**Wpływ różnych dawek fosforu
oraz dodatkowego nawożenia wapniem lub potasem
na plonowanie pomidorów w uprawie hydroponicznej wrocławskiej
przy dwóch intensywnościach naświetlenia**

Z. GUMIŃSKA, T. BRANICKA, M. OSMELAK

Ogród Botaniczny Uniwersytetu Wrocławskiego

(Otrzymano dn. 10 VIII 1979)

Z. Gumińska, T. Branicka, M. Osmelak (*Botanical Garden of Wrocław University, Kanonia 6/8, 50-328 Wrocław*) *Acta Agrobotanica* 33 (2): 205-216, 1980
The influence of various doses of phosphorus and of the addition of calcium or potassium fertilization upon the yield of tomatoes in Wrocław hydroponic culture using two intensities of light

Abstract

Two experiments were carried out with phosphate fertilization of tomatoes in hydroponic culture. It has been proved that an additional dose of phosphorus given during the second cluster bloom, caused an yield increase. The optimal dose is 12 g of superphosphate (16% P_2O_5) per plant. The "green back" symptoms did not appear in these conditions. The parallel additional applying of calcium or potassium gave a decrease of the yield. When the light intensity was lowered to about 50%, the yield has decreased by half. In these conditions an additional applying of calcium (0.4 g $CaCO_3$) and phosphorus (1g superphosphate) annulated the negative influence of the low light intensity.

WSTĘP

W badaniach nad określeniem optymalnej pożywki w uprawie hydroponicznej wrocławskiej (Gumińska i Gracz-Nalepka, 1972) okazało się, że siewki pomidorów i goździków są bardzo tolerancyjne w stosunku do poziomu nawożenia fosforowego. Wykazano, na przykład wielokrotnie, że najwyższą suchą masę siewek pomidorów uzyskano przy dawce 0,5 g/l $(NH_4)_2HPO_4$, przy czym różnice przy dawce podwójnej jak i o połowę mniejszej były na granicy błędu doświadczalnego. Podobne wyniki otrzymano przy stosowaniu superfosfatu.

Goździki uprawiane do pełnego plonowania wykazywały tak dużą tolerancję na różnice w nawożeniu fosforowym, że gdy zmieniano dawki fosforu od proporcji $N:P_2O_5:K_2O=1:0,4:1,5$ aż do $1:1,5:1,5$ (przy tym samym poziomie N w obu przypadkach) liczba uzyskanych kwiatów nie zmieniała się. Dopiero proporcja $1:1,8:1,5$ wywołała spadek plonu.

Sprawa nawożenia fosforem pomidorów w kulturach hydroponicznych aż do plonowania pozostawała otwarta.

W literaturze ogrodniczej dużo danych znajdujemy na temat nawożenia pomidorów w glebie. Aliev (1970) podaje, że najwyższe plony uzyskano stosując proporcję $N:P_2O_5:K_2O=1:1,4:1,6$; Denitrov i Rankov (1974) podają proporcję $1:0,7:0,5$; Khustov (1974) $1:2,7:0,7$.

Nasza krajowa mieszanka „Plon” przewidziana dla warzyw ma proporcję $1:1:1$. W uprawach torfowych Pudelski (1969) uzyskał wprawdzie optimum świeżej masy siewek pomidorów przy proporcji $1:1:1$, lecz optymalny plon przy proporcji $1:2:2$.

Forster i Venter (1974) podają, że u wielu odmian pomidorów występuje „zielona piętka” „green back”, co jest spowodowane nieodpowiednim nawożeniem. Twierdzą oni, że uzyskali znaczne zmniejszenie występowania tej choroby przy zwiększonej dawce nawożenia potasowego. Wallace (1961) podaje, że niedobór wapnia powoduje u pomidora suchą zgniliznę wierzchołków owoców. Nowosielski i Borkowski (1977) obszernie omawiają tę chorobę oraz sposoby jej zwalczania.

Homes (1962) zaleca dla hydroponików stosunek $N:P_2O_5:K_2O=1:1,9:2,2$, a Schilling (1965) $1:1,6:1,6$. Wyniki badań Jacquemaina (1970) w uprawach torfowych wykazują, że w początkowym okresie wzrostu należy wprowadzić mniej fosforu i wymieniona proporcja powinna wynosić początkowo $1:0,24:1,43$. Dopiero w okresie kwitnienia pomidorów badacz ten zwiększa znacznie dawkę fosforu aż do uzyskania proporcji $1:5,2:1,7$. Steiner (1967), stosując po zakwitnięciu trzeciego grona zmniejszoną dawkę potasu, a zwiększoną dawkę wapnia uzyskał wyższy plon.

Rozważając tak różnorodne dane z literatury, postanowiono zbadać kwestię nawożenia fosforowego pomidora w kulturach hydroponicznych w odniesieniu do plonu owoców. Biorąc pod uwagę powyżej cytowane dane specjalną uwagę zwrócono na prace Pudelskiego oraz Jacquemaina, gdyż ich doświadczenia prowadzone były w substratach torfowych, a więc w warunkach stosunkowo najbardziej zbliżonych do tych jakie występują w uprawach hydroponicznych. Przy nawożeniu fosforowym w ziemi przy najlepszych warunkach zewnętrznych (temperatury, światła, pH itp.) tylko 20% zostaje przez rośliny pobrane w pierwszym roku nawożenia (Goralski, 1968), tymczasem w uprawie

hydroponicznej roślina pobiera 100% fosforu. Postanowiono także zbadać reakcje pomidorów przy różnych stosunkach fosforu i potasu oraz fosforu i wapnia.

Ze względu na to, że ważną rolę w pobieraniu fosforu odgrywa światło, postanowiono też zbadać reakcje pomidorów na nawożenie przy dwu poziomach natężenia światła. Nowotny-Mieczyska (1976) przytacza, że Helder i Bonga (1956), stosując ^{32}P na liście fasoli stwierdzili stymulację pobierania fosforu przez światło, a po przeniesieniu roślin do ciemności wycofanie się go do korzeni.

Bid i in. (1974) podają, że najlepszym źródłem fosforu dla pomidorów jest superfosfat „pojedynczy” — tego samego zdania jest Gumińska (1966). Ponieważ zaś w praktyce coraz częściej używa się superfosfatów wysoko procentowych postanowiono przebadąć i ten aspekt.

METODYKA OGÓLNA

Przeprowadzono dwa doświadczenia: pierwsze w okresie od 27 IV do 14 IX 1976, w szklarniach Ogrodu Botanicznego Uniwersytetu Wrocławskiego, drugie w okresie 1 VII do 21 XI 1977 w tunelu foliowym ogrzewanym. W pierwszym doświadczeniu część szklarni została zacieniana w ten sposób, że natężenie światła wynosiło:

w części o pełnym świetle:

w czerwcu	9 200-68 000 lux
w lipcu	9 000-55 000 „
w sierpniu	4 000-25 000 „

w części zacienionej:

w czerwcu	1 300-25 000 lux
w lipcu	1 000-16 000 „
w sierpniu	1 000- 8 700 „

Liczba dni słonecznych wynosiła: w czerwcu 25, w lipcu 27, w sierpniu 21.

Drugie doświadczenie prowadzono w tunelu foliowym przy natężeniu światła 2 200-50 000 lux.

W doświadczeniach użyto naczyń hydroponicznych dwuczęściowych, składających się z 5 litrowych wiader plastikowych oraz z ustawianych na nich kamionkowych części wierzchnich, 5 cm głębokich z dziurkowanym dnem i otworem aeracyjnym. Ściółkę stanowiła mieszanina torfu z węglem brunatnym (z Turossowa). Stosunek objętościowy torfu do węgla wynosił 2 : 1.

Do obu doświadczeń użyto pożywki wg Gumińskiej (1976) o następującym składzie w g/l:

superfosfat pylisty

(16% P_2O_5)	1,0	kw. borowy	0,0006
saletra potasowa	0,7	siarczan manganu	0,0006
saletra wapniowa	0,7	siarczan cynku	0,0006
siarczan magnezu	0,3	siarczan miedzi	0,003
siarczan żelazowy	0,1	molibdenian sodu	0,0006

W czasie doświadczeń pH utrzymywano około 6,5, stosując w razie potrzeby zakwaszenie kwasem cytrynowym albo alkalizację NaOH. Na ogół do zakwaszania stosuje się kwas fosforowy, lecz w tych doświadczeniach nawożenie fosforem było przedmiotem badań, zastosowano więc kwas cytrynowy na podstawie pracy Gumińskiej i Gracz-Nalepki (1972). Oba doświadczenia prowadzono w 6 powtórzeniach.

Opierając się na wynikach pracy Gumińskiej i in. (1975), zastosowano w obu doświadczeniach dawkę 75 g wyżej wymienionej pożywki na jedną roślinę i okres 5 miesięcy, dolewając 1 raz na tydzień 1,5 l pożywki o stężeniu 2,8 g/l. Poziom pożywki wyrównywano w inne dni tygodnia dolewając wody. Dodatkowo zwiększano nawożenie fosforem oraz odpowiednio do kombinacji potasem i wapniem.

Zawartość chlorofilu oznaczano metodą spektrofotometryczną wg. Jeffereya i Humphreya (1975) przy pomocy 90% acetonu. Do oznaczenia chlorofilu brano drugi liść nad 3 gronem, wynik podano w mg na 1 g świeżej masy.

Do oznaczenia fosforu brano wierzchołki roślin po zawiązaniu 5 grona, w pełnym rozwoju liści. Oznaczenie fosforu całkowitego przeprowadzono metodą Fiske-Subbarowa (Mejbaum-Katzenellenbogen i Modnicka, 1966). Jest to metoda kolorymetryczna polegająca na tym, że w kwaśnym środowisku ortofosforan tworzy z molibdenianem amonowym fosforo-molibdenian amonowy, który pod wpływem eikonogenu (soli sodowej kwasu 1, 2, 4, aminoftalosulfonowego) redukuje się do mieszaniny tlenków molibdenu tzw. „błękitu molibdenowego”. Tak otrzymany kompleks oznaczano na kolorymetrze spektralnym (typ. MK6/6 g) (spekolu) przy długości fali 660 nm względem ślepej próby odczynnikowej. Ilość fosforu w mg przeliczono na 1 g suchej masy liści.

Obliczenia statystyczne przeprowadzono metodą analizy wariancji (serie niezależne o dwu zmiennych).

WYNIKI

DOŚWIADCZENIE I

Ponieważ w 1971 r. (wyniki nieopublikowane) stwierdzono, że proporcja $N:P_2O_5:K_2O=1:2:2$, stosowana przez Pudelskiego (1969) na substracie torfowym, spowodowała w uprawie hydroponicznej, że

wszystkie związane owoce wykazywały „zieloną piętkę”, w tym doświadczeniu postanowiono postępować ostrożnie i tylko w ograniczonym stopniu zastosować dodatkowe nawożenie fosforem, dodając 1 g superfosfatu na roślinę w dwu dawkach, w czasie kwitnienia drugiego grona.

Tak więc przy dwóch intensywnościach naświetlenia dano następujące kombinacje nawożenia: 1) rośliny kontrolne, rosnące na podstawowej pożywce, 2) rośliny rosnące na podstawowej pożywce, w której źródłem P był superfosfat wysokoprocentowy (32%) z dodatkiem 0,25 g CaCO_3 na 1 l pożywki, 3) dodatkowe nawożenie fosforem 1 g superfosfatu na roślinę, 4) dodatkowe nawożenie fosforem i wapniem=1 g superfosfatu+0,4 g CaCO_3 na 1 roślinę, 5) dodatkowe nawożenie fosforem i potasem=1 g superfosfatu+0,6 g K_2SO_4 na 1 roślinę. Dodatkowe nawożenie, jak wymieniono w punkcie 3, 4, 5 przeprowadzono po zakwitnięciu drugiego grona, dwa razy w odstępach jednego tygodnia, dzieląc wyżej wymienione dawki na połowę.

27 IV 1976 wysiano nasiona pomidorów odmiany 'Potentat' do wyprażonego piasku, 11 V pikowano siewki do doniczek ze ściółką hydroponiczną tzn. z torfem i węglem brunatnym; każdą roślinę karmiono co drugi dzień, stosując 30 ml pożywki, a codziennie spryskiwano wodą. 3 VI rośliny przesadzono do naczyń hydroponicznych. W początkowym okresie, zanim korzenie przedostały się do pożywki, ściółkę podlewano pożywką, czerpiąc ją z naczyń, na których rośliny stały. Aby poziom pożywki nie ulegał większym wahaniom, prócz zasilania odpowiednimi porcjami pożywki dolewano wody co 3 dni, a w dni upalne codziennie. Ściółkę codziennie spryskiwano wodą. Każda roślina otrzymała łącznie 54,6 g nawozów w 13 dawkach cotygodniowych, (wg Gumińskiej i in., 1975) plus wymienione nawożenie dodatkowe. (Dawka 54,6 g nawozów na roślinę wynikała z okresu prowadzenia doświadczenia przez 15 tygodni).

Stwierdzono, że w części szklarni o pełnym świetle pomidory szybciej przedostały się korzeniami do pożywki i przez cały okres rozwoju miały silniejszy system korzeniowy, zakwitły wcześniej o 4 dni, a ich części „nadziemne” były niższe w porównaniu z pomidorami rosnącymi w zacienionej części szklarni. Owoce roślin rosnących w pełnym oświetleniu były liczniejsze i większe, co w efekcie dało wyższy plon (tab. 1).

Przy pełnym naświetleniu najwyższy plon uzyskano z roślin kontrolnych przy użyciu superfosfatu niskoprocentowego oraz z kombinacji z dodatkowym nawożeniem samym fosforem, przy czym nie było istotnych różnic między tymi dwoma kombinacjami. Przy zastosowaniu superfosfatu wysokoprocentowego uzyskano plon niższy aniżeli u roślin kontrolnych. Stosunkowo duży spadek plonu uzyskano przy dodatkowym nawożeniu fosforem i wapniem oraz fosforem i potasem. Dla plonu ogólnego jak i handlowego uzyskano podobne wartości.

Tabela 1 — Table 1

Wpływ dodatkowego nawożenia P; P+Ca; P+K; w pożywce uprawy hydroponicznej na plonowanie pomidorów rosnących w dwu warunkach natężenia światła

Effect of adding P; P+Ca; P+K; to the medium of a hydroponic culture on the yield of tomatoes in two light intensities

	Dodatkowe nawożenie Addition of mineral salts	Pełne światło Full light				Częściowe zaciemnienie Limited light			
		Plon ogólny Total yield		Plon handlowy Commercial yield		Plon ogólny Total yield		Plon handlowy Commercial yield	
		g	%	g	%	g	%	g	%
1.	Kontrola I pożywka podstawowa Control I nutrient medium	1430 c	100	1372 d	100	720 ab	100	658 ab	100
2.	Kontrola II w pożywce podstawowej podwójny superfosfat Control II nutrient medium with double superphosphate 32%	1270 b	89	1179 c	86	810 b	113	723 b	109
3.	P plus 1 g superfosfatu 16% P plus 1 g superphosphate 16%	1510 c	106	1394 d	102	870 b	121	837 c	127
4.	P plus 1 g superfosfatu + 0,4 g CaCO ₃ P plus 1 g superphosphate 16% + 4 g CaCO ₃	860 a	60	785 a	57	1260 c	175	1204 d	184
5.	P plus 1 g superfosfatu 16% + 0,6 g K ₂ SO ₄ P plus 1 g superphosphate 16% + 0,6 g K ₂ SO ₄	990 a	68	962 b	70	650 a	90	596 a	91

Liczby oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie przy P=0,05.

Numbers marked with the same letters do not differ significantly at P=0,05.

W warunkach obniżonego natężenia światła uzyskano znacznie niższe plony (blisko o połowę) w stosunku do roślin z pełnego światła. Wyjątek stanowi wyższa plonu, statystycznie udowodniona, jaką uzyskano w kombinacji z dodatkowym nawożeniem fosforem i wapniem, przy czym uzyskana wartość nie wiele odbiega od wartości plonu uzyskanego na pełnym świetle w kontroli. Dodatkowe nawożenie samym fosforem spowodowało tylko niewielkąwyżkę plonu, w stosunku do roślin kontrolnych, udowodnioną statystycznie tylko w przypadku plonu handlowego. Dużą wyżkę plonu u roślin dokarmianych fosforem i wapniem należy więc przypisać działaniu wapnia lub działaniu kompleksowemu wapniowo-fosforowemu. Dodatkowe nawożenie fosforem i potasem wykazało tendencję obniżenia plonu w stosunku do roślin kontrolnych, jednak w granicach błędu doświadczalnego. Wysokoprocentowy superfosfat nie wpłynął na plony w sposób istotny.

Zawartość chlorofilu (tab. 2) w liściach pomidorów rosnących w pełnym oświetleniu była przy dodatkowym nawożeniu fosforem wyższa niż u roślin kontrolnych. W pozostałych obiektach zawartość ta była podobna jak u roślin kontrolnych.

W części zacienionej doświadczenia najwyższy poziom chlorofilu zawierały liście pomidorów w kombinacji kontrolnej i w kombinacji w której źródłem fosforu był superfosfat 32%. Wartości te były wyższe od wartości stwierdzonych u pomidorów rosnących na pełnym świetle. W pozostałych kombinacjach liście pomidorów zawierały mniej chlorofilu.

Liście roślin rosnących w pełnym świetle nawożonych dodatkowo fosforem samym lub z K i Ca zawierały więcej fosforu (tab. 2).

U roślin rosnących przy ograniczonym oświetleniu wystąpił znacznie wyższy poziom fosforu w liściach, aniżeli u roślin rosnących na pełnym świetle, przy czym liście pomidorów nawożonych dodatkowo samym fosforem zawierały tego pierwiastka więcej niż liście roślin kontrolnych.

DOŚWIADCZENIE 2

Używając, pożywki, naczyn i ściółki jak podano w ogólnej metodyce i opisie pierwszego doświadczenia, założono doświadczenie uzupełniające 1 VII 1977 w tunelu foliowym z odmianą pomidorów 'Open Air'. W okresie kwitnienia drugiego grona zastosowano w czterech dawkach cotygodniowych dodatkowe nawożenie fosforem, dając następujące dawki superfosfatu (16% P_2O_5): 1 g; 3 g; 6 g; 7,5 g; 9 g; 12 g; i 15 g łącznie na roślinę. Drugą część doświadczenia przeprowadzono analogicznie z dodatkową dawką 2,4 g $CaCO_3$. Ponieważ owoce zbierano do 21 XI, w okresie jesieni, przy niedostatku światła, istniała możliwość korzystnego wpływu wapnia.

Tabela 2 — Table 2

Wpływ dodatkowego nawożenia P; P+Ca; P+K; w pożywce uprawy hydroponicznej na poziom fosforu i chlorofilu w liściach pomidorów rosnących w dwu warunkach natężenia światła

Influence of the addition P; P+Ca; P+K; to the medium of hydroponic cultures on the phosphorus and chlorophyll content in leaves at two light intensities

Dodatkowe nawożenie Addition of mineral salts	Pełne światło Full light				Częściowe zaciemnienie Limited light			
	Zawartość fosforu mg/g s.m. %		Zawartość chlorofilu mg/g św.m. %		Zawartość fosforu mg/g s.m. %		Zawartość chlorofilu mg/g św.m. %	
	Phosphorus content mg/g dry matter %		Chlorophyll content mg/g fresh matter %		Phosphorus content mg/g dry matter %		Chlorophyll content mg/g fresh matter %	
1. Kontrola — pożywka podstawowa Control — nutrient medium	2,56 a	100	0,56 b	10	4,82 ab	100	0,77 b	100
2. Kontrola II w pożywce podst. superfosfat 32% Control II 32% superphosphate in nutrient medium	2,64 ab	103	0,51 a	91	4,57 a	95	0,77 b	100
3. P plus 1 g superfosfatu P plus 1 g superphosphate	2,91 bc	114	0,64 c	114	5,60 c	116	0,59 a	77
4. P plus 1 g superfosfatu+0,4 g CaCO ₃ P plus 1 g superphosphate+0,4 g CaCO ₃	3,51 d	137	0,59 b	105	5,34 bc	111	0,61 a	79
5. P plus 1 g superfosfatu+0,6 g K ₂ SO ₄ P plus 1 g. superphosphate+0,6 g K ₂ SO ₄	3,15 c	123	0,57 b	102	4,72 a	98	0,54 a	70

Liczby oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie przy P=0,05.

Numbers marked with the same letters do not differ significantly at P=0,05.

Proporcjonalnie do wzrastających dawek superfosfatu aż do 12 g na roślinę wzrastał plon owoców (tab. 3), przy czym zaznaczyć trzeba, że „zielona piętka” „green back” w całym doświadczeniu nie pojawiła się. Dodatek wapnia był bez większego znaczenia.

Tabela 3—Table 3

Wpływ dodatkowego nawożenia fosforem w różnych dawkach, bez dodatku wapnia i z dodatkiem wapnia, na plon pomidorów w uprawie hydroponicznej
Effect of addition of various doses of phosphorus, with and without CaCO_3 on the yield of tomatoes in a hydroponic culture

Dawki superfosfatu (16% P_2O_5 w g) Doses of superphosphate (16% P_2O_5 in g)	Plon ogólny w g — Total yield in g	
	bez dodatku CaCO_3 without CaCO_3	z dodatkiem CaCO_3 with CaCO_3
1. Kontrola — Control	1270 ab	1210 a
2. 1	1250 ab	1320 b
3. 3	1280 ab	1300 ab
4. 6	1330 b	1390 b
5. 7,5	1400 bc	1290 ab
6. 9	1430 c	1430 c
7. 12	1540 d	1370 bc
8. 15	1520 cd	1300 b

Liczby oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie przy $P=0,05$.

Numbers marked with the same letters do not differ significantly at $P=0.05$.

DYSKUSJA

Doświadczenie pierwsze wykazało znany fakt, jak ważnym czynnikiem, wpływającym na wysokość plonów pomidorów jest światło. W warunkach ograniczonego nasłonecznienia plon spadł do połowy. W tych warunkach interesującą sprawą okazało się dodatkowe nawożenie fosforem i wapniem łącznie, które anulowało ujemne skutki niedostatku światła. Ponieważ dodatkowe nawożenie samym fosforem nie dało takiego efektu, uzyskaną wyższą plonu przypisać trzeba działaniu wapnia lub współdziałaniu fosforu z wapniem. Potwierdza to wyniki uzyskane przez Gumińską i Gracz-Nalepkę (1972) na siewkach pomidorów. W trzytygodniowych doświadczeniach prowadzonych w lipcu przy dobrych warunkach świetlnych podwojenie dawki wapnia obniżyło ciężar suchej masy pomidorów do 1/3, natomiast w analogicznym doświadczeniu prowadzonym we wrześniu, przy niedostatku światła podwójna dawka wapnia w pożywce spowodowała odwrotny skutek: znaczne zwiększenie się suchej masy roślin.

Powyższy wynik uzyskany w kulturach wodnych na siewkach po-

midorów i w kulturach hydroponicznych na plonujących pomidorach trzeba sprawdzić oddzielnie w uprawach ziemnych i substratowych. Tam wskutek istnienia kompleksu sorpcyjnego podłoża wynik może być inny lub dla uzyskania podobnego wyniku trzeba będzie zastosować znacznie wyższe dawki wapnia i fosforu.

W drugim doświadczeniu prowadzonym w niniejszej pracy od 1 lipca do 21 listopada nie wystąpił dodatni wpływ wapnia, jak w pierwszym doświadczeniu w warunkach zacienienia. Wynikałoby z powyższego, że decydującym dla całego rozwoju rośliny może być początkowy okres, a niedostatek światła w późniejszym stadium rozwojowym nie ma decydującego znaczenia.

Dodatkowe nawożenie fosforem po zakwitnięciu drugiego grona w pierwszym doświadczeniu spowodowało tendencje do zwiększenia plonu, wyniki te pozostają jednak w granicach błędu doświadczalnego. Wynik ten wymagał dalszego doświadczenia, w którym zastosowanoby szereg dawek fosforu, stosowanych w okresie kwitnienia drugiego grona. Wyniki drugiego doświadczenia zdają się potwierdzać sugestie Jacqma i na (1970), że w okresie kwitnienia drugiego grona można z korzyścią dla plonu znacznie podwyższyć nawożenie fosforowe aż o 12 g superfosfatu (16% P_2O_5) na roślinę. Wraz ze zwiększonym nawożeniem fosforowym plon wzrósł o 270 g z rośliny.

W obu doświadczeniach nie wystąpiła żadna choroba fizjologiczna.

Gdy w jednym z naszych doświadczeń w 1970 r. (wyniki nieopublikowane) od początku uprawy w hydroponikach zastosowano proporcję $N : P_2O_5 : K_2O = 1 : 2 : 2$ na wszystkich owocach wystąpiła „zielona piętka” — „green back”. Odmienne wyniki Pudelskiego i wielu cytowanych autorów, którzy stosowali z powodzeniem dla pomidorów wyższe nawożenie fosforowe trzeba tłumaczyć wpływem kompleksu sorpcyjnego gleb lub podłoża, które zatrzymują do 80% zastosowanego nawożenia fosforowego. W uprawie hydroponicznej, gdzie 100% fosforu roślina pobiera, okazało się, że wyższe nawożenie fosforem można stosować dopiero w czasie kwitnienia drugiego grona.

Większa zawartość fosforu i chlorofilu w liściach roślin rosnących w ograniczonych warunkach nasłonecznienia może świadczyć o tym, że rośliny wskutek niedostatku światła były opóźnione w rozwoju wegetatywnym w stosunku do roślin rosnących na pełnym świetle, czyli były fizjologicznie młodsze.

Można też zauważyć u roślin rosnących na pełnym świetle, że w tych kombinacjach, gdzie uzyskano wyższy plon, poziom fosforu w liściach był niższy. U roślin zacienionych nie zauważono tej zależności. Zjawisko to można interpretować w dwojaki sposób: albo zachodzi tak zwany efekt rozcieńczenia w stosunku do wytworzonej masy organicznej, albo fosfor na świetle szybciej został przeprowadzony do owoców.

WNIOSKI

1. W uprawie hydroponicznej po zakwitnieniu drugiego grona pomidorów można z korzyścią podnieść nawożenie fosforowe o 12 g superfosfatu (16% P_2O_5) na roślinę, uzyskując wyższą plon bez obawy wystąpienia chorób fizjologicznych.

2. W uprawie hydroponicznej niedostatek światła można kompensować dodatkowym nawożeniem fosforowym łącznie z wapniem w czasie kwitnienia pomidorów. W zastosowaniu do upraw ziemnych czy substratowych wynik ten wymaga jednak jeszcze osobnego opracowania.

3. W uprawie hydroponicznej superfosfat pylisty (16% P_2O_5) jest stosowniejszy niż wysokoprocentowy dla pomidorów rosnących w dobrych warunkach świetlnych. W warunkach niedostatku światła wysokoprocentowy superfosfat wydaje się korzystniejszy niż niskoprocentowy.

STRESZCZENIE

Przeprowadzono dwa doświadczenia hydroponiczne z uprawą pomidorów do pełnego plonowania. Pierwsze, założone wiosną, w warunkach pełnego oświetlenia wykazało, że dodatkowe nawożenie fosforem zastosowane w okresie kwitnienia drugiego grona dawką 1 g superfosfatu na roślinę nie powoduje istotnej wyższej plonu; natomiast w połączeniu z dodatkowym nawożeniem wapniem lub potasem powoduje obniżkę plonu. W warunkach zacienienia plon był znacznie niższy, niekiedy o połowę we wszystkich kombinacjach za wyjątkiem tej, w której zastosowano dodatkowe nawożenie fosforem łącznie z wapniem. Ta kombinacja nawożenia zapobiegała ujemnemu wpływowi niedostatku światła. W warunkach zacienienia stwierdzono znacznie wyższą zawartość fosforu w liściach niż przy pełnym świetle.

W drugim doświadczeniu założonym w lipcu, stosując w warunkach pełnego oświetlenia dodatkowe dawki fosforu w okresie kwitnienia drugiego grona istotną i najwyższą wyższą plonu stwierdzono przy dawce 12 g superfosfatu o zawartości 16% P_2O_5 na roślinę. Takie samo dawkowanie fosforu przeprowadzone przy równoczesnym dodatkowym nawożeniu wapniem ($CaCO_3=2,4$ g na roślinę) nie zwiększyło istotnie plonów.

LITERATURA

- Aliiev E. A., 1970. Pitatelnye rostwory dla vyraszcziwaniya rassady pri bes-poczwennoj kulture. [Nutrient solution for growing seedling in soilless culture]. Fiziol. Rast. 17: 182-188.
- Bid N. N., Bandopadhyay C. R., Das P. K., Dhus S. P., 1974. Efficacy of different forms of nitrogenous and phosphatic fertilizers on tomato. Technology, India, 11: 300-302.
- Dimitrov G., Rankov V., 1974. Mineral fertilization of early tomatoes. Gradin. Lozars. Nauka, 11: 35-40.

- Forster H., Venter F., 1974. Influence of the K nutrition on "Green back" in tomato fruit. Proceedings of XIX International Horticultural Congress 120.
- Goralski J., 1968. Żywnienie roślin i nawożenie. PWRiL, Warszawa.
- Gumińska Z., 1966. Uprawa hydroponiczna roślin. Wrocławskie Towarzystwo Naukowe. Wrocław.
- Gumińska Z., Gracz-Nalepka M., 1972. Opracowanie optymalnych dawek i form makro- i mikroelementów pożywki hydroponicznej w metodzie wrocławskiej przy równoczesnym działaniu humianów. Acta agrobot. 25: 89-116.
- Gumińska Z., Gracz-Nalepka M., Łukasiewicz B., Sobolewicz E., Turkiewicz T., 1975. Wpływ niektórych detergentów i humianów oraz ściółek na plon pomidorów w uprawie hydroponicznej. Acta agrobot. 28: 205-215.
- Homes M. V. L., 1962. La solution de culture hydroponique. Simposio Intern. di Agroch., Pisa Firenze.
- Jacqmain E., 1970. Culture hâtive de la tomate en serre. Bul. Jardin., Bot., Montreal 6: 1-21.
- Jeffery M., Humphrey R., 1975. New spectrophotometric equation for determining chlorophylls a, b, c, and c_2 in higher plants, algae and natural phytoplankton. Bioch. Physiol. Pfl. 167: 191-195.
- Khustov Yu. B., 1974. The relationship between greenhouse tomato yield and quality and different fertilizer rates and ratios on calcareous chernozem soils of Kabardino-Balkaria. Refer. Zhurnal. 12, 55: 520.
- Mejbaum-Katzenellenbogen W., Modnacka I., 1966. Kurs praktyczny z biochemii. Warszawa.
- Nowosielski O., Borkowski J., 1977. Zapobieganie chorobom fizjologicznym roślin w uprawach szklarniowych. Zesz. probl. Post. Nauk rol. 200: 27-43.
- Nowotny-Mieczyska A., 1976. Fizjologia mineralnego żywienia roślin. PWRiL, Warszawa.
- Pudelski T., 1969. Wpływ NPK na wzrost rozsady i plonowanie pomidorów uprawianych w substracie torfowym. Biul. warz. 9: 165-172.
- Schilling R., 1965. Neue Anwendungsgebiete der Hydrokultur. Die Hydrokultur 4: 22-23.
- Steiner A. A., 1967. Short communication: Growth curves of tomato plants. Plant and Soil, 26: 189-192.
- Wallace T., 1961. The diagnosis of mineral deficiencies in plants by visual symptoms. London.