humianu z węgla brunatnego do doświadczeń niniejszej pracy. Autorki dziękują też doc. dr Czubie z IUNG za użyczenie do badań preparatu „Solania".

(Przyjęto: 15.XI.1971)

RÉSUMÉ

Nous avons effectué une série d'expériences dans des cultures aquatiques et hydroponiques, dans lesquelles nous avons étudié l'efficacité des macroéléments et des microélémentes da la solution nutritive modifié de Hampe. En général les dose et les formes optimales sont en accord avec les doses et les formes utilisées dans la solution nutritive de Hampe. Les nouvelles données résultant de nos expériences sont les suivantes: Dans les cas du magnésium, la dose optimale conforme à la dose appliquée dans la solution nutritive de Hampe se rapporte à l'été; an automne, le dosage est sans importance dans de larges limites en ce qui concerne le calcium, la dose optimal conforme à la solution de Hampe se rapporte à l'été, en automne, une dose doublée donnait les résultats les meilleurs. Une dose découplée de cuivre, de molibdène et de bor exerce une influence favorable en été, elle n'a pas d'importance spéciale au printemps et en automne elle exerce une influence négative.

Les forme les meuilleures de phosphor se sont avérées celle de la „Solania" et du superphosphate à 18% P_2O_5. L'acide phosphorique libre agissait négaitivement, gênant la plante dans son absorption de fer et de cuivre. L'utilisation de fer chélatisé ou de composés humique complexants ou bien encore d'EDTA ou de doubles doses de ions de fer et de cuivre annihile cette action négative de l'acide phosphorique.

En ce, qui concerne le fer, il s'est avéré que le mieux était d'utiliser 0,008 g de fer sous forme de chélat avec l'acide versénique, ou 0,06 g de sulfate de fer en appliquant simultanément 0,01 g EDTA ou 0,1 g d'humate. Sans l'utilisation de composés complexants la dose de 0,12 g de sulfate de fer est optimale et c'est celle que l'on retrouve dans la dose de la solution nutritive de Hampe.

L'humate agit de manière nettement favorable dans les solutions non-aérées, ce qui est d'ailleurs très important pour les cultures hydroponiques. Das les cultures avec une solution aérée, dans des conditions optimales pour les plantes, l'humate exercait une action plutôt défavorable. Dans des conditions s'écartant des conditions optimales, l'humate agissait favorablement, ou de manière protectrice par le surplus d'un ion, ou en facilitant l'absorption du ion donné.

Les expériences de ce travail démontrent la nécessité d'étudier l'absorption par les plantes différentes ions de la solution dans des conditions déterminées: température, lumière et humidité.

LITERATURA

Bentley M., 1959, Commercial Hydroponics. Facts and Figures, Bendos Books, Johannensburg..

Czerwiński W., 1967, Znaczenie humianu sodowego w kulturach wodnych pod kątem widzenia czynnika minimum, Acta Soc. Bot. Pol. 36 : 549.

Gumińska Z., K. Kukułczanka i M. Graczówna, 1967, Poszukiwania najodpowiedniejszego stężenia soli mineralnych w pożywce i ściółce upraw hydroponicznych dla niektórych roślin ozdobnych, Acta Agrobotanica 20 : 153.

Gumińska Z., D. Augustyn, M. Graczówna i J. Sulej, 1968, Badania wartości biologicznej ekstraktów huminowych z węgla brunatnego, Węgiel Brunatny — Górnictwo Odkrywkowe, 10 : 306.

Gumiński S., Z. Gumińska i J. Sulej, 1965, Effect of humate, agar-agar

and EDTA on the development of tomato seedlings in aerated and non aerated water cultures, J. Exp. Bot. 16 : 151.

Hampe P., 1938, Les solutions nutritives pour les cultures dans l'eau, Jardinage 26 : 23.

Hewitt E.J., 1952, Sand and water culture methode used in the study of plant nutrition, Commonwealth Bureau of Hort, Plantation Crops. Commun. 20.

Penningsfeld F., 1960, Die Ernährung in Blumen und Zierplanzenbau, Verlag P. Parey, Hamburg und Berlin.

Post K. Ph. D., Florist crop production and marketing, New York, Orange Judd Publishing Company, INC.

Prat S., 1963, Premeability of plant tissues to humic acids, Biologia Plantarum 5 : 279.

Schroop W., 1951, Der Vegetationsversuch 1. Die Methodik der Waserkultur höherer Pflanzen, Neumann Verlag, Radebuel und Berlin.

Sholto Douglas J., 1959, Hydroponics the Bengal system, Oxford University press.

Stabrowska J. i J. Dziewulska, 1970, Wpływ przewietrzania pożywki azotanowej względnie amonowej na wzrost pomidorów w obecności humianu, EDTA oraz miedzi i manganu, Acta Soc. Bot. Pol. 39 : 123.

Steiner A.A., 1961, A universal method for preparing nutrient solutions of a certain desired composition, Reprint from Plant and Soil 15 : 134.

Steiner A.A., 1966, The influence of the chemical composition of a nutrient solution on the production of tomato plants, Plant and Soil 24 : 454.