

WPŁYW SIARCZANU ŻELAZAWEGO NA NAMNAŻANIE WIRUSA MOZAIKI TYTONIU W KRAŻKACH WYCIĘTYCH Z LIŚCI TYTONIU SZLACHETNEGO

Lucyna Wajda, Marta Korzonek, Barbara Minkina

Zakład Fizjologii Roślin PAN, Kraków

Zależność między odżywianiem roślin, a przebiegiem choroby wirusowej badano w rozmaitych aspektach. Rozpatrywano zarówno wpływ makroelementów jak i mikroelementów na namnażanie się wirusów, ich zakaźność oraz powstawanie objawów na chorej roślinie. Między innymi badano wpływ azotu, fosforu i potasu na namnażanie się wirusa mozaiki tytoniu, wirusa ziemniaka X, wirusa pierścieniowej plamistości tytoniu, wirusa mozaiki rzepy, wirusa mozaiki ogórka [1, 4, 9, 13-16, 18]. Z mikroelementów badano działanie cynku, żelaza, miedzi, manganu i magnezu na przebieg choroby wirusowej w roślinie, oraz zależność między zawartością mikroelementów w podłożu, lub pożywce, a objawami i namnażaniem się wirusów [3, 9, 11, 19]. Uzyskane wyniki nie zawsze były jednoznaczne. Ponadto stwierdzono, że żelazo, miedź, wapń i magnez są obecne w cząstkach TMV [6, 7, 8, 17].

Wydaje się, że zagadnienia związane z rolą mikroelementów w roślinie chorej i zdrowej nabierają szczególnego znaczenia ze względu na wzrastające skażenie środowiska oraz powszechny rozwój upraw szklarniowych, w których stosuje się intensywną uprawę i wprowadza dużo środków ochrony roślin. Powoduje to wzrost zawartości wielu pierwiastków w podłożu i nie jest obojętne dla rośliny.

Jednym z pierwiastków, którego brak odbija się bardzo niekorzystnie na stanie fizjologicznym rośliny jest żelazo [5]. Podjęte przez nas doświadczenia miały na celu zbadanie wpływu *in vivo* różnych koncentracji FeSO_4 na namnażanie się wirusa mozaiki tytoniu (TMV) oraz powstawanie plamek.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenia przeprowadzono metodą hodowli krążków wyciętych z liści *Nicotiana tabacum* odmiany Samsun. Liście tego samego wieku i wielkości inokulowano sokiem z chorych liści tytoniu, a następnie wycinano z nich krążki o średnicy 13 mm. Dwadzieścia krążków wybranych losowo ważono i przenoszono do szalek napełnionych 15 ml roztworu składającego się z pożywki przygotowanej wg Bawdena i Kassanisa [2], zawierającej siarczan żelazawy ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) w następujących koncentracjach: 100, 125, 250, 500, 1000, 2500, 5000 i 10 000 μM . Szalki wraz z krążkami przenoszono do komory o stałym oświetleniu około 3000 luksów i temperaturze około 24°C . Po trzech dniach krążki płukano w bieżącej wodzie, osuszano bibułą filtracyjną, ponownie ważono, zamrażano (-15°C) i tak przechowywano do czasu wykonania testów. Zamrożone krążki rozcierano z wodą w stosunku 1:10, a uzyskany sok wirowano 15 min. przy 6000 obr/min. W otrzymanym soku oznaczano koncentrację wirusa mozaiki tytoniu testem „local lesions” na 6 połówkach liści *N. glutinosa*. Liczbę powstałych plamek przeliczano na 1 cm^2 liścia.

W celu zbadania wpływu pH przeprowadzono doświadczenia w których wszystkie użyte stężenia FeSO_4 miały pH 5,2. Wykonano również doświadczenia nad wpływem FeSO_4 na tworzenie się plamek. W tym celu zakażone połówki liści *N. glutinosa* bezpośrednio po inokulacji wirusem mozaiki tytoniu umieszczano na szalkach na pożywce z następującymi koncentracjami siarczanu żelazawego: 100, 250, 500, 1000 μM . Szalki przenoszono do komory o stałym oświetleniu i temperaturze, a po trzech dniach liczono plamki.

Analizę statystyczną otrzymanych wyników przeprowadzono w oparciu o test Studenta, po uprzednim sprawdzeniu testem χ^2 hipotezy o równości odchyłeń standardowych. Sprawdzenie takie wydawało się konieczne ze względu na dużą rozpiętość odchyłeń standardowych osiągających wysokie wartości w przeprowadzonych doświadczeniach.

WYNIKI

Z obserwacji krążków hodowanych przez trzy dni na pożywkach z różnymi stężeniami siarczanu żelazawego i różnymi wartościami pH wynika, że najniższe stężenia 100 i 125 μM nie wywoływały uszkodzeń. Stężenie 250 μM powodowało występowanie drobnych nekrotycznych uszkodzeń na tej stronie liścia, która bezpośrednio stykała się z roztworem FeSO_4 . Stężenia od 500 do 1000 μM powodowały oprócz drobnych nekrotycznych uszkodzeń, brunatnienie brzegów krążków. Stęże-

Tabela 1

Wpływ pH i siarczanu żelazawego w pożywce na krążki wycięte z liści *N. tabacum* odm. Samsun

Cechy	Stężenie FeSO ₄ (μM)									
	kontrola	100	125	250	500	1000	2500	5000	10000	
pH (stałe)	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2
Przyrost z 1 g krążków	0,784	0,667	0,702	0,678	0,697	0,639	0,085	-0,134	-0,132	
% przyrostu	100,0	85,1	89,5	86,4	88,9	81,5	10,8			
pH (zmienne)	5,2	4,6	4,3	4,3	4,2	3,6	3,4	3,3	3,2	3,2
Przyrost z 1 g krążków	0,451	0,454	0,475	0,454	0,439	0,235	-0,026	-0,268	-0,254	
% przyrostu	100,0	100,6	105,0	100,6	97,3	52,0				

Tabela 2

Wpływ siarczanu żelazawego na namnażanie wirusa mozaiki tytoniu w krążkach wyciętych z liści *N. tabacum* odm. Samsun

Nr dośw.	Wyszczególnienie	Stężenie FeSO ₄ (μM)									
		kontrola	100	125	250	500	1000	2500			
1	średnia liczba plamek	2,9	4,7	3,6	3,2	2,5	0,4	<i>p</i> =	0,006		
	odchylenie standardowe	±0,7	±1,9	±2,7	±0,4	±1,4	±0,3	<i>R</i> =	-0,630		
2	średnia liczba plamek	9,8	11,8	17,3	12,2	7,1	6,0	<i>p</i> =	0,0000	1,7	
	odchylenie standardowe	±1,3	±2,3	±3,4	±4,1	±3,7	±2,6	<i>R</i> =	-0,683	±2,5	
3	średnia liczba plamek	6,5	7,8	10,8	4,1	2,1	0,7	<i>p</i> =	0,0000		
	odchylenie standardowe	±2,5	±2,5	±4,2	±1,0	±0,6	±0,3	<i>R</i> =	-0,697		

Doświadczenie 2 wykonano przy stałym pH = 5,2.

nia najwyższe 2500, 5000 i 10000 μM były dla krążków letalne i na skutek toksycznego działania wywoływały utratę turgoru, zmianę barwy z zielonej na srebrzysto-szarą i brak przyrostu ciężaru krążków (tab. 1).

W roztworach siarczanu żelazawego przy stałym $\text{pH} = 5,2$ nie występowały uszkodzenia nekrotyczne do stężenia 1000 μM . Objawy takie wystąpiły na krążkach w około 50% przy stężeniu 2500 μM , zaś działanie letalne przy stałym pH wystąpiło dopiero w stężeniu 5000 i 10 000 μM .

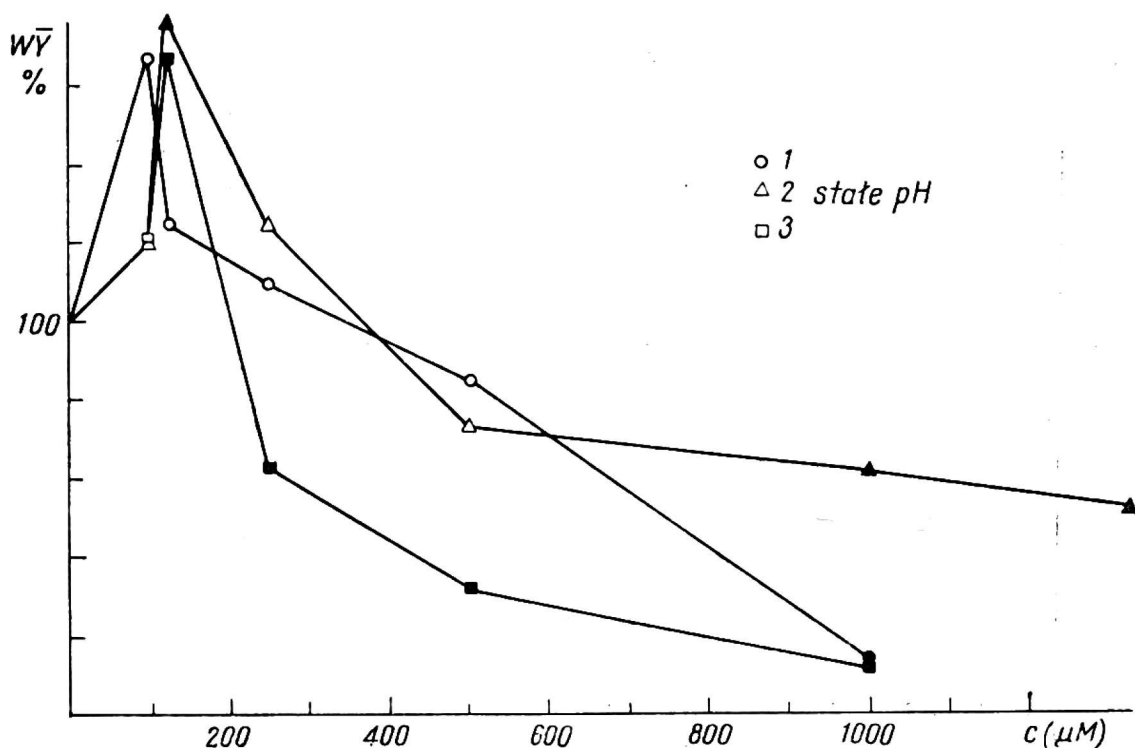
Z przedstawionych danych wynika, że przyrost ciężaru krążków kształtował się w granicach kontroli w stężeniach od 100 do 500 μM zarówno przy stałym jak i zmieniającym się pH . W stężeniu 1000 μM obserwowano niewielkie obniżenie ciężaru krążków przy stałym $\text{pH} = 5,2$, a obniżenie aż o około 50% przy $\text{pH} = 3,6$. W stężeniu 2500 μM przy stałym $\text{pH} = 5,2$ przyrost ciężaru krążków był niewielki, a przy $\text{pH} = 3,4$ zanotowano ubytek ciężaru. W stężeniach 5000 i 10 000 μM zarówno przy stałym jak i zmieniającym się pH krążki uległy zniszczeniu.

Na podstawie powyższych obserwacji można przyjąć, że pH poniżej 4,0 jest czynnikiem przyspieszającym toksyczne działanie wysokich stężeń FeSO_4 , które objawia się występowaniem uszkodzeń nekrotycznych na krążkach i obniżeniem przyrostu ciężaru, a w krańcowych przypadkach ubytkiem masy.

W celu oznaczenia koncentracji wirusa mozaiki tytoniu, liczbę plamek uzyskanych po zakażeniu połówek liści *N. glutinosa* sokiem uzyskanym z krążków rosnących na różnych stężeniach FeSO_4 przeliczano na 1 cm^2 (tab. 2).

Analiza wariancji w oparciu o test F wykazała wysoką istotność różnic między średnimi wartościami koncentracji wirusa w krążkach hodowanych na pożywkach różniących się stężeniem siarczanu żelazawego. Wypływa stąd wniosek, że stężenie jonów żelazawych w pożywce wywiera silny wpływ na namnażanie TMV w krążkach wyciętych z liści tytoniu.

Na rysunku 1 przedstawiono zależność względnej koncentracji wirusa w krążkach (mierzoną średnią liczbą plamek w stosunku do kontroli i przedstawioną w procentach) od stężenia siarczanu żelazawego w pożywce, na której hodowano krążki. Zależność tę przedstawioną równaniem $W\bar{Y} = f(c)$ rozpatrywać można w dwóch zakresach stężeń. Stężenia niskie do 200 μM , w których wystąpił efekt stymulacji namnażania TMV, oraz stężenia wysokie — hamujące namnażanie wirusa. W stężeniu 250 μM nie obserwowano ani stymulacji, ani hamowania namnażania się wirusa, liczba plamek uzyskana z krążków hodowanych na tym



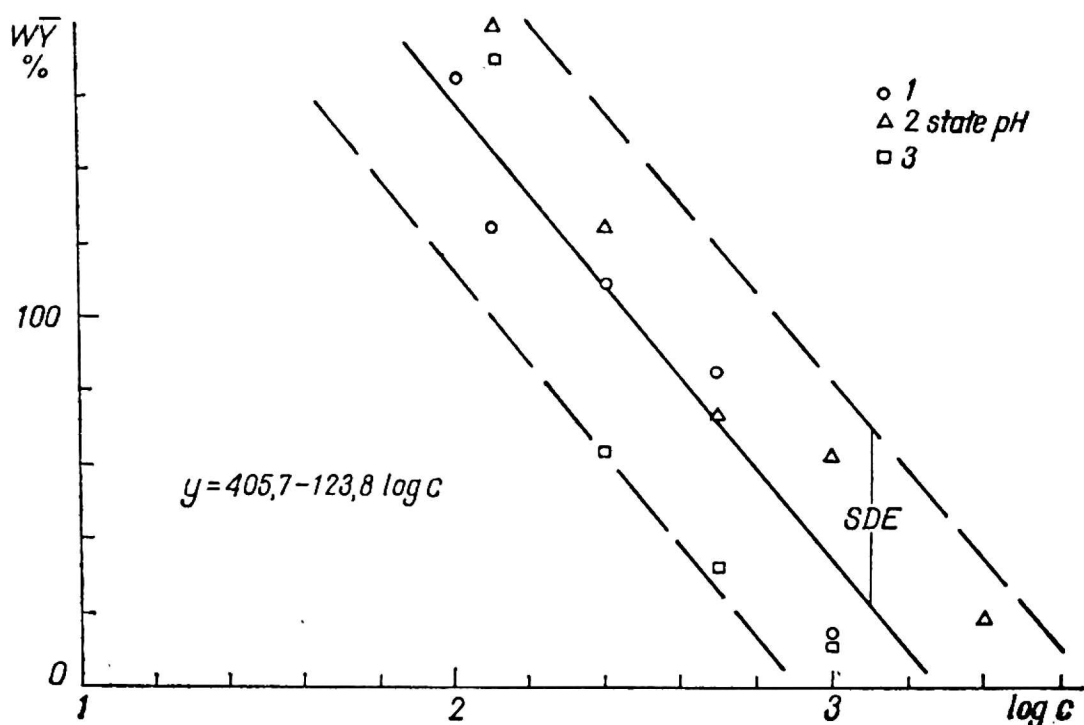
Ryc. 1. Zależność względnej koncentracji wirusa TMV (wyrażona średnią liczbą plamek w stosunku do kontroli i przedstawiona w procentach) od stężenia roztworu siarczanu żelazawego; punkty ciemne przedstawiają wartości różniące się istotnie od kontroli

stężeniu mieściła się w granicach kontroli. Stężenia 500 i 1000 μM wyraźnie hamowały namnażanie TMV, w stężeniu 2500 μM obecność wirusa obserwowano tylko przy stałym pH równym 5,2. Stężenia 5000 i 10 000 μM wywoływały efekt letalny. Krążki w tych stężeniach traciły barwę, turgor oraz wykazywały utratę ciężaru w stosunku do wagi początkowej (tab. 1).

Biorąc pod uwagę niskie wartości współczynnika korelacji przy dużej istotności różnic, niewysokie wartości R uzyskane przy analizie regresji liniowej, wysokie przy tym wartości odchylenia standardowego oszacowania oraz fakt, że obserwowana zmienność koncentracji wirusa występuje na skutek bardzo dużych zmian stężenia siarczanu żelazawego można przypuszczać, że średnia koncentracja wirusa może być liniowo zależna od logarytmu ze stężenia siarczanu żelazawego (tab. 3).

Przeprowadzona analiza regresji dla równania $W\bar{Y} = f(\log c)$ potwierdza przypuszczenie, że stwierdzone hamowanie namnażania się wirusa TMV jest liniowo zależne od logarytmu ze stężenia FeSO_4 w zakresie stężeń wyższych (ryc. 2).

Ponieważ pH roztworów zmieniało się wraz z koncentracją siarczanu żelazawego, przeprowadzono analizę regresji bez uwzględniania pH ($W\bar{Y} = B \cdot c + C$) i z uwzględnieniem pH ($W\bar{Y} = B_1 \cdot c + B_2 \text{pH} + C$). Wyniki przedstawiono w tabeli 3.



Ryc. 2. Krzywa i równanie regresji dla zależności pomiędzy koncentracją wirusa TMV a logarytmem ze stężenia roztworu siarczanu żelazawego

Współczynniki korelacji R po uwzględnieniu pH zmieniają się w bardzo małym stopniu, a zatem należy sądzić, że pH ma niewielki wpływ na sam proces namnażania się wirusa mozaiki tytoniu w krążkach. Potwierdzeniem tego wniosku była analiza istotności czynnika B_2 przy założeniu, że $W\bar{Y} = f(c, pH)$. We wszystkich przypadkach poziom ufności ($Sign_2$) na wysokości którego można by odrzucić hipotezę zerową jest tak wysoki, że musimy ją przyjąć. A zatem w przeprowadzonych eksperymentach pH nie miało istotnego wpływu na namnażanie się wirusa w krążkach traktowanych różnymi dawkami $FeSO_4$. Jak stwierdzono, pH najslabszego roztworu wynosiło 4,6, a najsilniejszego 3,2.

Z obserwacji wynika, że stężenia siarczanu żelazawego wpływały na proces tworzenia się plamek na liściach *N. glutinosa* po inokulacji wirusem mozaiki tytoniu. W stężeniach niskich do $100 \mu M$ nie obserwowano działania siarczanu żelazawego na powstawanie plamek, stężenia $250-1000 \mu M$ wpływały hamująco (ryc. 3) przy stałym pH. Obserwowano przy tym, że w stężeniach wyższych plamki wirusowe były większe i często się zlewały.

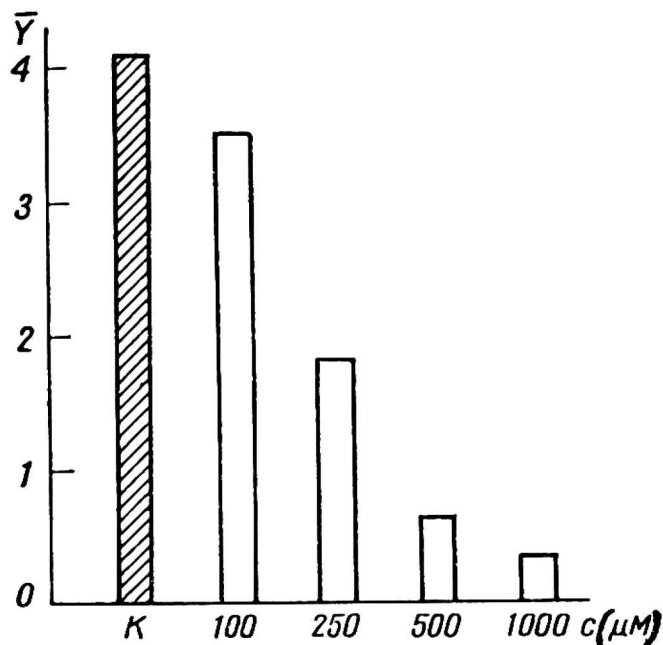
DYSKUSJA

Z przeprowadzonych badań wynika, że siarczan żelazawy działa na tkanki liści tytoniu. Efekt działania zależy od stężenia $FeSO_4$ i pH roztworu. Uzyskane wyniki wydają się świadczyć między innymi i o tym,

Tabela 3

Wpływ siarczanu żelazawego na namnażanie wirusa mozaiki tytoniu w kłądkach wyciętych z liści *N. tabacum* odm. Samsun (wyniki obliczeń statystycznych)

Równanie	Nr dośw.	Zakres stężeń	R	SDE	B	SIGN	C	B ₂	SIGN ₂
$\bar{W}\bar{Y} = Bc + C$	1	100 ≤ c	-0,691	± 53,83	-0,145	0,0000	156,32		
	2	100	-0,723	± 44,40	-0,055	0,0000	138,58		
	3	100	-0,722	± 49,87	-0,143	0,0000	137,02		
$\bar{W}\bar{Y} = B \log c + C$	1		-0,683	± 54,34	-128,15	0,0000	410,94		
	2	100	-0,843	± 34,62	-119,14	0,0000	444,33		
	3	100	-0,832	± 39,92	-165,07	0,0000	489,60		
$\bar{W}\bar{Y} = Bc + B_2pH + C$	1		-0,708	± 53,84	-0,057	0,546	-277,52	95,42	0,332
	2	100	-	-	-	-	-	-	-
	3	100	-0,764	± 47,85	-0,310	0,010	1074,90	-211,38	0,130



Ryc. 3. Wpływ stężeń siarczanu żelazawego na powstawanie plamek na liściach *N. glutinosa* po zakażeniu wirusem mozaiki tytoniu

że żelazo może być stosunkowo łatwo pobierane przez liście i włączane w metabolizm rośliny. W toku doświadczeń stwierdzono bowiem, że stężenia do 200 μM nie powodowały uszkodzeń tkanki krążków, stymulowały namnażanie TMV i nie działały na tworzenie się plamek na liściach *N. glutinosa* po inokulacji TMV.

W stężeniu 250 μM tylko przy pH równym 4,3 w zasadzie nie wystąpiły uszkodzenia krążków, nie było działania na namnażanie się TMV, ale wystąpiło hamowanie powstawania plamek nekrotycznych na liściach *N. glutinosa* po zakażeniu TMV. W stężeniach 500 i 1000 μM obserwowano uszkodzenia krążków, hamowanie namnażania TMV w obu zakresach pH (5,2 i 3,6) i bardzo silne hamowanie tworzenia się plamek.

Działanie toksyczne wyższych dawek w pewnym stopniu zależało od pH. Przy wartościach pH niższych od 4,0 wzmagano się działanie toksyczne FeSO_4 na krążki i szybciej występował efekt letalny. Wzrost wartości pH do 5,2 przesunął granicę letalnego stężenia FeSO_4 z 2500 μM do 5000 μM .

Z literatury wynika, że badano raczej wpływ deficytu żelaza na namnażanie się TMV, niż jego nadmiar. Przyjmuje się, że niedobór żelaza ogranicza namnażanie się wirusa ziemniaka X, a mniej działa na wzrost samej rośliny. Nie stwierdzono istotnej różnicy we wzroście roślin i koncentracji wirusa w zależności od dawki żelaza w przedziale stężeń od 1,8 μM do 10 μM . Wydaje się, że koncentracje te w pożywce były zbyt niskie dla wykazania zależności między stężeniem FeSO_4 i jego wpływem na namnażanie się wirusa [9].

W naszych doświadczeniach najniższe stężenie wynosiło $100 \mu\text{M}$ (jest to stężenie powszechnie używane w pożywkach do hodowli tkanek *in vitro*). Liście hodowane na pożywce z taką koncentracją żelaza nie wykazywały uszkodzeń, natomiast stwierdzono w nich stymulację namnażania TMV. Z naszych doświadczeń wynika, że żelazo podane dolistnie w nadmiarze wywołuje także hamowanie namnażania się wirusa, ale nie można powiedzieć czy mechanizm działania jest taki sam przy deficycie żelaza, jak i przy jego nadmiarze.

Reckendorfer [12] stwierdził, że chlorozy wywołanej chorobą wirusową nie da się cofnąć przez spryskiwanie chelatami Fe i przypuszcza, że chloroza wirusowa może być spowodowana nieodwracalnymi zmianami prowadzącymi do denaturacji enzymów białkowych. Pound i Welkie [11] zaobserwowali zjawisko odwrotne — chloroza wywołana deficytem żelaza zmniejsza się pod wpływem zakażenia wirusowego.

Dotychczasowe doniesienia wydają się świadczyć o istnieniu związku między objawami choroby wirusowej, a poziomem żelaza w roślinie. Wiadomo również, że objawy występujące na roślinie przy wysokim poziomie niklu potęgują się w obecności manganu. Obydwa te metale wzmagają pobieranie żelaza przez rośliny, ale równocześnie prowadzić to może do zaburzeń gospodarki żelazem tak, że rośliny mogą być nawet pozbawione chlorofilu [20].

WNIOSKI

1. Obecność siarczanu żelazawego w pożywce wywiera silny wpływ na namnażanie wirusa mozaiki tytoniu w krążkach wyciętych z liści *N. tabacum* odm. Samsun.

2. Istnieją dwa zakresy stężeń — niskie (do $200 \mu\text{M}$) stymulujące namnażanie wirusa i wysokie hamujące namnażanie wirusa. W zakresie stężeń wysokich wyróżniono stężenia od 300 do $1000 \mu\text{M}$ — hamujące namnażanie wirusa i powyżej $2500 \mu\text{M}$, w których obserwowano działanie toksyczne, a nawet letalne na tkanki liścia.

3. Liczba powstających plamek na liściach *N. glutinosa* po zakażeniu TMV zmniejsza się już od stężenia $250 \mu\text{M}$.

4. pH roztworów nie wywierało istotnego wpływu na namnażanie się TMV, ale modyfikowało działanie FeSO_4 . Niskie pH (poniżej 4,0) przyspieszało powstawanie uszkodzeń nekrotycznych na krążkach liści, a wysokie (5,2) przesuwało granicę letalnego działania ze stężenia $2500 \mu\text{M}$ do $5000 \mu\text{M}$.

Pani dr A. Wasilewskiej serdecznie dziękujemy za przeprowadzone obliczenia statystyczne.

LITERATURA

1. Bawden F. C., Kassanis B.: Some effects of host plant nutrition on the multiplication of viruses. *Ann. app. Biol.*, 1950, t. 37, s. 215-228
2. Bawden F. C., Kassanis B.: Some effects of thiouracil on virus infected plants. *J. Gen. Microbiol.*, 1954, t. 10, s. 160-173
3. Helms K., Pound G. S.: Zinc nutrition of *Nicotiana tabacum* L. in relation to multiplication of tobacco mosaic virus. *Virology*, 1955, t. 1, s. 408-428
4. Helms K., Pound G. S.: Host nutrition in relation to concentration of potato virus X and tobacco ringspot virus. *Phytopathology*, 1955, t. 45, s. 567-573
5. Jacobson L.: Iron in the leaves and chloroplasts of some plants in relation to their chlorophyll content. *Plant Physiol.*, 1945, t. 20, s. 223-245
6. Johnson M. W.: The binding of metal ions by turnip yellow mosaic virus. *Virology*, 1964, t. 24, s. 26-35
7. Loring H. S., Waritz R. S.: Occurrence of iron, copper, calcium and magnesium in tobacco mosaic virus. *Science*, 1957, t. 125, s. 646-648
8. Loring H. S., Al-Rawi S., Fujimoto Y.: The iron content of tobacco mosaic virus and some properties of its infectious nucleic acid. *J. Biol. Chem.*, 1958, t. 233, s. 1415-1420
9. Naudi P., Roychaudhuri S. P.: Effect of iron on the concentration of Potato virus X in Tomato. *Ann. Potato J.*, 1966, t. 43, s. 6-9
10. Pound G. S., Weathers L. G.: The relation of host nutrition of turnip virus 1 in *Nicotiana glutinosa* L. and *N. multivalvis* L. *Phytopathology*, 1953, t. 43, s. 669-674
11. Pound G. S., Welkie G. W.: Iron nutrition of *Nicotiana tabacum* L. in relation to multiplication of tobacco mosaic virus. *Virology*, 1958, t. 5, s. 371-381
12. Reckendorfer P.: Die Viruschlorose in ihren Beziehungen zum Eisen. Das Enzymprotein. Modellversuch mit *Abutilon striatum*. *Pfl. Sch. Ber.*, 1960, t. 24, s. 73-81
13. Singh R., Bhargava K. S.: Host nutrition in relation to multiplication of watermelon mosaic virus. *Phytopathology*, 1966, t. 55, s. 26-33
14. Varma J. P.: The effect of phosphorus on multiplication of tobacco mosaic virus in turkish tobacco (*Nicotiana tabacum*) plants grown in sand culture. *Sci. Cult.*, 1963, t. 29, s. 92-93
15. Verma G. S., Varma J. P.: Effect of potassium deficiency of tobacco mosaic virus in turkish tobacco (*Nicotiana tabacum*) plants. *Acta Virol.*, 1962, t. 6, s. 181-185
16. Varma J. P., Verma G. S.: Effect of nitrogen starvation on multiplication of active tobacco mosaic virus in turkish tobacco (*Nicotiana tabacum*). *Proc. Indian Acad. Sci., Sect. B.* 1963, t. 33, s. 487-490
17. Wacker W. E. C., Gordon M. P., Huff J. W.: Metal content of tobacco mosaic virus and tobacco mosaic virus RNA. *Biochem.*, 1963, t. 2, s. 716-719
18. Weathers L. G., Pound G. S.: Host nutrition in relation to multiplication of tobacco mosaic in tobacco. *Phytopathology*, 1954, t. 44, s. 74-80
19. Welkie G. W., Pound G. S.: Manganese nutrition of *Nicotiana tabacum* L. in relation to multiplication of tobacco mosaic virus. *Virology*, 1958, t. 5, s. 92-109
20. Williams P. C.: Nickel, iron and manganese in the metabolism of the oat plant. *Nature*, 1967, t. 214, s. 628

Люцина Вайда, Марта Кожонек, Барбара Минкина

ВЛИЯНИЕ СУЛЬФАТА ЖЕЛЕЗА НА РАЗМНОЖЕНИЕ ВИРУСА
МОЗАИКИ ТАБАКА В КРУЖКАХ, ВЫРЕЗАННЫХ ИЗ ЛИСТЬЕВ
NICOTIANA TABACUM

Резюме

В ходе проведенных опытов было исследовано влияние $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ на кружки, вырезанные из *N. tabacum* cv. Samsun, на размножение TMV и на возникновение пятен на листьях *N. glutinosa*. Установлено, что FeSO_4 оказывает сильное влияние на рост кружков и возникновение пятен; размножение же является линейным, зависимым от логарифма из концентрации FeSO_4 . Выделены два диапазона концентраций: низкие — 100, 125, 250 μM стимулировали размножение TMV, высокие концентрации 250, 500 и 1000 μM задерживали размножение TMV; самые же высокие концентрации — 2500, 5000 и 10000 μM были летальными концентрациями. pH растворов (от 4,3 до 3,2) не влияло существенным образом на размножение в кружках TMV, но оказывало влияние на возникновение пятен на листьях.

Lucyna Wajda, Marta Korzonek, Barbara Minkina

EFFECT OF FERROUS SULPHATE ON MULTIPLICATION OF TMV
IN DISCS CUT FROM LEAVES OF *NICOTIANA TABACUM*

Summary

Study was made on the effect of $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ on TMV multiplication in leaf discs of *N. tabacum* cv. Samsun. and on the formation of local lesions on the leaves of *N. glutinosa*. FeSO_4 was found to exert a strong influence on the growth of leaf discs, formation on local lesions, the TMV multiplication being in linear dependence on the logarithm of FeSO_4 concentration.

Two FeSO_4 concentration ranges were found: 100 and 125 μM stimulating the virus multiplication and high concentrations 500 to 1000 μM inhibiting TMV multiplication. The highest concentrations 2500, 5000 and 10 000 μM proved to be lethal. pH of the investigated FeSO_4 solutions (from 4,6 to 3.2) did not influence the virus multiplication in leaf discs significantly but affected the formation of local lesions on *N. glutinosa* leaves.

Wpłynęło do Komitetu Redakcyjnego 28.01.78